МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ЕЛЕКТРОНІКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА КОМП'ЮТЕРНИХ НАУК
СЕКЦІЯ ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРОЕКТУВАННЯ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА МАГІСТРА

на тему: «Моделі оптимізації діалогової взаємодії «Людина – інформаційна система» в задачах інтернет-маркетингу»
за спеціальністю 122 «Комп'ютерні науки»,
освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

Виконавець роботи: студентка групи ІТ.м-81 Данілова Ліліана Валеріївна

Кваліфікаційну роботу
захищено на засіданні ЕК
з оцінкою _____ «___» грудня 2019 р.

Науковий керівник _____ д.т.н., проф., Лавров Є.А.
(підпис)

Голова комісії _____ Шифрін Д.М.
(підпис)

Засвідчую, що у цій дипломній роботі немає
запозичень з праць інших авторів
без відповідних посилань.

Студент _____
(підпис)

Суми-2019

Сумський державний університет
Факультет електроніки та інформаційних технологій
Кафедра комп'ютерних наук
Секція інформаційних технологій проектування
Спеціальність 122 «Комп'ютерні науки»
Освітньо-професійна програма «Інформаційні технології проектування»

ЗАТВЕРДЖУЮ
Зав. секцією ІТП

_____ В. В. Шендрик
«_____» _____ 2019 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу магістра студентові

Данілова Ліліана Валеріївна

(прізвище, ім'я, по батькові)

1 Тема проекту Моделі оптимізації діалогової взаємодії «Людина – інформаційна система» в задачах інтернет-маркетингу
затверджена наказом по університету від «19» листопада 2019 р. №2305-III

2 Термін здачі студентом закінченого проекту « 10 » грудня 2019 р.

3 Вхідні дані до проекту Статистичні відомості про користувачів сайту. Теоретичні відомості з теорії прийняття рішень, методи збору маркетингової інформації. Теоретичні відомості з вирішення задач класифікації, оптимізації.

4 Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, що їх належить розробити) АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ, ФУНКЦІОНАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ АДАПТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ, РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АДАПТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ, Алгоритм оптимізації діалогової взаємодії «Людина – інформаційна система», Розробка механізму адаптації сайту відповідно до рівня експертності користувача, Формування оптимальних стратегій оптимізації діалогової взаємодії між користувачами та сайтом

5 Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) Пояснювальна записка, Презентація.

6. Консультанти випускної роботи із зазначенням розділів, що їх стосуються:

Розділ	**Консультант**	**Підпис, дата**	
		Завдання видав	**Завдання прийняв**
Аналіз предметної області			
Функціональне моделювання алгоритму			
Розробка математичних моделей адаптації			

Дата видачі завдання _____.

Керівник _____

(підпис)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ п/п	Назва етапів випускної проекту	Термін виконання етапів проекту	Примітка
	Аналіз предметної області	01.01.19-29.10.19	
	Формування ТЗ	28.10.19-15.12.19	
	Планування проекту	24.10.19-15.12.19	
	Формування вхідних даних	22.10.19-26.11.19	
	Визначення змінних для моделей користувачів	23.10.19-29.10.19	
	Визначення і вибір рівнів експертності користувачів	24.10.19-10.11.19	
	Розробка алгоритмів адаптації	11.11.19-15.11.19	
	Розробка механізмів адаптації	11.11.19-15.11.19	
	Дослідження моделей	01.12.19-15.12.19	

Магістрант _____ Данілова Л.В.

Керівник роботи _____ к.т.н., проф.Лавров Є.А.

РЕФЕРАТ

Тема кваліфікаційної роботи магістра «Моделі оптимізації діалогової взаємодії «Людина – інформаційна система в задачах інтернет-маркетингу».

Пояснювальна записка складається зі вступу, 4 розділів, висновків, списку використаних джерел із 27 найменувань, додатків. Загальний обсяг роботи − 105 сторінок, у тому числі 79 сторінок основного тексту, 3 сторінки списку використаних джерел, 23 сторінки додатків.

Кваліфікаційну роботу магістра присвячено розробці механізмів оптимізації діалогової взаємодії «Людина-інформаційна система» в задачах інтернет-маркетингу на основі моделі користувача інформаційної системи.

У роботі проведено аналіз основних процесів інтернет-маркетингу, проблематики оптимізації діалогової взаємодії до потреб і рівня експертності користувача; розглянуто основні методи класифікації й оптимізації; досліджено методи прийняття рішень на основі марківського, напівмарківського процесу і прихованої марковської моделі.

У роботі виконано розробку послідовності етапів алгоритму оптимізації діалогової взаємодії сайту й адаптації до рівня експертності користувача на основі класифікації і розроблених моделей користувачів.

Результатом проведеної роботи є алгоритм адаптації діалогової взаємодії сайту до рівня експертності користувача

Практичне значення роботи полягає у формуванні стратегій оптимізації діалогової взаємодії «Людина-інформаційна система».

Ключові слова: діалогова взаємодія «Людина-інформаційна система», оптимізація діалогової взаємодії, класифікація користувачів, модель користувача, прихована марковська модель.

ЗМІСТ

ВСТУП 7
1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ 9
1.1 Загальна характеристика основних процесів інтернет-маркетингу 9
1.2 Аналіз проблематики адаптації інформаційної системи до рівня експертності користувача 11
2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ 16
2.1 Мета і задачі дослідження 16
2.2 Аналіз методів збору маркетингової інформації 17
2.3 Аналіз математичних методів оптимізації і класифікації 21
2.4 Аналіз методів теорії прийняття рішень 24
2.5 Аналіз методу зваженої суми критеріїв для вирішення багатокритеріальних задач прийняття рішень 32
3. ФУНКЦІОНАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ АДАПТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ 40
4. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АДАПТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ 43
4.1 Алгоритм оптимізації діалогової взаємодії «Людина – інформаційна система» 43
4.2 Аналіз поточної ситуації рівня адаптивності сайту 44
4.3 Визначення мети і цілей оптимізації, формування вимог до вхідних даних 50
4.4 Аналіз та класифікація користувачів сайту 52
4.5 Формалізація та аналіз шляхів пересування по сайту користувачів різних класів 67
4.6 Розробка механізму адаптації сайту відповідно до рівня експертності користувача 73

4.7 Формування оптимальних стратегій оптимізації діалогової взаємодії між користувачами та сайтом 77
ВИСНОВКИ 80
Список використаної літератури 81
Додаток А. Планування робіт 84
Додаток Б. Дані про користувачів сайту ceramahit.com.ua 94
Додаток В. Розрахунок задачі на основі прихованої марковської моделі 102
Додаток Г. Апробація. Копії дипломів за участь у Всеукраїнських конкурсах наукових студентських робіт 104

ВСТУП

Автоматизація основних бізнес-процесів у сфері торгівлі – це не просто сучасна тенденція, а необхідна умова для досягнення оптимальних конверсій: співвідношення між витраченими ресурсами на залучення потенційного користувача і отриманої матеріальної вигоди. Основна мета ведення бізнесу - це отримання й примноження прибутку, що перш за все пов’язана з формуванням необхідної кількості клієнтів й їх утриманні у подальшому. Підвищення ефективності бізнесу неможливе без проведення попередніх маркетингових досліджень, основна частина яких спрямована на отримання інформації про сукупність потенційних користувачів з метою отримання цільової аудиторії.

Для ефективного досягнення основних цілей сфера сучасного торгівельного бізнесу трансформується в здійснення інтернет-продажів з використанням інформаційних систем, що повинні максимально задовольняти потреби користувачів. Саме електронна комерція може одночасно забезпечити збільшення обсягів продажів, глобалізацію діяльності, скорочення витрат на ведення бізнесу. Активне формування баз даних користувачів та збір інформації про ринок за рахунок використання інформаційних систем дозволяє приймати оптимальні маркетингові рішення щодо користувачів, які відіграють ключову роль.

Забезпечення встановленої мети успішності бізнесу можливе лише за рахунок створення такої інформаційної системи, що забезпечує ведення діалогу з користувачем, який враховує максимальну кількість характеристик групи, до якої він належить, й адаптується до його потреб.

Актуальність: Введення сучасного бізнесу потребує широкого використання інформаційних технологій для підвищення його ефективності. Для досягнення встановленої мети успішності та конкурентоспроможності електронної комерції необхідно не лише мати актуальну пропозицію, а ще й забезпечити діалог користувача з такою інформаційною системою, що адаптується до його потреб у

скороченні часу на оформлення замовлення, зручності пересування по сайту, отримання вичерпної інформації про продукт і можливості використання сайту.

Тема роботи: Моделі оптимізації діалогової взаємодії «Людина-інформаційна система» в задачах інтернет-маркетингу.

Мета: Розробити механізми оптимізації діалогової взаємодії «Людина-інформаційна система» в задачах інтернет-маркетингу на основі моделі користувача інформаційної системи.

Об'єкт дослідження: Діалогова взаємодія «Людина-інформаційна система» в задачах інтернет-маркетингу.

Предмет дослідження: Моделі оптимізації діалогової взаємодії «Людина-інформаційна система».

Гіпотеза дослідження: Якщо розробити механізми оптимізації діалогової взаємодії між людиною та інформаційною системою на основі моделі користувача, то можна підвищити рівень конкурентоспроможності бізнесу шляхом задоволення потреб клієнтів з різними рівнями досвіду.

Практичне значення: За отриманими результатами розробки механізмів формалізуються й оптимізуються процеси взаємодії користувачів з інформаційною системою.

1. АНАЛІЗ ПРЕДМЕТНОЇ ОБЛАСТІ

1.1 Загальна характеристика основних процесів інтернет-маркетингу

Діалогова взаємодія «Людина-інформаційна система» в даній роботі знаходить відображення у процесах ведення електронної комерції, основною передумовою ефективного здійснення якої є проведення маркетингових досліджень. Основні питання принципів інтернет-маркетингу у діяльності сучасних підприємств та інформаційних систем, розглянуто у наукових працях Андрія Іванова та Івана Ашманова.

Термін інтернет-маркетингу, що стосується теорії і методології організації маркетингу в гіпермедійному середовищі Інтернет, передбачає здійснення продажів в режимі «онлайн», мережеву рекламу, скорочення витрат на ведення основних бізнес-процесів, перехід ключової ролі від виробника до споживача, персоналізацію взаємодії: перехід до взаємодії «один до одного», що описується в роботах Алана Купера, Джері Ледфорда, Мері Тайлер. У даних роботах підняті питання про доцільність використання інформаційних систем для різних видів бізнесу і розмірів підприємств, а також проведено аналіз основних категорій, цілей, інструментів інтернет-маркетингу [1]. Основні етапи інтернет-маркетингу відображаються за рахунок воронки продажів [2]:

– Етап привертання (основна ціль – залучення певної кількості трафіку на сайт або просування сайту в топ-10 пошукової системи).

– Етап залучення (ціль – досягнення від користувачів здійснення визначених кроків на сайті).

– Етап конвертації (ціль – перевірка здійснених кроків, аналіз, планування подальшої взаємодії).

– Етап утримання (визначає як утримати існуючих потенційних клієнтів).

На кожному з етапів для досягнення мети успішності бізнесу, у сфері інтернет-маркетингу використовуються такі інструменти, як:

- Контекстна реклама.
- Банерна реклама.
- Реклама в соціальних мережах.
- E-mail розсилка.
- Лідогенерація.
- Ретаргетинг.

Основною метою маркетингових досліджень є формування життєвого циклу кожного сегменту цільової аудиторії на основі отриманої інформації, відповідно до якої в подальшому буде адаптовано інформаційну систему.

У роботах Г. Черчилля, Т. Брауна [3] проаналізовано основні методи маркетингових досліджень, основним інструментом яких є інформаційні системи, що дозволяють ефективно збирати й інтерпретувати інформацію, а також приймати рішення маркетологам відповідно до вимог різних сегментів користувачів.

Розробка інформаційної системи відбувається відповідно до схемо технічних і дизайнерських рішень, що дають можливість класифікувати цільову аудиторію користувачів сайту для задоволення критеріям конверсії (цілі маркетингових дій). Популяризація даного напрямку зумовлена також тим, що останні роки ознаменувалися нерозривним зв’язком між процесами ведення сучасного бізнесу і використання інформаційних технологій, що слугують не просто фактором конкурентної переваги, а виживання підприємства в глобальному сенсі. При цьому основною силою, що впливає на революційні зміни в методах ведення бізнесу, є інформаційні технології, які стали незамінним засобом взаємодії всіх суб’єктів ринку, інструментом ведення бізнесу, що універсально пристосований до оптимізації різнопланових бізнес-процесів.

У першу чергу, комплекс проблематики стосується процесів між стейкхолдерами бізнесу. Проблема утримання найвищого рівня

конкурентоспроможності зумовлює виникнення необхідності автоматизації основних бізнес-процесів інтернет-маркетингу [4] за допомогою інформаційних технологій і спричинює альтернативу вибору ефективної діалогової взаємодії між користувачем та інформаційною системою.

Формалізація основних переваг використання ефективної стратегії електронної комерції зумовлюють актуальність розробки механізмів оптимізації діалогової взаємодії «Людина-інформаційна система» на основі класифікації користувачів і створення їх моделей. Дані механізми повинні відігравати роль адаптованих до потреб користувачів схем роботи інформаційної системи.

1.2 Аналіз проблематики адаптації інформаційної системи до рівня експертності користувача

Тенденція активного поширення автоматизації основних процесів у системах управління продовжує конкурувати з використанням роботи людини-оператора. Авіація, будівництво, сільське господарство, хірургія – сфери людської діяльності, контроль над операціями яких не може бути здійсненим у повністю автоматизованому вигляді без втрати рівня якості результату, або навіть отримання негативних наслідків. Найбільш часто діалогова взаємодія «Людина – інформаційна система» спроектована із врахуванням фактору постійності системи для кожного з можливих операторів [5]. На противагу цьому підходу приймається до розгляду підхід Human Adaptive Mechatronics (HAM), що дозволяє спроектувати інформаційну систему відповідно до відмінностей між її користувачами.

Даний підхід визначається як синергетична інтеграція різноманітних технологій, обумовлена потребами людей і промисловості. Серед основних компонентів: механічні, інформаційні та електричні технології, а також системи управління [6]. Постійна адаптація мехатронної системи до рівня навичок користувачів регламентується необхідністю покращення рівня продуктивності, а

також вдосконалення майстерності користувачів. У сучасних наукових дослідженнях до розгляду була прийнята велика кількість адаптивних мехатронних систем, що дали поштовх появі нової науки – адаптивної мехатроніки людини – інтелектуальної електромеханічної системи, що може пристосовуватися до навичок користувача у різних середовищах і допомагати в покращенні роботи комбінованого людино-машинному комплексі для забезпечення кращої продуктивності. У загальному випадку рівень продуктивності оператора є стохастичною і залежить від часу. До того ж, користувач адаптується до змін в людино-машинній взаємодії і має змогу навчатися при повторюванні певних задач декілька разів. Тобто, процес адаптації інформаційної системи повинен відбуватися поступово.

Оптимальні параметри для інформаційної системи можуть бути визначені після процесу оцінювання навичок і продуктивності користувача. У свою чергу, пасивна адаптація навичок користувача відбувається за рахунок статичних і динамічних характеристик діалогової взаємодії. Пасивна адаптація виявляється в процесі, коли інформаційна система пристосовується до рівня експертності користувача, а не активно втручається в контрольні сигнали оператора. Пасивна адаптація не знайшла широкого відображення у літературі, але даний підхід був розглянутий у сфері телеоперацій і настройки управління на основі частотного відгука оператора, що оцінюється на основі декількох повторних виконань певної задачі. На основі досвіду розробляються закони настройки управління для проектування механізму.

Насамперед, підхід, заснований на знаннях застосовується для внесення змін у параметри інформаційної системи. У свою чергу, процес оцінювання навичок на основі моделі користувача, базується на концепції статистичної моделі навчання. Це дозволяє оцінювати середню продуктивність оператора з використанням статистичного розподілу зібраних даних. На наступному етапі використовується система нечіткого виводу для виділення оптимальних параметрів, а процедура прозводить до формування нової стратегії адаптивного управління. При цьому в

математичній моделі оператора немає потреби, що пов’язано зі складністю визначення точних значень змінних характеристик моделі користувача.

Для опису системи адаптації необхідно насамперед визначити основну ідею її роботи: внести зміни в алгоритм оптимізації для досягнення найвищого рівня адаптованості інформаційної системи до поточних навичок користувача. Основна ціль роботи алгоритму - це максимізація загальної довгострокової продуктивності системи. Основними етапами алгоритму адаптації є:

– Визначення намірів користувача (найбільш оптимальний підхід заснований на використанні прихованої марковської моделі формалізації робочого циклу. У даному випадку наміри трансформуються у ціль користувача, що пов’язана з послідовністю задач для її досягнення).

– Моделювання і оцінювання виконання задач (базується на концепції моделі статистичного навчання, що використовує підхід узагальненого екстремального значення розподілу кожної зі змінних продуктивності, що описує рівень експертності користувача).

– Визначення рівня відповідності роботи інформаційної системи вимогам користувача (для цього використовуються аналітичні методи).

Підхід, заснований на знаннях, реалізується шляхом використання експертної системи, яка приймає рішення про відповідність поточного параметра настройки ξ , що базується на результатах оцінювання рівня експертності користувача.

$$\xi^* = HeuristicOptimization\ (Z, \xi), \qquad (1)$$

де *HeuristicOptimization* є нечіткою.

Система логічного виводу використовується за умови, коли точна математична модель користувача не формалізована. На етапі адаптації параметрів змінні у векторі ξ^* використовуються для визначення нових параметрів настройки. Часовий ресурс і дискретність роботи системи відіграють найважливішу роль, оскільки процес адаптації не повинен перешкоджати зручності використання системи. На Рисунку 1.1 представлено формалізовану систему адаптації.

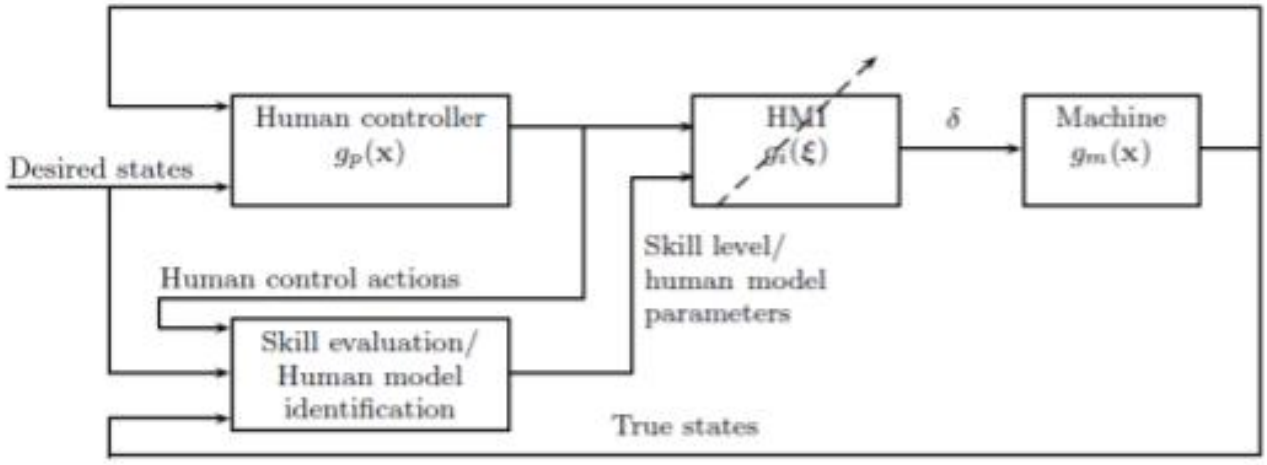


Рисунок 1.1 – Блок-схема системи адаптації

Контролер намагається управляти системою на основі бажаних та фактичних станів (намірів користувача). Користувач має певний рівень експертності, що оцінюється на основі визначеного наміру і станів, а також контрольних дій. Припускається, що алгоритм параметризований так, що інформаційна система може бути налаштована у відповідності до рівня експертності користувача. Для настройки необхідні параметри, що описують поведінку користувача: час, переходи, кількість взаємодій з системою.

Евристичні методи і підходи, засновані на знаннях, що використовуються за умови відсутності можливості формування точної математичної моделі користувача, можуть успішно застосовуватися для адаптації інформаційної системи до рівня експертності користувача і його динамічним характеристикам. Наприклад, використання нечіткої логіки в структурі інтелектуальної системи навчання, дозволяє виконувати настройку параметрів діалогової взаємодії шляхом імітації дій користувача. При налаштування чутливості δ або підсилення k використовується достатньо проста система, входами у якої є ймовірності високої продуктивності (PrHighPerformance), поточне підсилення (CurrentGain) і інформація про використання оператором повного діапазону управління для виконання задачі (FullControlUse):

$$\text{FullControlUse} = \frac{max_t|q(t)|}{\delta_{max}}, \qquad (2)$$

де δ – контрольний сигнал, а δ_{max} – максимальний доступний сигнал.

Перший вхід описує ймовірність отримання високого рівня продуктивності відносно будь-якого показника продуктивності або рівня екпертності. Значення індексу можна інтерпретувати як імовірність, тому що індекси масштабуються із використання статистичної моделі учнів. Вихід описує, чи повинно посилення бути збільшеним, зменшеним, залишеним без змін. Вихід має три постійні функції приналежності:

- DECREASE (значення -1).
- OK (значення 0).
- INCREASE (Значення 1).

Розглянемо дворівневий розподіл для кожного входу (змінні LOW і HIGH), де функції членства можуть бути будь-якого типу. Формуємо базу правил для настройки інформаційної системи:

- Якщо (PrHighPerf IS NOT HIGH) і (CurrentGain IS NOT LOW), то (GainSug = DECREASE).
- Якщо (PrHighPerf IS NOT HIGH) і (CurrentGain IS NOT HIGH), то (GainSug = INCREASE).
- Якщо (PrHighPerf = HIGH) то (GainSug = OK).

Ціллю першого правила є зменшення підсилення за умови низької продуктивності внаслідок зростання підсилення. Друге правило дозволяє збільшити підсилення, якщо низька продуктивність зумовлена його значенням. У кожному з випадків необхідною умовою є використання оператором повного діапазону управління, доки підсилення не збільшиться. Дефазифікація виконується методом зваженої суми критеріїв, оскільки не відбувається нормалізація суми до одиниці. Якщо нова точка даних не відповідає правилам, то всі виходи отримують низькі

ваги. Залежно від рівня відповідності точки входу базі правил змінюється достовірність рішення, а отже і більш ефективні зміни системи.

2. ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ ТА МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ

2.1 Мета і задачі дослідження

У ході виконання кваліфікаційної роботи магістра було поставлено задачу розробки моделей оптимізації діалогової взаємодії «Людина-інформаційна система» для задач інтернет-маркетингу. Основна мета – це розробка і впровадження механізмів, що дозволяють задовольнити потреби різних сегментів користувачів за рахунок використання адаптованих сценаріїв роботи інформаційної системи.

Основні задачі роботи були сформовані внаслідок попередньо проведеного аналізу предметної області:

- Аналіз бізнес-процесів інтернет-маркетингу й електронної комерції в мережі Інтернет;
- аналіз особливостей та основних процесів оптимізації маркетингових бізнес-процесів;
- аналіз математичного інструментарію для формування механізмів оптимізації;
- планування робіт проекту;
- вибір оптимального математичного апарату, інтеграція і впровадження у процеси розробки ефективної діалогової взаємодії;
- вирішення задач класифікації й оптимізації на основі вхідних даних і потреб користувачів системи;
- формування і впровадження адаптованих сценаріїв діалогової взаємодії між користувачем та інформаційною системою і дослідження результатів.

2.2 Аналіз методів збору маркетингової інформації

Основною задачею маркетингових досліджень є забезпечення маркетологів актуальною інформацією (прогнозовані зміни потреб і поведінки користувачів системи, сегментація ринку, фінансові потоки, крива попиту фірми та актуальність пропонованого продукту чи послуги і т.д.), що є основою для прийняття рішень. Існує два методи збору маркетингової інформації [3] :

– Проектний - розробка та реалізація проектів, які дозволяють вирішити конкретну проблему.
– Системний - організована система, яка буде представляти маркетингову інформацію та виконувати процес прийняття рішення на постійній основі.

Маркетингове дослідження в формі проекту може прояснити певні питання в конкретний момент часу. Протилежно йому, системний метод, заснований на маркетинговій інформаційній системі, рідко демонструє всі деталі в певній ситуації, але має змогу пояснити певні питання навіть за умови, коли умови змінюються.

Найбільшою проблемою проектів є їх непостійний характер. Часто проекти розробляються під час кризи та поспішно, що змушує зосереджуватися на зборі та аналізі інформації, а не на розробці відповідного інформаційного моніторингу на регулярній основі. Один із способів вирішення цієї проблеми – розглядати управління як постійний процес прийняття рішення, який вимагає поступання інформації регулярно, і не тільки під час кризисних ситуацій. Сьогодні цього досягають, використовуючи певні засоби маркетингових інформаційних систем та/або систем підтримки рішень.

Аналітики пропонують доступ до постійного потоку інформації, що були пов’язані з розробкою маркетингових інформаційних систем (МИС), які визначені як «набір процедур і методів, призначений для регулярного, запланованого збору, аналізу та розподілення інформації для підготовки і прийняття маркетингових рішень ».

Ключовим словом в даному визначенні є саме «регулярний», оскільки маркетингові інформаційні системи призначені для неперервного, а не одноразового, як під час проведення дослідницького проекту, збору інформації.

На противагу МІС, які призначені для підготовки числа звітів, системи підтримки рішень (СПР) представляють собою програми, які допомагають менеджерам більш детально використовувати наявну інформацію при прийнятті технічних або інших рішень. Формальне визначення СПР звучить наступним чином: «Сукупність даних, систем, інструментів і методик з відповідним програмним і прикладним забезпеченням, з допомогою яких організація збирає необхідну інформацію, внутрішню і зовнішню, інтерпретує її і використовує для прийняття маркетингових рішень». Таким чином, окрім зберігання інформації, СПР надає моделі для аналізу даної інформації - наприклад, для створення таблиць або графіків ключових даних, які дозволяють побачити, як змінити певні параметри. Як засоби СПР, так і засоби МІС використовуються для підвищення якості обробки інформації для прийняття більш якісних маркетингових рішень.

Основний недолік як МІС, так і СПР – це обмеженість їх ефективності тим об'ємом даних, який був у них введений. Якщо необхідні дані не були введені, то система не зможе ефективно впливати на прийняття актуальних маркетингових рішень. У деякому розумінні ця проблема залишається неминучою, так як менеджери постійно отримують нову інформацію і використовують це у своїй роботі. Коли недоліки традиційних МІС стали більш очевидними, увагу привернули системи прийняття рішень. Система підтримки рішень включає в себе систему даних, систему моделей і діалогову систему, яка дозволяє менеджеру використовувати СПР в інтерактивному режимі (Рис.2.1).

Система даних у СПР об'єднує процеси збору та зберігання даних із сфери маркетингу, фінансів та виробництва, а також інформацію, що з'являється з усіх зовнішніх або внутрішніх джерел.

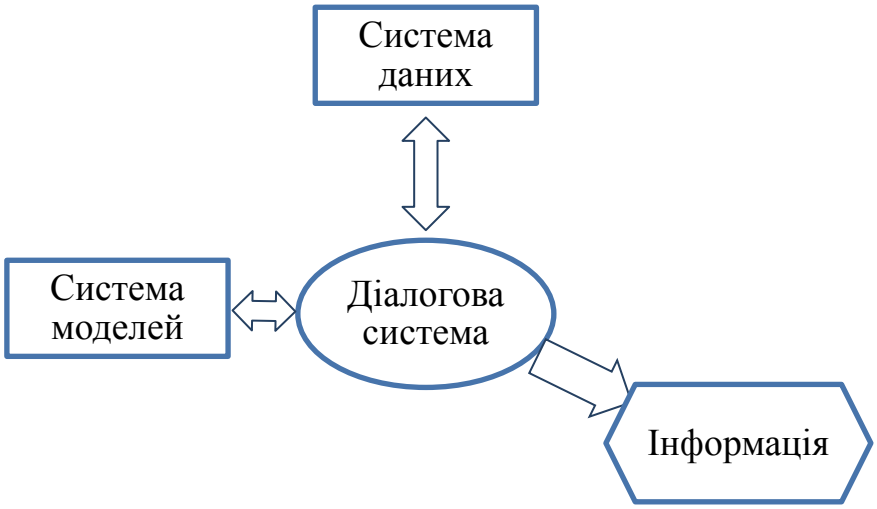


Рисунок 2.1 – Складові системи прийняття рішень

Стандартна система даних складається з модулів, що містять інформацію про користувачів, економічну та демографічну ситуацію, конкурентах, галузь, включаючи тенденції на ринку. Звідки система бере дані? Один з нещодавно перевірених дослідів компаній, що знаходяться у списку «Fortune 500», показав, що 62% даних - це дані про внутрішній облік даних (внутрішня обробка даних), інші - дані маркетингових досліджень та маркетингових розвідок. Основна задача СПР полягає в тому, щоб з оптимальним ступенем деталізації зібрати маркетингову інформацію, яка необхідна для прийняття рішення (релевантна), а потім - представити її в дійсно зручній для користувача формі. Особливо важливо, щоб методи управління базою даних, вбудовані в систему, дозволяли логічно організовувати дані – подібно тому, як це зроблено за допомогою менеджера.

До складу системи моделей, що є основною складовою СПР, входять всі процедури, які дозволяють користувачеві оперувати даними з ціллю виконання аналізу. Коли менеджер вивчає дані, у нього вже є визначене уявлення про те, як працює система або процес, про те, яка цінна інформація може міститись у базі даних. Такі ідеї називаються моделями. Крім того, майже всі менеджери хочуть мати можливість обробки даних, що дозволяє краще вирішити їх маркетинговий питання. Такі методи обробки даних називають процедури.

Діалогові системи дозволяють працівникам компанії, не будучи програмістами, працювати з базою даних, використовуючи системи моделей з ціллю отримання звітної інформації, що задовольняє їх конкретні інформаційні потреби. Звітна інформація може бути виведена у формі таблиць або графіків, при цьому формат задається самим менеджером. Діалогова система може бути пасивною, коли параметри аналізу вибирають користувачі через меню, або активною, коли користувач сам задає умови і задачі в командному режимі. Основна особливість полягає в тому, що менеджер самостійно, без допомоги програміста, виконує аналіз, використовуючи комп'ютерний термінал і діалогову систему. Діалогова система видає лише затребувану інформацію, а не весь масив даних. Менеджер може поставити не одне запитання, а необхідну кількість.

Відповідно до зростання доступності онлайн баз даних зростають потреби в більш якісних діалогових системах. Діалогова система - це те, що виводить дані для особи, що приймає рішення. Один з способів вирішення проблеми складності механізмів роботи діалогових систем - розподілені мережеві обчислювальні мережі. Подібні системи використовують загальний інтерфейс або сервер. Завдяки такому серверу за допомогою декількох елементарних команд аналітик може вводити і запитувати дані, проводити аналіз електронних таблиць, створювати графіки, виконувати статистичний аналіз і завантажувати результати. Подібні можливості описуються технічним терміном «добування даних» (data mining), а комерційні організації сподіваються, що це дозволить збільшити продажі і прибуток за рахунок кращого розуміння своїх клієнтів.

Сучасні інформаційні маркетингові системи та системи підтримки рішень пропонують таке число інформації, що управління нею перетворюється в стратегічну задачу. Саме проведення маркетингових досліджень є передумовою вирішення задачі класифікації користувачів системи, що дозволить у подальшому адаптувати їх діалогову взаємодію з інформаційною системою.

2.3 Аналіз математичних методів оптимізації і класифікації

«Задача оптимізації в математиці - це завдання на пошук екстремуму дійсної функції у деякій області» [7]. Перший етап задачі оптимізації будь-якого виду – це задання набору незалежних змінних та характеризуючих прийняті значення умов (обмежень). Скалярна міра «якості», описана у вигляді цільової функції, частково або повністю залежить від заданих змінних. «Знаходження задовільного набору значень, при якому цільова функція стає прийнятною – це розв'язання задачі оптимізації» [7]. Перш за все, на знаходження структури вихідних значень для формалізації моделі і прийнятних параметрів, впливає необхідність оптимального її відображення у реальності.

«Нехай задано множину X (допустима множина задачі) і функція f(x) (цільова функція), що визначена на X. Необхідно знайти точки мінімуму або максимуму функції f(x) на X. Задача оптимізації, цільова функція якої мінімізується, має вигляд:

$$f(x) \to min,\ x \in X \qquad (2.1)$$» [7].

Розглядаються задачі, де прийнятна і обмежена множина розміщена в евклідовому просторі: R^n.

Можемо знайти локальне рішення задачі (1.1) за умови, якщо:

$$f(x^*) \leq f(x),$$

для всіх $x \in X$ точка $x \in X$ є точкою глобального мінімуму f(x) на множині X.

Процес відбору характеристик, які використовуються у якості змінних для задачі класифікації, прямо пропорційно ускладнюється залежно від кількості і якості обраної множини. Оптимальні фактори, що тим чи іншим чином видозмінюють задачі оптимізації, дозволяють сегментувати відомі методи оптимізації, що класифіковані у табличному вигляді (Таблиця 2.1).

Таблиця 2.1 – Класифікація методів оптимізації

Ознака	**Види методів оптимізації**
Вид вхідної та вихідної інформації в задачі оптимізації	Аналітичні, чисельні, графічні, експериментальні методи, методи досліджень різних варіантів
Локальний і глобальний екстремум функції	Методи локальної і глобальної оптимізації
Вимірність допустимої множини	Методи одновимірної і багатовимірної оптимізації
Вид цільової функції та допустимої множини	Методи лінійного і нелінійного (опуклого і цілочислового) програмування
Гладкість цільової функції, наявність частинних похідних цільової функції	Прямі методи, методи першого і другого порядку
Природа множини X	Методи дискретного, цілочислового, лінійного, нелінійного програмування
Задачі дослідження операцій	Методи параметричного, динамічного, стохастичного програмування

«Задача класифікація формалізується у вигляді завдання на сегментування множини обраних об’єктів на класи за певними ознаками. Задано множину варіантів (скінченну), для яких встановлено відповідність набору класів. Це і являється визначальною особливістю вибірки, оскільки для інших об’єктів приналежність до

класу невідома» [8]. Задача зводиться до розробки унікального алгоритму для визначення взаємозалежностей між об’єктами і класами. Визначення порядкового номеру класу для обраного об’єкту – це основне завдання для задачі класифікації.

Задача дискретного аналізу, що основним представником задачі класифікації, використовується у напрямках Machine Learning і Data Science, де нейронна мережа у ході експерименту навчається з учителем. Підходи навчання без вчителя приміняються для кластеризації, оскільки в такому випадку можливо лише встановлювати взаємозв’язки на основі подібності між об’єктами.

Для мереж Кохонена у кожній ітерації необхідно використовувати такі формулювання:

– Співвідносність розмірності родового і множини видових понять.
– Взаємовиключність об’єктів класифікації.
– Послідовність поділу.

Множина об’єктів і ознак прямо пропорційно впливає на видозміну класичної задачі, яка може бути:

– Simple Classification, наприклад, дихотомія, коли родове поняття ділиться лише один раз за певною ознакою.
– Complex Classification – використання певного набору характеристик класифікації для синтезу у подальшому отриманого поняття.

Основним завданням класифікації є побудова унікальної моделі, у якій оперування набором вхідних значень призводить до отримання незалежного вихідного значення. Тобто, сегментація множини об’єктів за обраним набором характеристик призводить до виявлення нових класів на основі їх взаємозалежностей.

2.4 Аналіз методів теорії прийняття рішень

Визначення марковського процесу прийняття рішень полягає у поясненні випадкового процесу з недискретним періодом часу, де функції розподілу часу з експоненціальним характером визначають в якому стані перебуває процес перш ніж перейти в інший стан. Основна перевага марковського процесу – це можливість дослідження часу перебування процесу у певному стані, а також еволюції кожної ітерації [19].

Основна відмінність напівмарковського процесу прийняття рішень від марковського – це факт довільності функцій розподілу часу. Завдяки даній особливості розширено спектр задач, які можуть бути вирішені за допомогою обраного методу [20].

Рівень адекватності отриманих результатів зростає у прямо пропорційному відношенні до ускладнення моделей, але одночасно із цим підвищується складність математичного апарату і процеси обробки інформації. Насамперед, марківський процес прийняття рішень – це видозміна задачі прийняття рішення у спостережуваному середовищі з марковською моделлю переходу. Найчастіше він служить математичним базисом для моделювання прийняття рішень у ситуаціях, коли множина результатів розділена на випадкові і підконтрольні відповідальній ОПР.

Теорія «динаміки ймовірностей» слугує основою для марковських випадкових процесів, а завдяки її простоті й наочності, точності й вірогідності отриманих результатів, вона активно використовується фахівцями, діяльність яких пов’язана з вирішенням задач Operations Research і Decision-making Theory.

Розглянемо дискретні моменти часу $\{t_k\}, k = 1,2, \dots, n$. У даному випадку, нехай ε_{t_k} – це випадкова величина, яка описує стан системи у певний момент часу t_k. Із множини обраних величин формується стохастичний процес, а ось стани в момент часу t_k, які описують можливий стан системи в даний момент часу, є групою подій, які взаємовиключають одне одного [21].

Розглянемо процес із певним набором станів. Вводимо постулат переходу: Якщо процес знаходиться у стані i, то проводимо випробування і визначаємо за його результатами, куди перейде процес у майбутньому. Сума ймовірностей переходу між станами повинна рівнятися одиниці незалежно від розподілу значень імовірностей для кожного стану:

$$\sum j = 1^m \times p_i(j) = 1,$$

де m – це кількість станів.

Розглянемо випадковий процес з початкового моменту часу 0, що відбувається протягом декількох етапів. Задано початковий розподіл імовірносте у вигляді вектору p(o), в якому ймовірність знаходження процесу у момент часу 0 в стані і визначений як p(o)(i). Розрахуємо імовірність послідовного переходу процесу в інші стани $i_0, i_1, \ldots, i_t$:

$$P(i_0, i_1, \ldots, i_t) = p^{(0)}(i_0) \times p_{i_0}(i_1) \times \ldots \times p_{i_{t-1}}(i_t).$$

Розглянемо вектор $p^{(t)}$- сформований ймовірностями допускання знаходження процесу у відповідному стані в обраний момент часу. Сформуємо матрицю P, що складається з i рядків , j стовпчиків.

У даному випадку процес називається марковським ланцюгом, а сформована матриця – матрицею перехідних імовірностей марківського ланцюга. Саме зручність знаходження значення вектора $p^{(t)}$ обумовлює вибір матричного способу представлення перехідних імовірностей:

$$p^{(t)} = p^{(0)} \times p^t.$$

За обраних умов маємо стабілізацію множини векторів навіть при великих значеннях t, достатньою умовою чого є невід′ємність значень матриці.

Розглянемо граф переходів, де відображено стани марковського ланцюга (вершини) і елементи матриці (дуги). Сформований граф на Рисунку 2.2 – послідовність ймовірних переходів між станами системи. Проходження між вершинами графу – це марковський ланцюг.

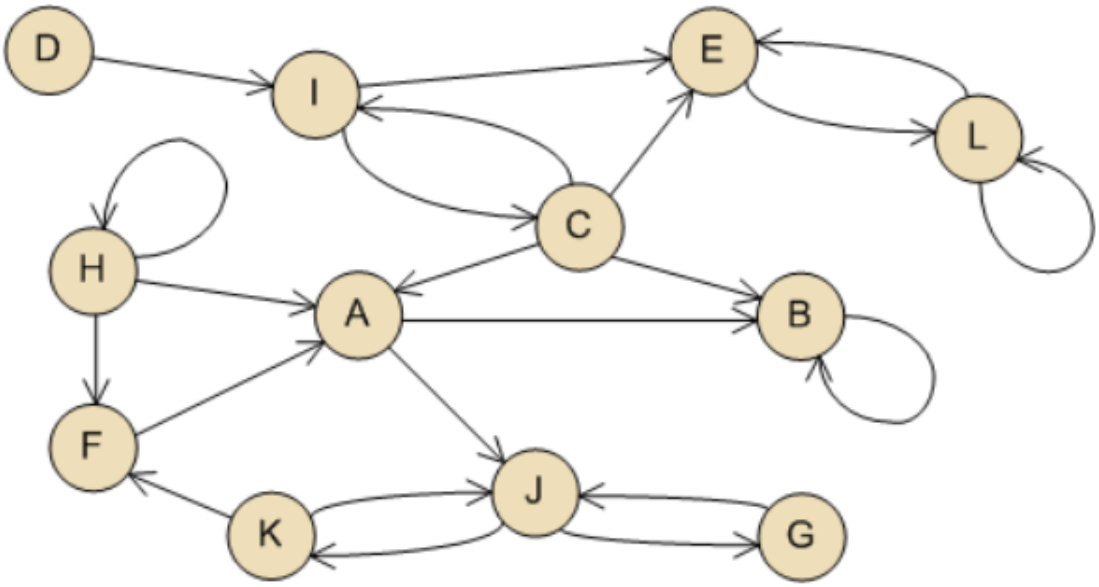


Рисунок 2.2– Граф марківського процесу

Ергодичні класи у даному випадку презентують тупикові вершини графа - групи станів марковського ланцюга. Розглянемо діаграму порядку графу марковського ланцюга для вищенаведеного графу (Рис. 2.3).

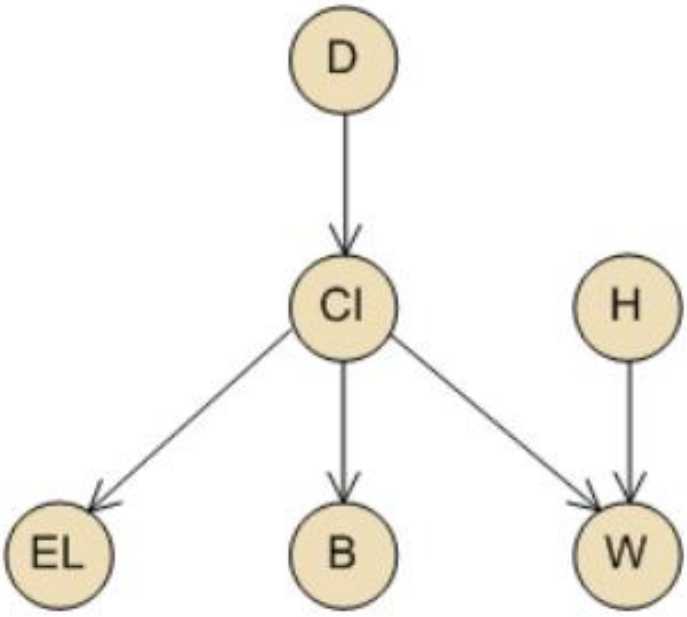


Рисунок 2.3– Діаграма порядка графу марківського ланцюга

Виділимо три основних ергодичних класи: $S_1 = \{E, L\}$, $S_2 = \{B\}$, $S_3 = \{A, G, K, F, J\}$. Множина вершин $\{A, G, K, F, J\}$ водночас із цим позначена буквою W. Для вирішення задачі розглядаються лише суттєві стани – в ергодических стана, оскільки процес опиняється в одному з них.

Необхідно визначитися із вхідними даними до задачі прийняття рішень. Змінна часу N, що дозволяє першочергово вводити додаткове обмеження по часовому ресурсу (адже сеанси на сайті не можуть бути безкінечними). Одне з основних завдань – знаходження оптимальної стратегії поведінки харківського ланцюга, за якої прибуток буде максимальним.

Позначимо максимальне значення , яке отримаємо за послідовність проходження етапів, через $f_n(i)$. Маємо:

$$f_n(i) = max_k \left\{ \sum_{j=1}^{m} p_{ij}^k \left[r_j^k + f_{n+1}(j) \right] \right\}, n = 1,2, \dots, N,$$

де k – це індекс використаного стратегічного переходу.

Основа рекурентного рівняння - це припущення про те, що сума прибутків $r_j^k + f_{n+1}(j)$ зумовлена переходом зі стану i на етапі n в стан j на етапі $n+1$ із ймовірністю p_{ij}^k . Вводимо наступну допоміжну формулу:

$$v_i^k = \sum_{j=1}^{m} p_{ij}^k \times r_{ij}^k.$$

Тоді маємо рекурентне рівняння, що можна переписати так:

$$f_N(i) = max_k \{ v_i^k \},$$

$$f_n(i) = max_k \left\{ v_i^k + \sum_{j=1}^{m} p_{ij}^k \times f_{n+1}(j) \right\}, n = 1,2, \dots, N-1.$$

Розвиток теорії випадкових процесів вплинув на появу напівмарковського процесу прийняття рішень. Розглянемо матрицю $Q = \{q_{ij}, i, j \in E\}$, що репрезентує однорідний марковський ланцюжок з $E = \{0,1,2, \dots\}$ кількістю станів, де:

$$q_{ij} = -q_i = -\sum_{\substack{j \in E \\ i \neq j}} q_{ij}.$$

Еволюціонування марковського ланцюга можна описати як перебування системи у і-му стані в момент часу θ_i, і подальший перехід в наступний стан j з такою імовірністю:

$$p_{ij} = {}^{q_{ij}}/_{q_i},\ i,j \in E.$$

Напівмарковська матриця сформована шляхом використання розрахункової підмножини:

$$Q(x) = \{Q_{ij}(x), \qquad i,j \in E\},$$

яка задовольняє наступні умови:

- $Q_{ij}(x) \equiv 0, x < 0,\ \ i,j \in E$;
- $Q_{ij}(x)$ – не спадні вимірні функції;
- $\sum_{j\in E} Q_{ij}(\infty) \leq 1,\ \ i \in E$.

Нехай $(\Omega, \beta, \text{þ})$ – вірогіднісний простір, де визначені наступні величини:

- $L(\omega)$ приймає значення з $\{1,2, \dots, \infty\}$;
- $\varepsilon_n(\omega)$ визначені для $0 \leq n \leq\ L(\omega)$, які приймають значення із E;
- $\tau_n(\omega)$ визначені для $0 \leq n \leq\ L(\omega)$, які приймають такі значення в $[0, \infty]$, що практично для всіх $\omega \in \Omega$:

$$0 = \tau_0(\omega) \leq \tau_1(\omega) \leq \cdots.$$

Припускаємо, що для будь-якого $n \geq 0$ σ-алгебра β має підмножини породжені множинами:

$$\{\omega: \varepsilon_m = k, \tau_{m+1} - \tau_m \leq t, L(\omega) > n, m = \overline{0,n}\},$$

де $k \in E,\ \ t \in [0,\infty)$.

Процес $\{\varepsilon_{n+1}(\omega), \tau_{n+1}, L\}$ називаємо процесом марківського востанновлення, який утворюється напівмарківською матрицею $Q(x)$ на $\{\omega: L(\omega) > n\}$ для будь-якого $j \in E, t \in [0,\infty), n \geq 0$.

Визначаємо $\theta_n = \tau_{n+1} - \tau_n, n \geq 0$, де задаються перехідні ймовірності двомірного ланцюга Маркова $\{\varepsilon_n, \theta_n, L\}$:

$$P\{\varepsilon_{n+1} = j, \quad \theta_{n+1} \leq t[\varepsilon_n, \theta_n\} = Q_{\varepsilon_n j}(t).$$

Маємо:

$$\acute{Ç}(\omega) = sup_{0 \leq n \leq L} \tau_n(\omega).$$

$\{\varepsilon(t), \acute{Ç}\} = \{\varepsilon_{N(t)}, L\}$ – це формалізація напівмарковського процесу прийняття рішень. «Для цього процесу величини τ_n називаються моментами переходу (або зміни стану), ε_n визначають стани в момент $n-$ го переходу, а θ_n називають часом перебування напівмарківського процесу у стані ε_n, $N(t)$ (загальне число переходів за час t), $N_j(t)$, $j \in E$, (число потраплянь в $j-$ й стан за час t), L – загальна кількість переходів процесу, включаючи момент $\tau_0 = 0$.

$$N(t) = \sum_{j \in E} N_j(t).$$ » [22]

Розглянемо методи, що дозволяють задати напівмарковський процес:

- «Матриця $P = \{Q_{ij}(\infty), i, j \in E\}$ перехідних імовірностей $\{\varepsilon_n, n \geq o\}$ і функціє-розподільна матриця переходів ε_{ij} $P(x) = \left\{ {Q_{ij}(x)}\Big/{Q_{ij}(\infty)}, \quad i, j \in E \right\}$.
- Вектор-функція розподілу часу перебування процесу в певному стані і $p(x) = \{P_i(x), i \in E\}$, а також $q(u) = \{q_{ij}(u), i, j \in E\}$.
- Матриця випадкових величин $\{\acute{Ç}_{ij}, i, j \in E\}$, $\theta_i = \sum_{j \in E} \sigma_{ij} \times \acute{Ç}_{ij}$, з функціями розподілу:

$$S_{ij}(t) = 1 - exp\left\{\int_0^t \frac{dQ_{ij}(u)}{1 - P_i(u)}\right\}.$$ »[23]

Характеризувати напівмарковський процес як ефективну модифікацію харківського процесу прийняття рішень можна завдяки формалізації його основних змінних та елементів. Перш за все, напівмарківський процес відображає основні властивості марківського процесу із врахуванням незалежності майбутніх станів

системи від поточного. У той же час, напівмарковський процес містить властивості процесів відновлення, що зявляються за умови наявності моментів послідовного потрапляння системи у фіксовані стани. [24]. Внаслідок цього ознака марковості постійно порушується і відновлюється у проміжках між переходами і власне у самих проміжках відповідно [25].

Прихована марковська модель – це статистична модель, що імітує роботу процесу, який схожий на марковських процес, але з невідомими параметрами. Задачею вважається прогнозування невідомих параметрів на основі спостережуваних [26]. Оскільки стани системи невідомі (а лише ймовірності переходів), то ми маємо можливість спостерігати лише за змінними, на які впливає даний стан (при цьому кожен стан має вірогіднісний розподіл серед множини всіх вихідних значень).

Загальна структура прихованої марковської моделі складається з таких змінних: *x(t)* – значення невідомої змінної в обраний період часу *t* , *y(t)* – значення відомої змінної в момент часу *t* . Змінні взаємопов'язані (Рис.2.4).

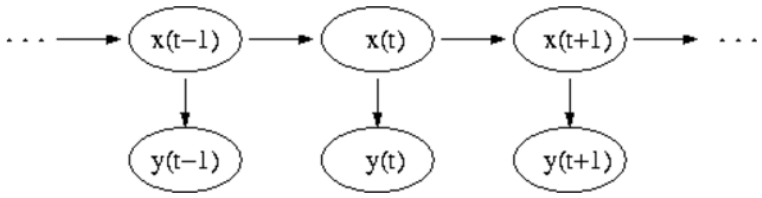


Рисунок 2.4 – Структура прихованої марковської моделі

Значення невідомої змінної *x(t)* в момент часу *t* залежить лише від спостережуваної змінної в момент часу (*t-1)* , що відображає основну властивість Маркова. У той же час значення відомої змінної *y(t)* залежить від невідомої - *x(t)*(в момент часу *t*).

Задамо ймовірність появи послідовності *Y=y(0), y(1),…, y(L-1)* довжиною *L* , що дорівнює:

$$P(Y) = \sum_X P(Y|X)P(X) \ ,$$

де сума враховує кожну послідовність прихованих вузлів *X=x(0), x(1),…,x(L-1).* Метод повного перебору ускладнює задачу. Саме для раціонального розрахунку

будемо використовувати алгоритм Вітербі, що являє собою алгоритм пошуку списку станів (шлях Вітербі), який за умови розгляду марковських ланцюгів приймає найбільш імовірну послідовність подій, що відбулися [27]. Відноситься до алгоритму динамічного програмування, і заснований на таких припущеннях:

– Спостережувані і невідомі стани повинні утворювати послідовність.

– Дві послідовності повинні бути вирівнянні (всі стани повинні відповідати один одному).

– Обчислення найбільш імовірної прихованої послідовності до моменту часу *t* повинно залежати тільки від спостережуваної події в даний момент часу і від найбільш імовірної послідовності до моменту часу (*t-1).*

Нехай існує прихована марковська модель з простором станів $S=\{s_1, s_2, \ldots, s_K\}$, де К –загальна кількість можливих станів системи. Стани, які приймає система, невідомі. Визначимо через x_t стан системи у певний момент часу *t.* На виході отримуємо видиме спостереження $y_t \in O = \{o_1, o_2, \ldots, o_N\}$, де N – кількість можливих спостережуваних значень на виході. Якщо R_i - це початкова ймовірність перебування системи в стані i , а $a_{i,j}$ - ймовірності переходу зі станів i в стани j.

Нехай на виході спостерігається послідовність $y_1, \ldots, y_T$, тоді найбільш імовірна послідовність станів системи $x_1, \ldots, x_T$ для заданої послідовності можна розрахувати за допомогою наступних рекурентних співвідношень:

$$V_{1,k} = P(y_1|k) \times R_k$$

$$V_{t,k} = max_{x \in S}(P(y_1|k) \times a_{x,k} \times V_{t-1,x}) \quad ,$$

де $V_{t,k}$ – це імовірність найбільш вірогідної послідовності станів, що співвідносяться з першим *t* спостережених значень , які завершуються в стані k . У свою чергу, шлях Вітербі знаходиться за рахунок показників, що записували стани x у другому рівнянні.

Нехай Ptr (k,t) – це функція, яка повертає значення x , що використовується для підрахунку $V_{t,k}$, якщо t≥1 , тоді:

$$x_T = \arg max_{x \in S}(V_{T,x})$$

$$x_{t-1} = Ptr\ (x_t, t)$$

де *arg max* – це аргумент максимізації.

Ймовірності переходу можна підсумувати в матриці, з сумою кожного ряду, що дорівнює 1. Така матриця називається стохастичною матрицею *(I, j)* і визначається як $p_{i,j}$ - ймовірність переходу між *i i j*. При розрахунку потужності матриці P^k запис *(i, j)* представляє ймовірність переходу зі стану і в стан *j* на *k* кроці. Зачасту, маємо вектор початкових ймовірностей $q = (q_1, \ldots, q_n)$ для кожного стану в момент часу $t = 0$. Таким чином, імовірність перебування у стані і в момент часу *t* буде дорівнювати *i*-му запису вектора $P^k q$.

2.5 Аналіз методу зваженої суми критеріїв для вирішення багатокритеріальних задач прийняття рішень

Перш ніж провести класифікацію користувачів системи і розпочати вирішення задачі оптимізації діалогової взаємодії між інформаційною системою та користувачем, необхідно вирішити питання знаходження вхідних даних для прийняття рішень за допомогою відносно простого математичного апарату. Перш за все необхідно приймати до уваги пріоритети особи, що приймає рішення стосовно стратегій адаптації, а також формалізувати їх. У результаті, маємо можливість вирішити багатокритеріальну задачу прийняття рішень, що дозволить обрати оптимальні стратегії адаптації сайту до рівня експертності користувачів.

Задачі прийняття рішень, що можуть бути використані в ході дослідження – багатокритеріальні [10]. Тобто, варіанти рішень оцінюються за допомогою критеріїв:

$$f_1, \ldots f_m, m \geq 2\ .$$

Як правило, за кожним із критеріїв визначається найкращий варіант, тобто не може бути варіанту, що виявився оптимальним за обраною множиною критеріїв. Саме складністю пояснюється основна відмінність такого виду задач від однокритеріальних, а отже і необхідністю використання спеціальних методів їх вирішення [11].

Метод, що найчастіше використовується – це метод зваженої суми критеріїв (МЗСК), в основі якого лежить згортання множини критеріїв в один критерій F, що дорівнює сумі критеріїв, які зважені коефіцієнтами їх важливості (вагами). Основні причини, які впливають на популярність методу:

– Відносна простота і зрозумілість математичного апарату.
– Зручність проведення розрахунків.
– Видозмінюється відповідно до поставлених вимог в задачі (вибір одного чи декількох оптимальних варіантів, сортування існуючих варіантів відповідно до критеріїв, тощо).

Для використання методу у вирішенні задач прийняття рішень, рівень обізнаності користувача може не бути високим. Аналоги методу потребують великих обсягів робіт з опрацювання інформації. Відповідно до широкого різноманіття багатокритеріальних задач немає достатньої кількості універсальних методів. Вищенаведені факти підтверджують актуальність використання методу зваженої суми критеріїв для вирішення багатокритеріальних задач [12].

У той же час метод має декілька недоліків, що перш за все пов’язані з відсутністю фізичного змісту параметрів, що використовуються у ході її вирішення [10]. Даний факт негативно впливає на можливість обґрунтування вибору оптимального варіанту у процесі прийняття рішень. Тобто, у момент отримання узагальненого показника для кожного з обраних параметрів, вибір оптимального може пояснюватися лише залежністю результатів від суб’єктивно призначених ваг коефіцієнтів.

Більш вагомий недолік пов'язаний з використанням постійних коефіцієнтів важливості (вагів), оскільки при такій ситуації виникає твердження, що співвідношення критеріїв важливості однакове незалежно від значень критеріїв [10]. Однак, виникають ситуації, коли сукупність двох критеріїв важливості залежить від значень інших критеріїв. Наприклад, при відсутності детального опису товару на сайті інтернет-магазину наявність його зображення або схеми важливіше, ніж наявність аналогів цього товару. У випадку, коли наявний детальний опис товарів, то важливою вважається наявність внутрішніх посилань на рекомендовані (або схожі) товари.

Якщо розглядати МЗСК як математичну модель переваг, то слід розпочати з математичного формулювання.

Нехай Z_f- множина значень критерію f_i(шкала його градацій). Вважаємо, що переваги зростають в залежності від зростання значення кожного критерію, оскільки задача в максимізації критеріїв (критерії позитивно-орієнтовані). Значення критеріїв $y_1 = f_1(x), \dots, y_m = f_m(x)$ характеризують кожен із варіантів *x*, а також у сукупності представляють критеріальну оцінку цього варіанта: $y = (y_1, \dots, y_m)$. Нехай X – множина всіх варіантів.

Шляхом зіставлення векторних оцінок варіантів відбувається їх порівняння за перевагою. Виникає проблема, пов’язана із співвідношеннями між критеріями і варіантами. Тобто якщо значення певних критеріїв більші для першого варіанту із порівняння, і в той же час значення інших параметрів – для другого, то отримуємо невирішену складність, яка вирішується згортанням векторного критерію, до розгляду приймається зважена сума критеріїв:

$$F(f|w) = w_1 f_1 + \dots + w_m f_m, \qquad (2.4.1)$$

де додаткові значення w_i , які дають в сумі 1, - це коефіцієнти важливості (ваги), призначенням яких є врахування відносної важливості критеріїв.

Після того, як коефіцієнтам призначено величини, кожен варіант *x* відповідно до формули (2.4.1) характеризується одним числом – значенням зваженої суми критеріїв:

$$F(f(x)|w) = w_1 f_1(x) + \cdots + w_m f_m(x). \quad (2.4.2)$$

Варіант вважається більш переважним за умови, що більшим виявляється значення показника зваженої суми. При цьому, функція (2.4.1) є адитивною функцією цінності спеціального вигляду, а необхідною умовою для її використання є наявність фактів, що гарантують її існування [15]. Однією із таких умов є взаємонезалежність використаних критеріїв переваг.

Функція цінності належить до класу математичних моделей теорії вибору, а також являє собою своєрідний індикатор вибору [18]. Вона дає можливість звести задачу вибору оптимальної альтернативи до вигляду структурованої математичної задачі максимізації функції. Основною перевагою функції цінності є відносна незалежність її значень, отриманих на виході, від кількості вхідних альтернатив, тобто використовувати алгоритм можна неодноразово для вирішення різноманітних задач прийняття рішень. Саме функція цінності дозволяє структурувати і зафіксувати систему переваг експерта (особи, що приймає рішення), що дозволяє автоматизувати процес прийняття рішень.

МЗСК може використовуватися для вирішення задач з однорідними або нормованими неоднорідними критеріями. Розглянемо перший варіант використання методу, оскільки це найпростіший випадок, коли всі критерії мають загальну шкалу: $Z_1 = \cdots = Z_m = Z_0$. Приймаємо до розгляду саме бальну шкалу, де ціна балу однакова для всіх критеріїв. Для спрощення методу розглядаємо всі критерії з однаковою важливістю: $w_1 = \cdots = w_m = {}^1\!/_m$.

У даному випадку зважена сума приймає вигляд середнього балу:

$$F(f(x)|w) = \frac{1}{m}(f_1(x) + \cdots + f_m(x)). \quad (2.4.3)$$

Часто, в задачах загальна шкала критеріїв розглядається як кількісна, що може бути виконано лише за умови наявності кількісної шкали критеріїв. Тобто, призначення формули (2.4.3) – арифметичні операції відносно значень критеріїв, а отже шкала повинна бути кількісною для характеристики переваг, щоб мати підстави сформулювати висновок про перевагу критерію x' над x'', якщо $F(f(x')|w) > F(f(x'')|w)$. Важливо не приймати рішення про використання нумерації лінгвістичних критеріїв за перевагою як значень критеріїв у формулі (2.4.3).

Наступною помилкою при використанні МЗСК є допущення про рівномірність загальної шкали критеріїв. Розглянемо формулу (2.4.3) як модель переваг. Перш за все, проаналізуємо таку її особливість: якщо значення одного з її критеріїв (наприклад, f_i) зменшити на величину δ, а значення іншого критерію на ту ж саму величину збільшити, то величина суми (2.4.3) залишиться незмінною. Тобто, зменшення значень одних критеріїв може компенсуватися таким же збільшенням значень інших критеріїв, що можна примінити для всього діапазону шкали критеріїв (Z_0). Саме це дає підставу вважати, що шкала критеріїв рівномірна, а переваги зростають поступово. Проте, доцільність вищенаведеного твердження не може бути використана у багатокритеріальних задачах прийняття рішень, де використано більш ніж 2 критерії.

Під час вирішення задач з використанням МЗСК може виникати можливість випадкового відкидання певних варіантів, що могли би виявитись оптимальними. Прикладом таких умов є вибір між критеріями, що передбачає можливість вираження оптимального варіанту у вигляді збалансованого середнього значення критеріїв, а не максимальне.

Наприклад, для користувача сайту важливий критерій зручної структури пересування по сайту і швидкості завантаження його сторінок. Шкала оцінювання десятибальна. На першому сайті користувач весь час повинен довго чекати завантаження сторінок , але отримує зручну структуру (тобто перший критерій має

значення 1, а другий 10). Другий же сайт завантажується дуже швидко, але користувач не може зрозуміти, як здійснити перехід на необхідну йому сторінку (значення критеріїв 10 і 1). Третій сайт завантажується із середньою швидкістю і має відносно просту структуру (значення критеріїв – по 5). Відповідно до формули (2.4.3) середні оцінки сайтів 5,5; 5,5; 5. Як наслідок, третій сайт буде виключений з множини варіантів без розгляду, хоча він міг би стати оптимальним для користувача.

Теоретично, можливість виключення потенціально-оптимальних варіантів (при необхідних значеннях вагів w_i). Наприклад, достатньою умовою є випуклість множини варіантів X і вираження критеріїв $f_i(x)$ як ввігнутих (лінійних) функцій. Однак, методи лінійного програмування [13] можуть виділяти лише вершини багатогранної множини обмежень, а отже при такому автоматизованому вирішенні задач з використанням МЗСК відмінні від вершин точки будуть автоматично відсіюватись.

При розгляді задач, де критерії мають загальну шкалу, але різну важливість, коефіцієнти приймаються до розгляду як кількісна оцінка важливості критеріїв. Згідно з методом зваженої суми критеріїв коефіцієнти важливості повинні бути додатними числами, що в сумі дають одиницю. Оскільки згідно з формулою (2.4.2) над ними проводяться арифметичні операції, то дані коефіцієнти відповідно до теорії змін, повинні розглядатися як результати кількісного вимірювання важливості (в шкалі змін), тобто повинно враховуватися твердження типу «Якщо $w_1 = 0{,}4$ і $w_2 = 0{,}2$, то перший критерій вдвічі важливіший, ніж другий». Найважливіша проблема при доказах даного твердження виникає, коли ступінь важливості визначається особою, що приймає рішення, оскільки немає точного формулювання даного поняття. Прийняття рішень зводиться до формулювання питань про те, наскільки перший критерій важливіший за інший або яка доля важливості припадає на кожний із критеріїв. Проблема заключається в неможливості формалізувати точне поняття, яке знаходить відображення у відповідях на дані питання [14].

Важливо те, що різні способи використання однакових величин коефіцієнтів важливості призводить до зовсім різних результатів. Але часто особи, що приймають рішення з оцінювання коефіцієнтів важливості не завжди розуміють, з якою ціллю результати їх роботи будуть використовуватися. Основний метод, що зміг вирішити поставлену проблему називається теорією важливості критеріїв [16], положення якого опираються на точні поняття переваги важливості одного критерію перед іншим (якісна важливість) і переваги важливості в певну кількість разів (кількісна важливість). Але передбачається приріст кількості помилок при збільшенні числа градацій бальної шкали [17].

Найбільш часто розглядаються загальний випадок, коли існують різні шкали для критеріїв, відповідно до їх природи та важливості. У таких випадках використання формули (2.4.1) не є можливим. Тому спочатку вхідні критерії (f_i') нормалізуються, що впливає на їх перетворення в безрозмірні, значення яких лежать в однакових діапазонах від 0 до 1. Внаслідок замість формули (2.4.1) виникає її узагальнення:

$$F(f'|w) = w_1 f_1' + \cdots + w_m f_m'. \qquad (2.4.4)$$

В узагальненому вигляді метод зваженої суми критеріїв може визвати так звану інтелектуальну помилку, що пов’язана з незалежністю процедур нормалізації критеріїв і призначення їм вагів. Для вирішення питання про доцільність використання формули (2.4.4) необхідно знову розглянути теорію адитивних функцій цінності у вигляді:

$$v(f) = v_1(f_1) + \cdots + v_m(f_m). \qquad (2.4.5)$$

Необхідно максимізувати кожен із критеріїв, а отже кожна функція цінності v_i є зростаючою. За її допомогою кожен варіант оцінюється її значенням: $v(f(x))$, а від величини числа прямо пропорційно залежить перевага варіанту. Умови існування відмінної від (2.4.5) адитивної функції $v' = v_1' + \cdots + v_m'$ і умови існування чисел $k > 0\ i\ l_i$ такі, що $v_i' = kv_i + l_i, i = 1, \dots, m,$ то слід використовувати k як загальний для всіх критеріїв [15].

Отже, метод зваженої суми критеріїв – це евристичний метод для вирішення багатокритеріальних задач прийняття рішень, що потребує нормалізації вхідних даних для отримання точних результатів, а також максимально дозволяє використовувати суб’єктивну точку зору особи, що приймає рішення (а отже підходить для вирішення задач за виняткових умов).

3. ФУНКЦІОНАЛЬНЕ МОДЕЛЮВАННЯ АЛГОРИТМУ АДАПТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

Найбільш ефективним методом забезпечення якісного виконання елементарних робіт проекту – це формалізація основних процесів на основі контекстних діаграм. До розгляду було прийнято систему адаптації інформаційної системи до рівня експертності користувачів на основі Skill Adaptive Control Algorithm. На Рисунку 3.1 представлено діаграму IDEF0 систему адаптації, для якої вхідними даними є:

– Початковий рівень експертності користувача системи (користувацький досвід).

– Бажані стани системи відповідно до вимог користувача.

– Виміряні стани системи на основі попередніх випробувань (якщо вони були проведені напередодні).

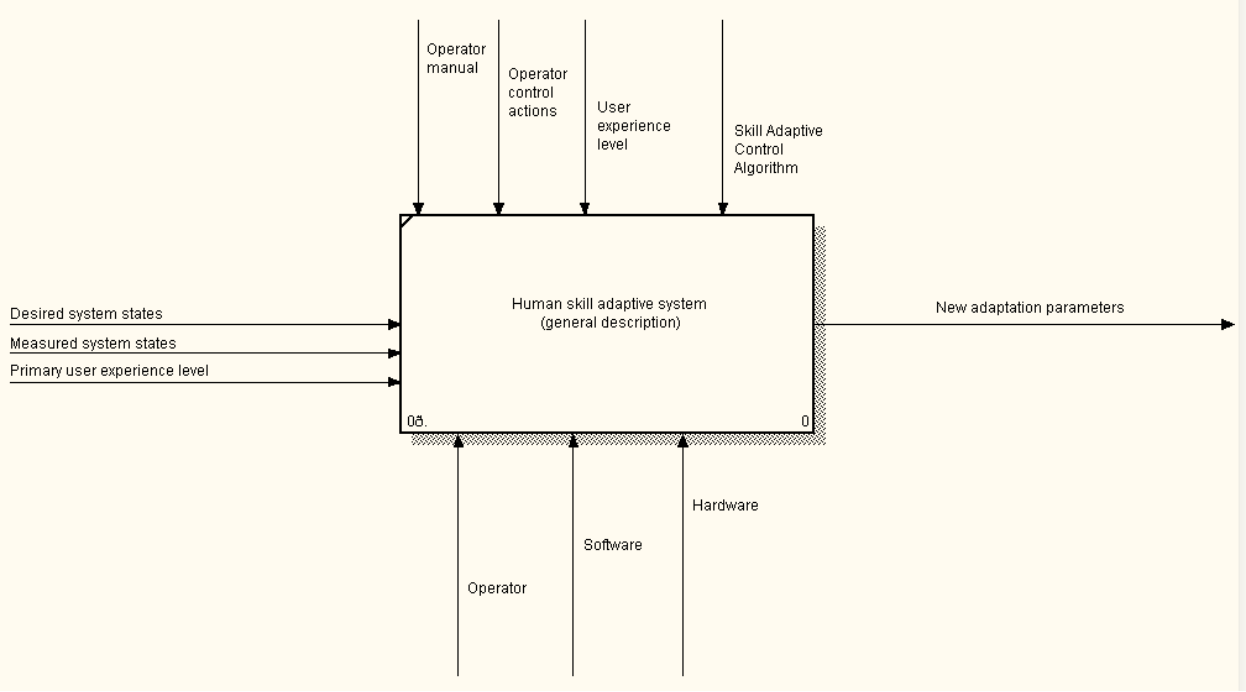


Рисунок 3.1- Діаграма IDEF0 системи адаптації

Більша частина вхідних даних була отримана на основі попередніх ітерацій використання системи, а також попереднього досвіду користувача.

Механізми управління регламентують всі процеси, що відбуваються в системі:

- Інструкція користувача з використання системи.
- Множина контрольних операцій користувача.
- Навички користування аналогами системи і результати аналізу її використання.
- Алгоритм контролю адаптації.

Інструменти – це власне сам користувач системи, апаратне і програмне забезпечення, що відповідають вимогам ефективної експлуатації системи.

Результат роботи – множина параметрів, що описують рівень експертності користувача, відповідно до яких буде проводитися адаптація інформаційної системи.

Після побудови контекстної діаграми, необхідно провести її декомпозицію. У даному випадку діаграма декомпозиції першого рівня (Рис.3.2) буде складатися із трьох основних блоків відповідно до кроків роботи системи і алгоритму.

Процес складається з таких кроків:

- Користувач виконує контрольні операції відносно системи, оперуючи правилами, що зазначені в інструкції користувача. У результаті чого формується множина контрольних операцій (даного етапу, оскільки вони можуть відрізнятися від результатів інших ітерацій роботи системи).
- Відбувається оцінювання рівня еспертності користувача на основі результатів попереднього етапу, а також формується множина параметрів визначення рівня експертності (для конкретної ітерації).
- Вирішується задача класифікації і формуються параметри адаптації системи за основними положеннями алгоритму SAC.

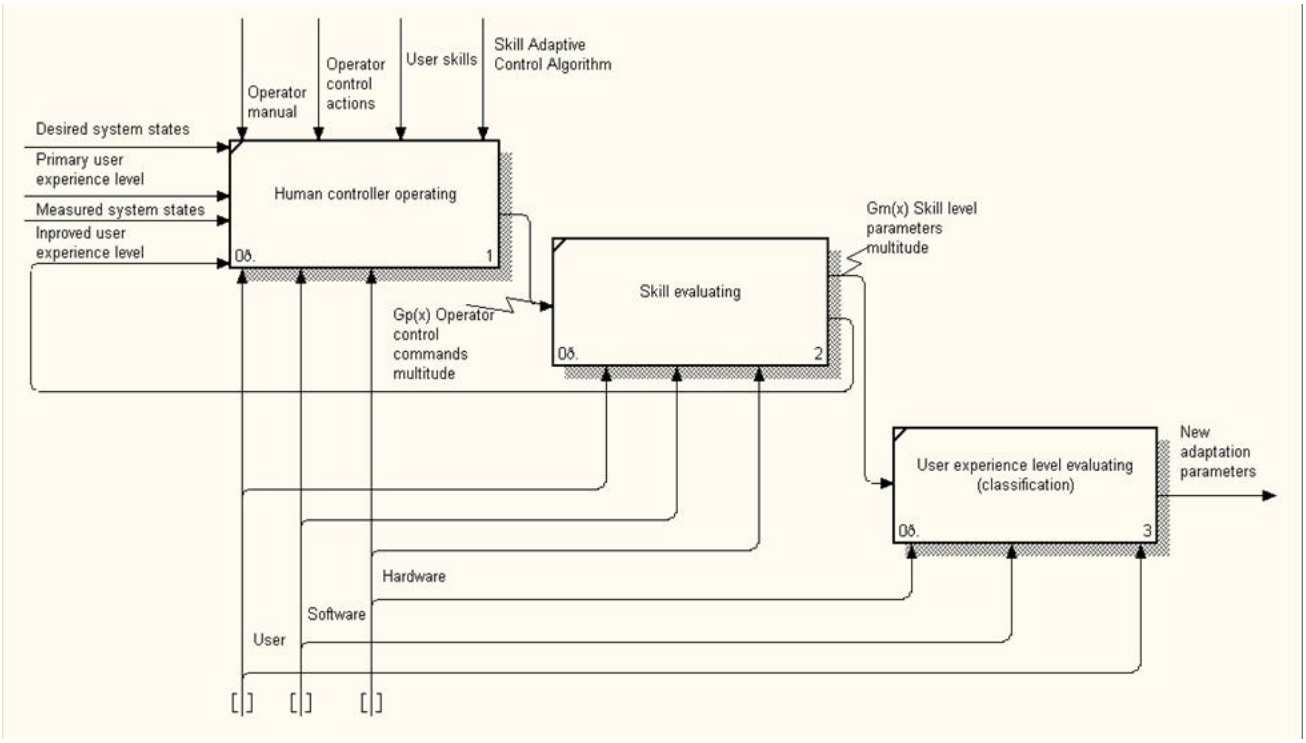


Рисунок 3.2- Декомпозиція діаграми IDEF0

На Рисунку 3.3 представлено діаграму IDEF0 у відповідності до внутрішніх і зовнішніх факторів прийнятого до розгляду у дипломному проекті сайту.

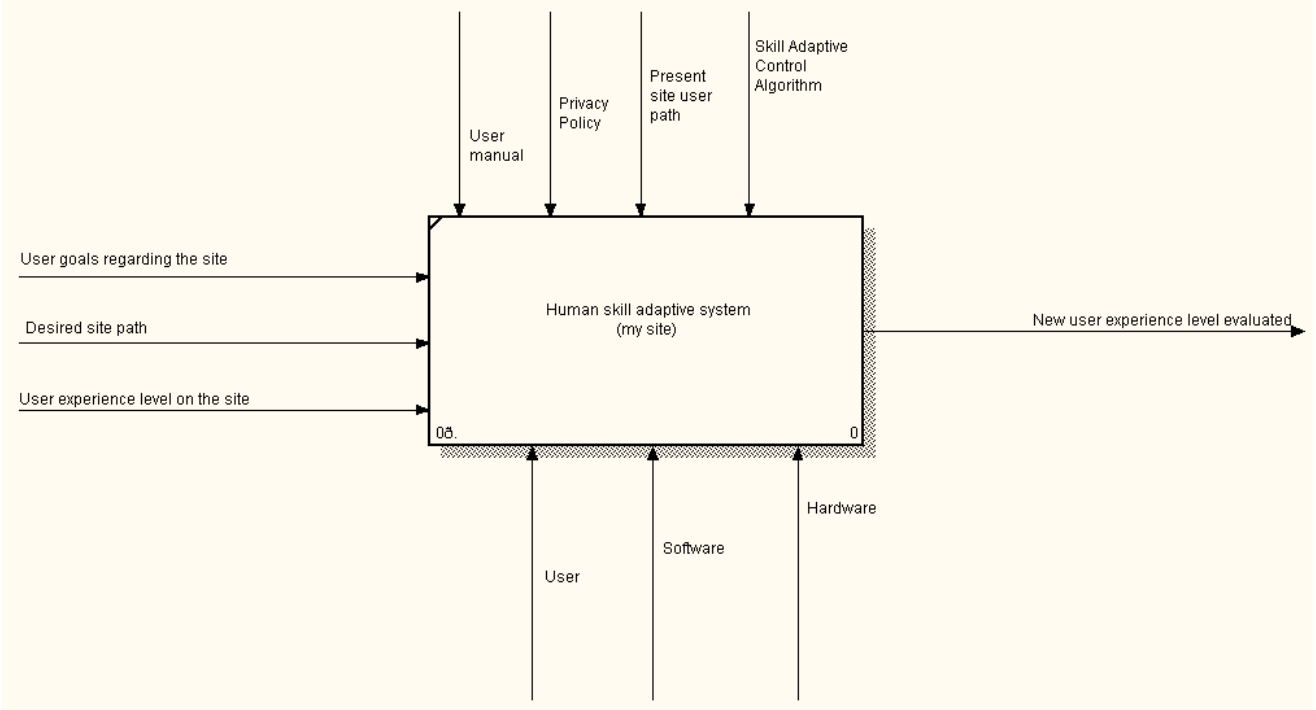


Рисунок 3.3- Діаграма IDEF0 сайту

4. РОЗРОБКА МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ АДАПТАЦІЇ ІНФОРМАЦІЙНОЇ СИСТЕМИ

4.1 Алгоритм оптимізації діалогової взаємодії «Людина – інформаційна система»

Розробка механізмів оптимізації діалогової взаємодії між користувачем на інформаційною системою перш за все пов’язана з вирішенням питань стосовно зовнішніх та внутрішніх факторів, що впливають на її ефективність. Для досягнення встановленої мети адаптації діалогової взаємодії між людиною та інформаційною системою відповідно до рівня експертності користувача, необхідно прийняти до розгляду основні етапи алгоритму, що перш за все пов’язані з такими напрямками:

– Аналіз поточної ситуації рівня адаптивності сайту (обробка інформації про кількість користувачів та види трафіку, відсоткове співвідношення видів трафіку, час перебування на сайті в цілому та на окремих сторінках, глибину перегляду сайту, показники відмов).

– Визначення мети і цілей оптимізації, формування вимог до вхідних даних.

– Аналіз та класифікація користувачів сайту (на даному етапі до розгляду приймаються статистичні дані про множину користувачів сайту за обраний період в табличному та графічному вигляді з метою встановлення закономірностей та взаємозв’язків між користувачами, а також розподіл на класи у відповідності до отриманих результатів аналізу).

– Формалізація та аналіз шляхів пересування по сайту користувачів різних класів (даний етап реалізується за рахунок створення орієнтованих графів, що відображають переходи між основними сторінками сайту, а також визначення

найбільш популярних шляхів пересування, які будуть оптимізовані на наступних етапах алгоритму).

– Розробка механізму адаптації сайту відповідно до рівня експертності користувача (на даному етапі вирішується задача розпізнавання інформаційною системою рівня експертності користувача з використанням прихованої марковської моделі).

– Формування вихідних даних у вигляді оптимальних стратегій діалогової взаємодії між користувачами різних класів за рівнем експертності з сайтом.

4.2 Аналіз поточної ситуації рівня адаптивності сайту

Основною ціллю інтернет-маркетингу є монетизація трафіку, що потрапляє на ресурс, тобто максимізація прибутку від продажів відповідно до кількості користувачів сайту. У даному випадку приймаємо до розгляду сайт ceramahit.com.ua, що являє собою інтернет-магазин сантехніки.

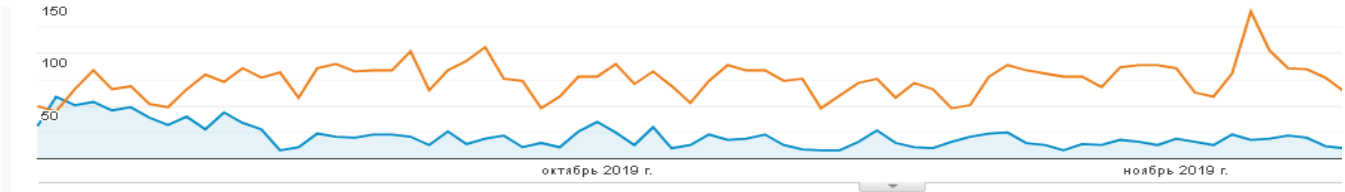
Оскільки дизайн, структуру і контент сайту було змінено, то для отримання актуальної інформації необхідно проаналізувати ситуацію у вигляді «До/Після». До розгляду приймаємо третю декаду 2018 та 2019 років (період з 1 вересня до 30 листопада). Перш за все було визначено максимальну добову, тижневу, місячну кількість користувачів за обидва обрані періоди (140 і 59, 636 і 329, 2491 і 2215 користувачів відповідно).

На Рисунках 4.1 - 4.2 представлено таблиці порівняння показників трафіку за обрані періоди, що дає змогу зробити висновки про погіршення показників: зменшення кількості сеансів на 73%, збільшення відсотку відмов на 1.32%. У той же час спостерігається тенденція зростання зацікавленості користувачів, що відображається за рахунок збільшення кількості сторінок за сеанс (кількість переходів по сайту) на 62%, а також середнього часу сеансу на 115%.

Тобто, фактично кількість користувачів зменшилась, але цільова аудиторія оновленої версії сайту позитивно впливає на розширення шляхів переходів по сайту, тобто розгалуження графів переходів. При цьому аналіз проводиться лише за зовнішніми джерелами, які є спільними для обох періодів, що дає похибку при прийнятті рішень стосовно проаналізованих даних.

Источник	*Диапазон дат*	*Сеансы*	*Новые сеансы*	*Новые польз*	*% отказов*	*Страниц/се*	*Сред. длите*
google	01.09.2019 - 30.11.2019	1176	60,71%	714	40,39%	7,41	360,60
google	01.09.2018 - 30.11.2018	5506	81,89%	4509	40,23%	4,38	149,12
(direct)	01.09.2019 - 30.11.2019	410	55,61%	228	40,24%	7,73	392,44
(direct)	01.09.2018 - 30.11.2018	753	74,24%	559	49,93%	3,43	155,29
sumypost.com	01.09.2019 - 30.11.2019	107	72,90%	78	71,96%	2,44	63,38
sumypost.com	01.09.2018 - 30.11.2018	210	83,33%	175	76,19%	2,06	38,15
instagram.com	01.09.2019 - 30.11.2019	36	88,89%	32	75,00%	2,64	31,78
instagram.com	01.09.2018 - 30.11.2018	0	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00
0542.ua	01.09.2019 - 30.11.2019	24	87,50%	21	62,50%	3,79	81,29
0542.ua	01.09.2018 - 30.11.2018	53	96,23%	51	58,49%	4,94	136,58
poshukach.com	01.09.2019 - 30.11.2019	19	42,11%	8	73,68%	2,16	86,11
poshukach.com	01.09.2018 - 30.11.2018	1	100,00%	1	0,00%	8,00	167,00
sumy.spravker.ru	01.09.2019 - 30.11.2019	15	40,00%	6	60,00%	3,27	50,93
sumy.spravker.ru	01.09.2018 - 30.11.2018	21	85,71%	18	28,57%	4,10	288,57
ceramahit.business.site	01.09.2019 - 30.11.2019	13	53,85%	7	38,46%	4,00	58,85
ceramahit.business.site	01.09.2018 - 30.11.2018	0	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00
l.instagram.com	01.09.2019 - 30.11.2019	10	100,00%	10	60,00%	2,80	93,60
l.instagram.com	01.09.2018 - 30.11.2018	0	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00
vsisumy.com	01.09.2019 - 30.11.2019	9	66,67%	6	33,33%	2,78	147,22
vsisumy.com	01.09.2018 - 30.11.2018	0	0,00%	0	0,00%	0,00	0,00
	01.09.2019 - 30.11.2019	***1904***	***60,56%***	***1153***	***44,49%***	***6,73***	***322,63***
	01.09.2018 - 30.11.2018	***7003***	***78,74%***	***5514***	***43,17%***	***4,14***	***149,54***

Рисунок 4.1 – Порівняльна таблиця трафіку за критерієм джерела переходу на сайт



Основной параметр: Default Channel Grouping | Источник или канал | Источник | Канал | Другое

Показать на диаграмме | Дополнительный параметр | Тип сортировки: По умолчанию

	Default Channel Grouping	Источники трафика			Действия		
		Сеансы	Новые сеансы, %	Новые пользователи	Показатель отказов	Страниц/сеанс	Сред. длительность сеанса
		72,81 % ↓ 1 904 и 7 003	23,09 % ↓ 60,56 % и 78,74 %	79,09 % ↓ 1 153 и 5 514	3,05 % ↑ 44,49 % и 43,17 %	62,32 % ↑ 6,73 и 4,14	115,75 % ↑ 00:05:23 и 00:02:30
	1. Organic Search						
	01.09.2019 - 30.11.2019	**1 182** (62,08 %)	60,74 %	718 (62,27 %)	40,69 %	7,37	00:05:59
	01.09.2018 - 30.11.2018	**5 536** (79,05 %)	81,97 %	4 538 (82,30 %)	40,19 %	4,37	00:02:29
	Процентное изменение	**-78,65 %**	**-25,90 %**	**-84,18 %**	**1,25 %**	**68,65 %**	**141,18 %**
	2. Direct						
	01.09.2019 - 30.11.2019	**410** (21,53 %)	55,61 %	228 (19,77 %)	40,24 %	7,73	00:06:32
	01.09.2018 - 30.11.2018	**753** (10,75 %)	74,24 %	559 (10,14 %)	49,93 %	3,43	00:02:35
	Процентное изменение	**-45,55 %**	**-25,09 %**	**-59,21 %**	**-19,41 %**	**125,52 %**	**152,71 %**
	3. Referral						
	01.09.2019 - 30.11.2019	**256** (13,45 %)	61,72 %	158 (13,70 %)	64,06 %	2,93	00:01:42
	01.09.2018 - 30.11.2018	**696** (9,94 %)	57,76 %	402 (7,29 %)	59,20 %	3,07	00:02:28
	Процентное изменение	**-63,22 %**	**6,86 %**	**-60,70 %**	**8,22 %**	**-4,58 %**	**-31,04 %**
	4. Social						
	01.09.2019 - 30.11.2019	**56** (2,94 %)	87,50 %	49 (4,25 %)	66,07 %	3,11	00:00:56
	01.09.2018 - 30.11.2018	**18** (0,26 %)	83,33 %	15 (0,27 %)	55,56 %	5,56	00:03:12
	Процентное изменение	**211,11 %**	**5,00 %**	**226,67 %**	**18,93 %**	**-44,07 %**	**-70,89 %**

Рисунок 4.2 – Порівняння відсоткових змін показників трафіку сайту за два періоди

На Рисунку 4.3 представлено статистичні дані за обрані періоди відповідно до стартової сторінки (на яку було здійснення вхід), а також відсортовані за глибиною перегляду сайту. Глибина перегляду показує, скільки переходів між сторінками сайту було здійснено користувачами для досягнення цілі.

		Сеансы	Новые сеансы, %	Новые пользователи	Показатель отказов	Страниц/сеанс	Сред. длительность сеанса
		56,30 % ▼ 312 и 714	13,60 % ▲ 66,35 % и 58,40 %	50,36 % ▼ 207 и 417	9,00 % ▲ 64,42 % и 59,10 %	5,47 % ▼ 2,96 и 3,13	37,13 % ▼ 00:01:34 и 00:02:30
1. /	1						
01.09.2019 - 30.11.2019		169 (54,17 %)	74,56 %	126 (60,87 %)	95,27 %	1,00	00:00:03
01.09.2018 - 30.11.2018		298 (41,74 %)	74,50 %	222 (53,24 %)	98,66 %	1,00	00:00:05
Процентное изменение		**-43,29 %**	**0,08 %**	**-43,24 %**	**-3,44 %**	**0,00 %**	**-37,57 %**
2. /	2						
01.09.2019 - 30.11.2019		19 (6,09 %)	78,95 %	15 (7,25 %)	0,00 %	2,00	00:02:17
01.09.2018 - 30.11.2018		47 (6,58 %)	82,98 %	39 (9,35 %)	0,00 %	2,00	00:01:51
Процентное изменение		**-59,57 %**	**-4,86 %**	**-61,54 %**	**0,00 %**	**0,00 %**	**23,61 %**
3. /	3						
01.09.2019 - 30.11.2019		11 (3,53 %)	81,82 %	9 (4,35 %)	0,00 %	3,00	00:02:59
01.09.2018 - 30.11.2018		23 (3,22 %)	73,91 %	17 (4,08 %)	0,00 %	3,00	00:05:04
Процентное изменение		**-52,17 %**	**10,70 %**	**-47,06 %**	**0,00 %**	**0,00 %**	**-41,10 %**
4. /catalogy/plitka-dlya-kukhni	1						
01.09.2019 - 30.11.2019		10 (3,21 %)	10,00 %	1 (0,48 %)	100,00 %	1,00	00:00:00
01.09.2018 - 30.11.2018		3 (0,42 %)	66,67 %	2 (0,48 %)	100,00 %	1,00	00:00:00
Процентное изменение		**233,33 %**	**-85,00 %**	**-50,00 %**	**0,00 %**	**0,00 %**	**0,00 %**
5. /	4						
01.09.2019 - 30.11.2019		8 (2,56 %)	62,50 %	5 (2,42 %)	0,00 %	4,00	00:01:44
01.09.2018 - 30.11.2018		17 (2,38 %)	88,24 %	15 (3,60 %)	0,00 %	4,00	00:02:59
Процентное изменение		**-52,94 %**	**-29,17 %**	**-66,67 %**	**0,00 %**	**0,00 %**	**-41,84 %**
6. /	5						
01.09.2019 - 30.11.2019		6 (1,92 %)	100,00 %	6 (2,90 %)	0,00 %	5,00	00:02:26
01.09.2018 - 30.11.2018		7 (0,98 %)	85,71 %	6 (1,44 %)	0,00 %	5,00	00:13:19
Процентное изменение		**-14,29 %**	**16,67 %**	**0,00 %**	**0,00 %**	**0,00 %**	**-81,75 %**

Рисунок 4.3 – Порівняння показників трафіку, відсортованих за сторінкою входу та глибиною перегляду (кількістю переходів між сторінками сайту)

Приймаючи до розгляду у ролі стартової сторінки «Головну сторінку» сайту, слід відмітити наступне:

– Зменшення кількості сеансів з глибиною перегляду від 1 до 4 майже вдвічі. У той же час за глибини перегляду рівній 5 кількість сеансів зменшилась лише на 14%. Має місце припущення про оптимальний показник глибини перегляду оновленого сайту, що рівний 5.

– У випадку глибини перегляду рівній 1 спостерігається зменшення показника відмови (який в даному випадку максимальний серед інших варіантів) на 0,08%, що дає змогу зробити висновки: стартова сторінка не задовольняє потреби більшості користувачів.

– При глибині перегляду рівній 2 (допускаємо, що користувач відразу потрапляє на цільову сторінку) спостерігається позитивна тенденція збільшення середнього часу сеансу. Робимо припущення, що перехід на цільову сторінку здійснюється через функцію пошуку на сайті, а отже лише за умови високого рівня експертності користувача сайту.

– За умови значення показника глибини перегляду 3 і 4 скорочується час сеансу приблизно на 42%, що дає змогу зробити висновок про успішно проведену оптимізацію сайту (збільшення швидкості завантаження сторінок, зручність навігації і т.д.).

– При глибині перегляду рівній 5 середня тривалість сеансу збільшується більш ніж на 81% , що дозволяє підтвердити висновок про оптимальну довжину шляху по сайту.

Оскільки посилання на картки товарів були змінені відповідно до нових вимог до сайту, то проаналізувати зміни показників трафіку за умови досягнення цілі покупки із задовільною точністю. Тому приймаємо до розгляду ситуації, коли точками виходу були спільні для обох версій сайту сторінки. Поява нової сторінки сайту «Акції на сантехніку» (на Рисунку 4.4 - /special) призводить до появи нових сеансів. При цьому, середня тривалість сеансу збільшується саме у випадку глибини перегляду рівній 2 з переходом із головної сторінки. Цього показника було досягнуто за рахунок часткового дублювання контенту сторінки з акційними товарами. Більша частина серед сторінок виходу – це сторінки підкатегорій, а картки товарів складають менше 5%. Можна зробити висновок, що ціль покупки не менш як в 95% випадків не досягається.

Страница входа	Страница выхода	Сеансы	Страниц/сеанс	Сред. длительность сеанса	Новые сеансы, %	Показатель отказов
		56,30 % ↓ 312 и 714	5,47 % ↓ 2,96 и 3,13	37,13 % ↓ 00:01:34 и 00:02:30	13,60 % ↑ 66,35 % и 58,40 %	9,00 % ↑ 64,42 % и 59,10 %
1. /	/					
01.09.2019 - 30.11.2019		185 (59,29 %)	1,57	00:00:30	74,05 %	87,03 %
01.09.2018 - 30.11.2018		334 (46,78 %)	1,33	00:00:41	75,75 %	88,02 %
Процентное изменение		**-44,61 %**	**17,92 %**	**-26,68 %**	**-2,24 %**	**-1,13 %**
2. /catalogy/plitka-dlya-kukhni	/catalogy/plitka-dlya-kukhni					
01.09.2019 - 30.11.2019		12 (3,85 %)	1,33	00:01:13	8,33 %	83,33 %
01.09.2018 - 30.11.2018		3 (0,42 %)	1,00	00:00:00	66,67 %	100,00 %
Процентное изменение		**300,00 %**	**33,33 %**	**∞ %**	**-87,50 %**	**-16,67 %**
3. /special	/special					
01.09.2019 - 30.11.2019		7 (2,24 %)	1,43	00:00:08	57,14 %	71,43 %
01.09.2018 - 30.11.2018		0 (0,00 %)	0,00	00:00:00	0,00 %	0,00 %
Процентное изменение		**∞ %**	**∞ %**	**∞ %**	**∞ %**	**∞ %**
4. /	/dushevye-kabiny					
01.09.2019 - 30.11.2019		5 (1,60 %)	6,40	00:03:18	80,00 %	0,00 %
01.09.2018 - 30.11.2018		0 (0,00 %)	0,00	00:00:00	0,00 %	0,00 %
Процентное изменение		**∞ %**	**∞ %**	**∞ %**	**∞ %**	**0,00 %**
5. /	/special					
01.09.2019 - 30.11.2019		5 (1,60 %)	6,80	00:09:59	40,00 %	0,00 %
01.09.2018 - 30.11.2018		0 (0,00 %)	0,00	00:00:00	0,00 %	0,00 %
Процентное изменение		**∞ %**	**∞ %**	**∞ %**	**∞ %**	**0,00 %**

Рисунок 4.4 - Порівняння показників трафіку, відсортованих за сторінкою входу та сторінкою виходу

На Рисунку 4.5 відображено проаналізовані дані у загальному вигляді: періоди, джерела, сеанси, конверсії.

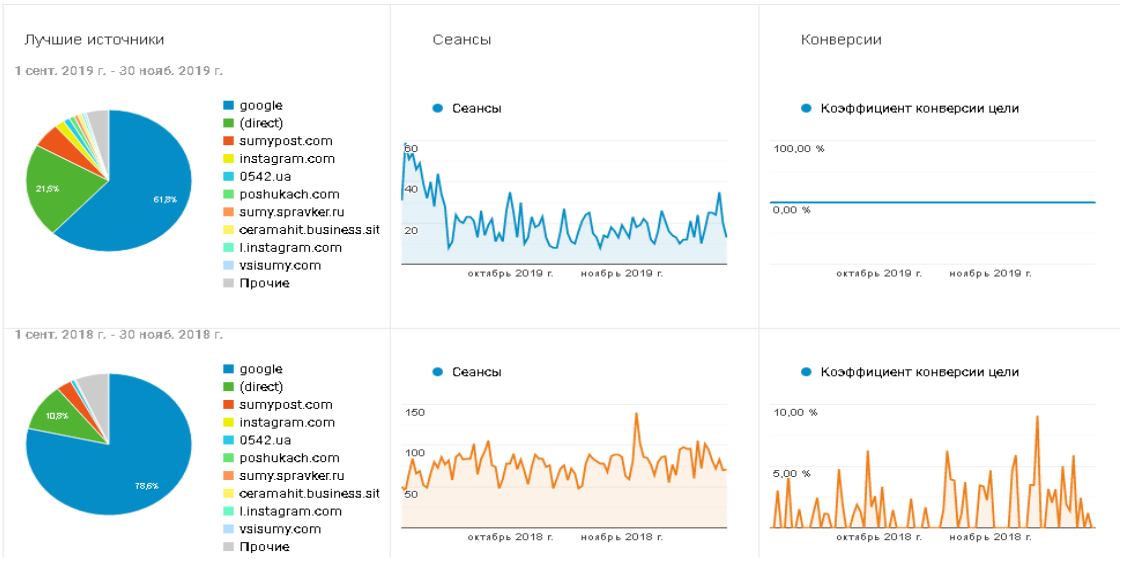


Рисунок 4.5 – Діаграми порівняння розподілу трафіку за джерелами переходів на сайт, кількістю сеансів за період та коефіцієнтом конверсії цілі продажу

Проаналізувавши інформацію про множину користувачів сайту можна сформувати основну проблематику стосовно кількості користувачів сайту (зменшення на 72,81%), кількості зовнішніх джерел (що свідчить про відсутність зовнішнього просування сайту), конверсій (у 2018 році було досягнуто до 10 % конверсій, тоді як у 2019 році задовільного рівня конверсій не було досягнуто), зацікавленості відвідувачів у здійсненні покупки, а отже і рівня задовільності інформаційної системи відповідно до потреб користувача. У першу чергу комплекс проблематики пов'язаний з необхідністю провести внутрішню оптимізацію діалогової взаємодії користувача й інформаційної системи, адаптувати сайт до потреб користувача.

4.3 Визначення мети і цілей оптимізації, формування вимог до вхідних даних

Організація ефективної діалогової взаємодії між людиною та інформаційною системою неможлива без урахування вимог і потреб користувача. Основна методика, що дозволяє адаптувати роботу сайту до сформованих вимог – це використання сукупності підходів до проектування у відповідності до найвищого рівня зручності інтерфейсу – User experience (досвід користування, користувацький досвід). На жаль, він не повною мірою дає змогу вирішити питання про те як саме повинно відбуватися проектування складних інтерактивних систем. Існує більш широкий термін, що дозволяє розробку ефективної методології адаптації інформаційної системи – проектування взаємодії на основі моделі користувача. Саме даний підхід можна вважати орієнтованим на досягнення цілей:

– Адаптація діалогової взаємодії відповідно до проаналізованих потреб, мотивації користувачів.

– Оптимізація інформаційної системи з урахуванням зовнішніх обмежень бізнесу, технології, предметної області.

– Досягнення оптимального рівня конверсій від користувачів інформаційної системи.

– Підвищення рівня продуктивності діалогової взаємодії, оптимізація часового ресурсу використання сайту.

– Скорочення чисельності маніпуляцій користувача при використання інформаційної системи.

Оскільки більшість IT проектів перш за все базуються на обмеженій кількості вимог до якості і функціональності продуктів, то виникає необхідність їх розширення. Команда проекту повинна проводити розробку з використанням ціле орієнтованого підходу, а процес прийняття рішень про зміст продукту повинен відбуватися до початку розробки і з врахуванням розширеного спектру вимог зі сторони замовника і користувача. Основною метою проведення робіт є розробка механізмів оптимізації діалогової взаємодії відповідно до моделі користувача.

Формування вхідних даних відбувається шляхом синтезу декількох методів: дослідження цільової аудиторії і формування поведінкових змінних, формалізація основних шаблонів використання інформаційної системи, формування обмежень:

– Характеристики користувачів (вид і серія пристрою, з якого відбувається захід на сайт; IP-адреса).

– Кількість заходів на сайт.

– Множина основних подій (переходи між сторінками сайту).

– Частота і об’єм станів системи (відвідувань основних сторінок сайту, натискання кнопок, глибина перегляду).

– Послідовності змін станів системи (шляхи пересування користувачів по сайту).

– Час перебування на сторінках сайту, середній час сеансів.

Визначення мети і цілей, а також вхідних даних для вирішення задачі оптимізації дає змогу реалізувати наступні кроки алгоритму: класифікувати користувачів системи, а також формалізувати множину послідовностей станів

системи під час діалогової взаємодії, виявити основні закономірності і проблеми для подальшого формування методики адаптації діалогової взаємодії.

4.4 Аналіз та класифікація користувачів сайту

Одна з основних проблем розробки інформаційних систем пов’язана із досягненням оптимального рівня задоволеності користувача. На жаль, методології розробки зачасту не враховують даних факт, а перш за все змушують розробників зосереджувати увагу на досягненні необхідного рівня функціональності, повноти, укомплектованості. До уваги приймаються також вимоги до адаптивного візуального оформлення: колір, розмір шрифту, зручність розміщення кнопок, медіа-ефекти, актуальність контенту. Але навіть відповідність інформаційної системи вищенаведеним умовам не забезпечує стовідсоткову ймовірність задоволеності користувача. Перед початком розробки необхідно мати відповіді на запитання: «Що хоче користувач? Як саме він буде використовувати систему? Навіщо користувачеві наш продукт? Чому він повинен обрати саме цю систему? Чи задовольнить вона в необхідній мірі його потреби, вимоги, бажання?».

Розподіл користувачів сайту на класи проводиться на основі загальних тенденцій, що виявлені під час опитування поточних і потенціальних користувачів або в процесі спостерігання за їх поведінкою. До розгляду було прийнято другий підхід, що зумовлюється наявністю детальної інформації про множину користувачів. Матеріали доповнюються шляхом проведення додаткових досліджень і за допомогою інформації із існуючої літератури та зацікавлених сторін проекту. Основна ціль даного етапу – зібрати найбільш повну картину про мотиви, поведінку, ментальні картини, процеси взаємодії, причин незадоволеності користувачів. Синтез процесів детального аналізу на основі стандартизованого процесу дає змогу створити максимально точні персонажі користувачів. Процес, що буде використовуватися на даному кроці алгоритму був розроблений Робертом Рейманом, Кім Гудвін і Лейн Хелі в компанії Cooper. Існує велика кількість

ефективних методів розпізнавання шаблонів поведінки у ході досліджень і перетворення їх в архетипи користувачів, але точність і прозорість прийнятого до розгляду процесу дає змогу максимально точно сформувати інструкцію адаптації діалогової взаємодії людини з інформаційною системою за умови відсутності інформації про реальні особливості кожного з користувачів. Основні етапи процесу:

– Виявлення поведінкових змінних.
– Зіставлення респондентів з поведінковими змінними.
– Виявлення основних шаблонів поведінки.
– Синтез характеристик з відповідними цілями користувачів.
– Перевірка повноти і надмірності.
– Розширення опису атрибутів і поведінки.
– Класифікація персонажів.

Після завершення попередньої обробки даних, що представляє собою її збір і представлення у зручному табличному чи графічному вигляді, необхідно виявити аспекти варіантів поведінки, що і являються поведінковими змінними. На перший погляд, демографічні змінні (наприклад, геолокація чи вік) з такою ж силою впливають на поведінку, але приймати до розгляду реальні поведінкові послідовності більш доцільно. Розглянемо для виявлення відмінностей між шаблонами поведінки такі поведінкові змінні:

– Діяльність (частота і об’єм діяльності користувача, окремий процес користувача у момент часу).

– Погляди (джерело заходу на сайт, що показує, звідки користувач знає про сайт).

– Схильності (рівень підготовки користувача, здібність до навчання).

– Мотивація (рівень залученості користувача у використанні інформаційної системи).

– Навички (уміння користувача: час перебування на сторінках сайту, тактика переходів між сторінками з використанням різних стратегій).

Найчастіше, кількість змінних залежить від ролі користувача, його індивідуальних особливостей і наявної інформації. Після розподілу множини змінних необхідно зіставити з ними респондентів, тобто створити певну шкалу, вздовж якої виставлені користувачі у діапазоні кожної змінної.

У свою чергу, кожна зі змінних буде представляти або неперервний, або дискретний діапазон поведінки. Результатом даного етапу є не стільки точність значень (оскільки це практично неможливо розрахувати), а групування множини користувачів по кожній із осей. Аналіз користувачів починається зі збору статистичної інформації діалогової взаємодії із сайтом.

Перш за все, формуємо шкалу користувачів відповідно до частоти використання сайту за період 3 місяців з 01.05.19. (виділяємо IP-адреси і визначаємо кількість заходів кожного з них на сайт).

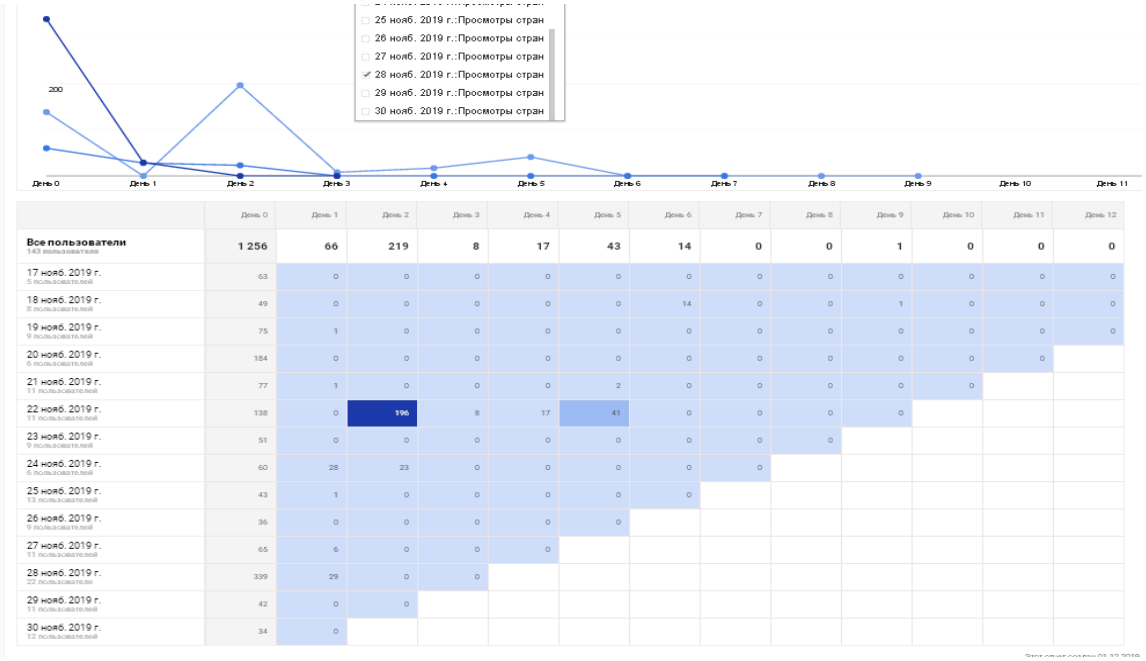
На Рисунку 4.6 представлено звіт топ-9 користувачів сайту відсортованих за ознакою кількості сеансів на сайті. Додатково розраховується середня тривалість сеансу, а також показник відмов для кожного з користувачів.

Идентификатор клиента	Сеансы ↓	Сред. длительность сеанса	Показатель отказов
1. 585549945.1549453986	184 (0,81 %)	00:08:17	36,41 %
2. 1569000938.1566819165	60 (0,26 %)	00:16:02	25,00 %
3. 84063199.1545032051	51 (0,22 %)	00:02:57	47,06 %
4. 1908190588.1519019514	43 (0,19 %)	00:03:40	30,23 %
5. 664335973.1543755198	43 (0,19 %)	00:07:38	23,26 %
6. 1841928576.1567426587	38 (0,17 %)	00:07:36	57,89 %
7. 800329535.1571672118	34 (0,15 %)	00:06:26	26,47 %
8. 1664159265.1568630404	32 (0,14 %)	00:18:40	15,62 %
9. 1127676535.1543332362	30 (0,13 %)	00:04:28	30,00 %

Рисунок 4.6 – Множина користувачів сайту

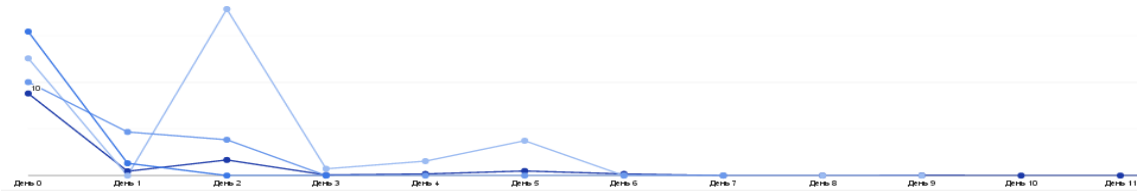
З метою отримання найбільш точних і актуальних результатів у ході класифікації користувачів проаналізуємо дані за останній період (з 17.11.19 до 30.11.19). Розглянемо множину користувачів і основні тенденції їх сеансів на сайті за критерієм кількості переглядів сторінок і часу тривалості сеансів (Рис 4.7 – 4.10).

За отриманими даними можна зробити висновок, що із загальної кількості вдруге на сайт повернулося 483 користувачів, а 655 користувача відвідали сайт більше двох раз. Нових користувачів з кількістю сеансів рівному одиниці 486 чоловік. Це складає 29,7%, 40,3%, 29,9% відповідно.



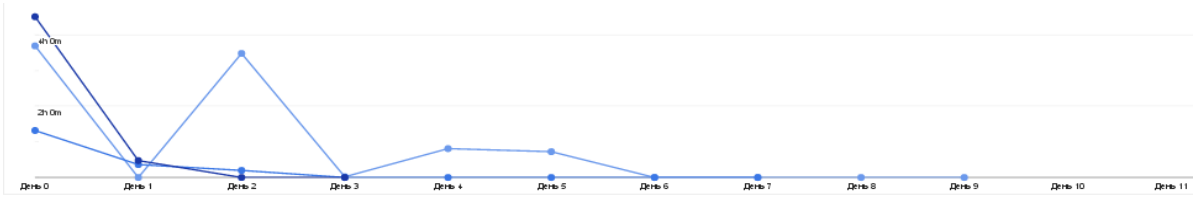
	День 0	День 1	День 2	День 3	День 4	День 5	День 6	День 7	День 8	День 9	День 10	День 11	День 12
Все пользователи 143 пользователя	**1 256**	**66**	**219**	**8**	**17**	**43**	**14**	**0**	**0**	**1**	**0**	**0**	**0**
17 нояб. 2019 г. 5 пользователей	63	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
18 нояб. 2019 г. 8 пользователей	49	0	0	0	0	0	14	0	0	1	0	0	0
19 нояб. 2019 г. 9 пользователей	75	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
20 нояб. 2019 г. 6 пользователей	184	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
21 нояб. 2019 г. 11 пользователей	77	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0		
22 нояб. 2019 г. 11 пользователей	138	0	196	8	17	41	0	0	0	0			
23 нояб. 2019 г. 9 пользователей	51	0	0	0	0	0	0	0	0				
24 нояб. 2019 г. 6 пользователей	60	28	23	0	0	0	0	0					
25 нояб. 2019 г. 13 пользователей	43	1	0	0	0	0	0						
26 нояб. 2019 г. 9 пользователей	36	0	0	0	0	0							
27 нояб. 2019 г. 11 пользователей	65	6	0	0	0								
28 нояб. 2019 г. 22 пользователя	339	29	0	0									
29 нояб. 2019 г. 11 пользователей	42	0	0										
30 нояб. 2019 г. 12 пользователей	34	0											

Рисунок 4.7 – Розподіл користувачів за кількістю сеансів



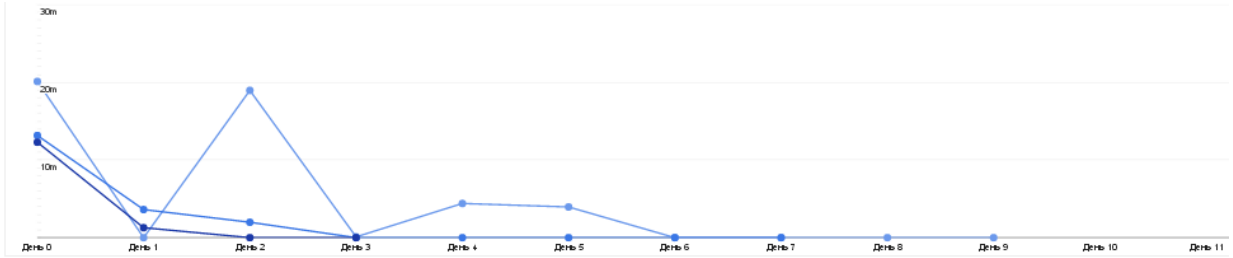
	День 0	День 1	День 2	День 3	День 4	День 5	День 6	День 7	День 8	День 9	День 10	День 11	День 12
Все пользователи 143 пользователя	**8,78**	**0,46**	**1,67**	**0,07**	**0,17**	**0,49**	**0,18**	**0,00**	**0,00**	**0,02**	**0,00**	**0,00**	**0,00**
17 нояб. 2019 г. 5 пользователей	12,60	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
18 нояб. 2019 г. 8 пользователей	6,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,75	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00
19 нояб. 2019 г. 9 пользователей	8,33	0,11	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
20 нояб. 2019 г. 6 пользователей	30,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
21 нояб. 2019 г. 11 пользователей	7,00	0,09	0,00	0,00	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00		
22 нояб. 2019 г. 11 пользователей	12,55	0,00	17,82	0,73	1,55	3,73	0,00	0,00	0,00	0,00			
23 нояб. 2019 г. 9 пользователей	5,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
24 нояб. 2019 г. 6 пользователей	10,00	4,67	3,83	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00					
25 нояб. 2019 г. 13 пользователей	3,31	0,08	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00						
26 нояб. 2019 г. 9 пользователей	4,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00							
27 нояб. 2019 г. 11 пользователей	5,91	0,55	0,00	0,00	0,00								
28 нояб. 2019 г. 22 пользователя	15,41	1,32	0,00	0,00									
29 нояб. 2019 г. 11 пользователей	3,82	0,00	0,00										
30 нояб. 2019 г. 12 пользователей	2,83	0,00											

Рисунок 4.8 – Розподіл користувачів за кількістю сеансів з кількістю переглядів сторінок за сеанс



	День 0	День 1	День 2	День 3	День 4	День 5	День 6	День 7	День 8	День 9	День 10	День 11	День 12
Все пользователи 143 пользователя	**20:15:17**	**00:53:08**	**03:40:19**	**00:01:10**	**00:48:29**	**00:43:47**	**00:32:10**	**00:00:00**	**00:00:00**	**00:00:00**	**00:00:00**	**00:00:00**	**00:00:00**
17 нояб. 2019 г. 5 пользователей	00:27:20	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
18 нояб. 2019 г. 8 пользователей	00:34:03	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:32:10	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
19 нояб. 2019 г. 9 пользователей	00:49:11	00:00:59	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
20 нояб. 2019 г. 6 пользователей	04:43:01	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	
21 нояб. 2019 г. 11 пользователей	00:35:30	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:25	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00		
22 нояб. 2019 г. 11 пользователей	03:41:05	00:00:00	03:28:26	00:01:10	00:48:29	00:43:22	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00			
23 нояб. 2019 г. 9 пользователей	00:14:41	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00				
24 нояб. 2019 г. 6 пользователей	01:18:56	00:21:42	00:11:53	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00					
25 нояб. 2019 г. 13 пользователей	00:30:27	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00						
26 нояб. 2019 г. 9 пользователей	00:22:18	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00							
27 нояб. 2019 г. 11 пользователей	01:12:33	00:02:05	00:00:00	00:00:00	00:00:00								
28 нояб. 2019 г. 22 пользователя	04:30:04	00:28:22	00:00:00	00:00:00									
29 нояб. 2019 г. 11 пользователей	00:34:14	00:00:00	00:00:00										
30 нояб. 2019 г. 12 пользователей	00:41:54	00:00:00											

Рисунок 4.9 - Розподіл користувачів за кількістю сеансів із загальною тривалістю сеансів кожного дня



	День 0	День 1	День 2	День 3	День 4	День 5	День 6	День 7	День 8	День 9	День 10	День 11	День 12
Все пользователи 143 пользователя	**00:08:30**	**00:00:22**	**00:01:41**	**00:00:01**	**00:00:30**	**00:00:30**	**00:00:25**	**00:00:00**	**00:00:00**	**00:00:00**	**00:00:00**	**00:00:00**	**00:00:00**
17 нояб. 2019 г. 5 пользователей	00:05:28	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
18 нояб. 2019 г. 8 пользователей	00:04:15	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:04:01	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
19 нояб. 2019 г. 9 пользователей	00:05:28	00:00:07	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00
20 нояб. 2019 г. 6 пользователей	00:47:10	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	
21 нояб. 2019 г. 11 пользователей	00:03:14	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:02	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00		
22 нояб. 2019 г. 11 пользователей	00:20:06	00:00:00	00:18:57	00:00:06	00:04:24	00:03:57	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00			
23 нояб. 2019 г. 9 пользователей	00:01:38	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00				
24 нояб. 2019 г. 6 пользователей	00:13:09	00:03:37	00:01:59	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00					
25 нояб. 2019 г. 13 пользователей	00:02:21	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00						
26 нояб. 2019 г. 9 пользователей	00:02:29	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00	00:00:00							
27 нояб. 2019 г. 11 пользователей	00:06:36	00:00:11	00:00:00	00:00:00	00:00:00								
28 нояб. 2019 г. 22 пользователя	00:12:17	00:01:17	00:00:00	00:00:00									
29 нояб. 2019 г. 11 пользователей	00:03:07	00:00:00	00:00:00										
30 нояб. 2019 г. 12 пользователей	00:03:30	00:00:00											

Рисунок 4.10 - Розподіл користувачів за кількістю сеансів із тривалістю сеансів на користувача

На Рисунку 4.11 представлено розподіл кількості сеансів користувачів, що відвідали сайт вперше або користувалися ним більше одного разу за період з травня до жовтня включно. На діаграмі розподілу сеансів за часовим критерієм прослідковується поступове зменшення їх кількості. Даний факт зумовлений оновленням сайту і процесами індексації сторінок роботами браузера Google. Саме зменшення кількості користувачів і сенсів різних видів, перш за все, впливає на необхідність оптимізації інформаційної системи.

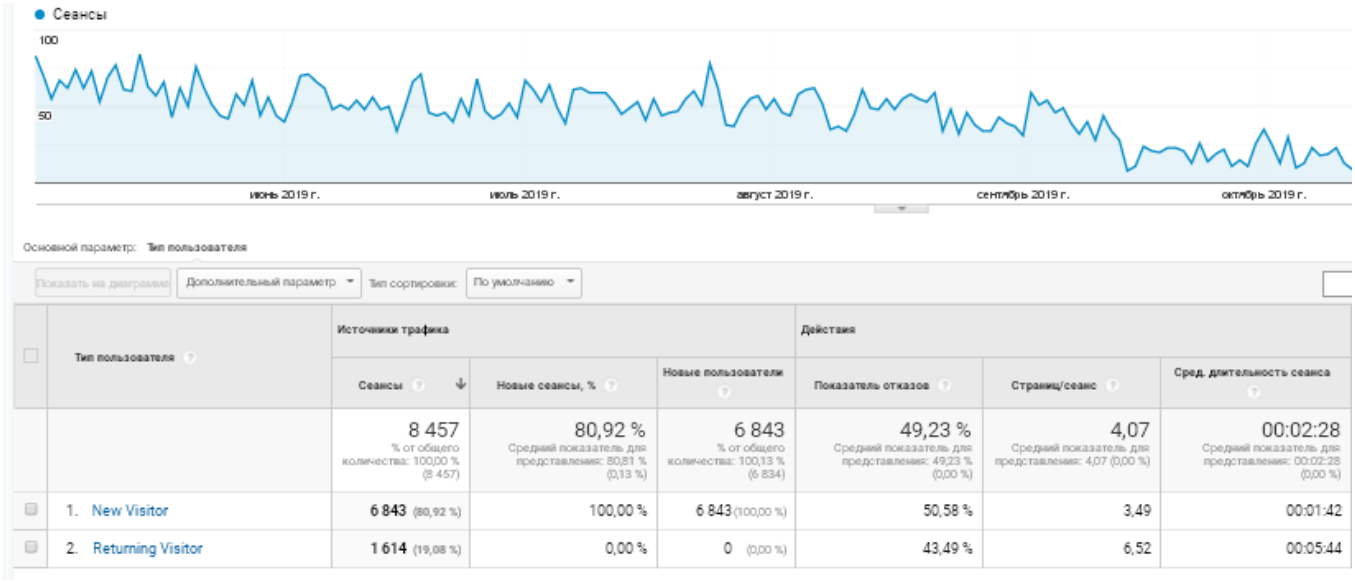


Рисунок 4.11 – Групи користувачів за кількістю сеансів

Отримали можливість зробити розподіл користувачів на дві групи відповідно до кількості сеансів: New, Returned. Додатково маємо факт неодноразового повернення користувачів на сайт, що зумовлює необхідність додавання ще одного класу - Repeated.

Формуємо у табличному вигляді звіт, результатом якого є розрахунок кількості користувачів кожної з груп (Рис 4.12). За обраний період було зафіксовано 245 сеансів користувачів типу Returned (4,6%), 4447 типу New (82,6%) і 688 типу Repeated (12,8%). У ході аналізу наведених у таблиці даних можна виявити закономірності розподілу користувачів по класам за обраний період: найчастіше користувачі заходять на сайт лише один раз і їх сеанси складають 76,74% від

загальної кількості. Повторно заходять лише 7,16% користувачів. Користувачі, що повертаються на сайт більше двох раз складають 21,3% від загальної кількості.

К-сть сеансів	Діапазон дат	Сегмент	Сеанси	Перегляди	%
1	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	0	0	0,00
1	01.05.2019 - 01.08.2019	New	4447	14172	**76,74**
1	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	0	0	0,00
2	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	415	1668	**7,16**
2	01.05.2019 - 01.08.2019	New	0	0	0,00
2	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	385	1506	**6,64**
3	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	113	394	1,95
3	01.05.2019 - 01.08.2019	New	0	0	0,00
3	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	102	371	1,76
4	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	41	135	0,71
4	01.05.2019 - 01.08.2019	New	0	0	0,00
4	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	38	145	0,66
5	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	18	102	0,31
5	01.05.2019 - 01.08.2019	New	0	0	0,00
5	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	28	202	0,48
6	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	13	38	0,22
6	01.05.2019 - 01.08.2019	New	0	0	0,00
6	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	18	32	0,31
7	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	10	31	0,17
7	01.05.2019 - 01.08.2019	New	0	0	0,00
7	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	9	27	0,16
8	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	7	19	0,12
8	01.05.2019 - 01.08.2019	New	0	0	0,00
8	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	6	8	0,10
9-14	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	35	340	0,60
9-14	01.05.2019 - 01.08.2019	New	0	0	0,00
9-14	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	26	140	0,45
15-25	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	4	21	0,07
15-25	01.05.2019 - 01.08.2019	New	0	0	0,00
15-25	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	4	21	0,07
51-100	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	4	9	0,07
51-100	01.05.2019 - 01.08.2019	New	0	0	0,00
51-100	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	17	38	0,29
101-200	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	0	0	0,00
101-200	01.05.2019 - 01.08.2019	New	0	0	0,00
101-200	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	55	255	0,95
	01.05.2019 - 01.08.2019	***Returned***	***660***	***2757***	***11,39***
	01.05.2019 - 01.08.2019	***New***	***4447***	***14172***	***76,74***
	01.05.2019 - 01.08.2019	***Repeated***	***688***	***2745***	***11,87***
			5795	***19674***	

Рисунок 4.12 – Кількість сеансів користувачів різних типів

Після прийняття рішення про розподіл користувачів на три групи в залежності від кількості повторних сеансів, проаналізуємо виділені групи за критеріями сторінки входу, другої сторінки, сторінки виходу, глибини перегляду; інформації про девайс, ОС, доменне ім’я.

На Рисунку 4.13 маємо список трьох типів користувачів відсортованих за критерієм сторінки входу на сайт. Детальні дані представлено у табличному вигляді на Рисунку Б.1 у Додатку Б.

	Тип пользователя	Страница входа	Сеансы	Сеансы
	Новые пользователи		4 447 % от общего количества: 86,30 % (5 153)	4 447 % от общего количества: 86,30 % (5 153)
	Вернувшиеся пользователи		706 % от общего количества: 13,70 % (5 153)	706 % от общего количества: 13,70 % (5 153)
	Неоднократные посетители		1 051 % от общего количества: 20,40 % (5 153)	1 051 % от общего количества: 20,40 % (5 153)
1.	New Visitor	/catalogy/uglovye-vanny		
	Новые пользователи		816	18,35 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		53	5,04 %
2.	New Visitor	/		
	Новые пользователи		515	11,58 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		89	8,47 %
3.	New Visitor	/catalogy/komplektuyushchie-dlya-vann		
	Новые пользователи		251	5,64 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		14	1,33 %
4.	New Visitor	/catalogy/tumba-dlya-vannoj-bez-umyvalnika		
	Новые пользователи		205	4,61 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		13	1,24 %
5.	New Visitor	/catalogy/70x90		
	Новые пользователи		160	3,60 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		15	1,43 %
6.	New Visitor	/catalogy/dushevye-dveri		
	Новые пользователи		138	3,10 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		15	1,43 %

Рисунок 4.13 – Дані про сторінку входу на сайт

Список користувачів, відсортованих за критерієм другої сторінки, детальні дані якого представлено у табличному вигляді на Рисунку Б.2 у Додатку Б, дає змогу зробити висновок, що сторінки типу «Головна», «Категорія», «Підкатегорія» на прикладі кутових ванн посідають лідерські позиції станів системи в першу чергу для нових користувачів сайту. Слід відмітити, що Головна сторінка сайту не є

основною при використанні актуальних запитів у пошуковій системі, що вказує на факт цілеспрямованості користувачів у досягненні мети покупки. На Рисунку Б.3 відображено таблицю з кількістю сеансів кожного типу користувачів за перші 15 днів аналізованого етапу.

На Рисунку 4.14 відображено список користувачів, відсортованих за критерієм шляху переходу між першою і другою сторінками. Найбільш популярним шляхом переходу є використання пункту меню з категоріями у випадку переходу з головної сторінки сайту. Якщо ж брати до уваги перехід до під категорії, то лідерську позицію займає фільтр за розміром (п’яте місце у списку – перехід у розділ з душовими кабінами розмірами 70*90).

	Тип пользователя	Путь к следующей странице	Сеансы ▼	Сеансы ▼
	Новые пользователи		4 446 % от общего количества: 86,28 % (5 153)	4 446 % от общего количества: 86,28 % (5 153)
	Вернувшиеся пользователи		693 % от общего количества: 13,45 % (5 153)	693 % от общего количества: 13,45 % (5 153)
	Неоднократные посетители		1 037 % от общего количества: 20,12 % (5 153)	1 037 % от общего количества: 20,12 % (5 153)
1.	New Visitor	/catalogy/uglovye-vanny		
	Новые пользователи		816	18,35 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		53	5,11 %
2.	New Visitor	/		
	Новые пользователи		515	11,58 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		89	8,58 %
3.	New Visitor	/catalogy/komplektuyushchie-dlya-vann		
	Новые пользователи		251	5,65 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		14	1,35 %
4.	New Visitor	/catalogy/tumba-dlya-vannoj-bez-umyvalnika		
	Новые пользователи		205	4,61 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		13	1,25 %
5.	New Visitor	/catalogy/70x90		
	Новые пользователи		160	3,60 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		15	1,45 %
6.	New Visitor	/catalogy/dushevye-dveri		
	Новые пользователи		138	3,10 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		15	1,45 %

Рисунок 4.14 – Дані про шляхи переходу на другу сторінку сайту

На Рисунку 4.15 відображено список користувачів сайту, відсортованих за критерієм сторінки виходу. Детальна інформація у табличному вигляді представлена у Додатку Б на Рисунку Б.4.

Оскільки ми ще не проаналізували дані про глибину перегляду, то можна зробити декілька припущень щодо поведінки, спровокованої незадоволенням потреб:

– При переході на сторінку підкатегорії він виходить із сайту.
– Користувач не переходить нікуди з головної сторінки і виходить із сайту.
– Користувач на сторінці категорії використовує фільтр і виходить із сайту.

	Тип пользователя	Страница выхода	Сеансы	Сеансы
	Новые пользователи		4 447 % от общего количества: 86,30 % (5 153)	4 447 % от общего количества: 86,30 % (5 153)
	Вернувшиеся пользователи		706 % от общего количества: 13,70 % (5 153)	706 % от общего количества: 13,70 % (5 153)
	Неоднократные посетители		1 051 % от общего количества: 20,40 % (5 153)	1 051 % от общего количества: 20,40 % (5 153)
1.	New Visitor	/catalogy/uglovye-vanny		
	Новые пользователи		671	15,09 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		33	3,14 %
2.	New Visitor	/		
	Новые пользователи		266	5,98 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		36	3,43 %
3.	New Visitor	/catalogy/tumba-dlya-vannoj-bez-umyvalnika		
	Новые пользователи		174	3,91 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		12	1,14 %
4.	New Visitor	/catalogy/komplektuyushchie-dlya-vann		
	Новые пользователи		170	3,82 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		7	0,67 %
5.	New Visitor	/catalogy/70x90		
	Новые пользователи		150	3,37 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		14	1,33 %
6.	New Visitor	/catalogy/plitka-dlya-vannoj		
	Новые пользователи		137	3,08 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		8	0,76 %

Рисунок 4.15 – Дані про сторінку виходу із сайту

При врахуванні показника відмов, який знаходиться у діапазоні від 45,8% до 51,7%, слід зробити висновок про проблематику, пов’язану із недостатньою глибиною перегляду і задоволеністю користувачів усіх типів. Для отримання можливості детального аналізу, розглянемо дані про глибину перегляду сайту (Рис.4.16). Майже 54% нових користувачів виходять із сайту після перегляду однієї

сторінки, лише 10% із них переходять на другу і 13% на третю, 4 сторінки сайту переглядають лише 5%. Можна зробити висновок, що головна сторінка сайту не задовольняє потреби користувача настільки, що він навіть не переходить на сторінку категорії. Ще гірша картина пов'язана із постійними користувачами, які неодноразово використовували сайт, оскільки у 17% випадках вони також покидають сайт відразу ж. Якщо прийняти до розгляду показник середнього часу сеансу, то можна зробити висновок, що за 3 хвилини в середньому сторінка сайту задовольняє лише інформаційні потреби (ознайомлення з акційними пропозиціями чи списком товарів), але не призводить до досягнення мети покупки товару.

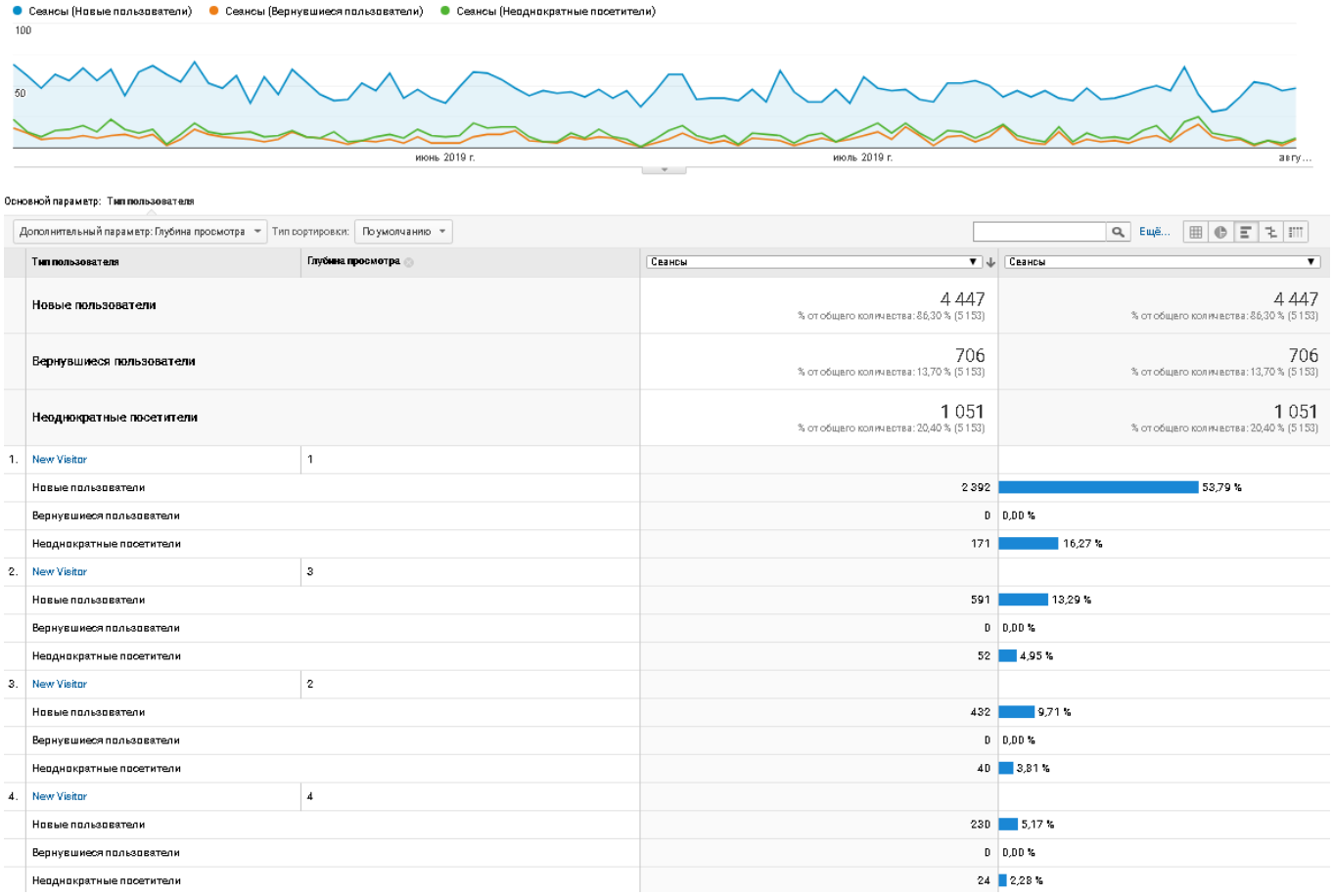
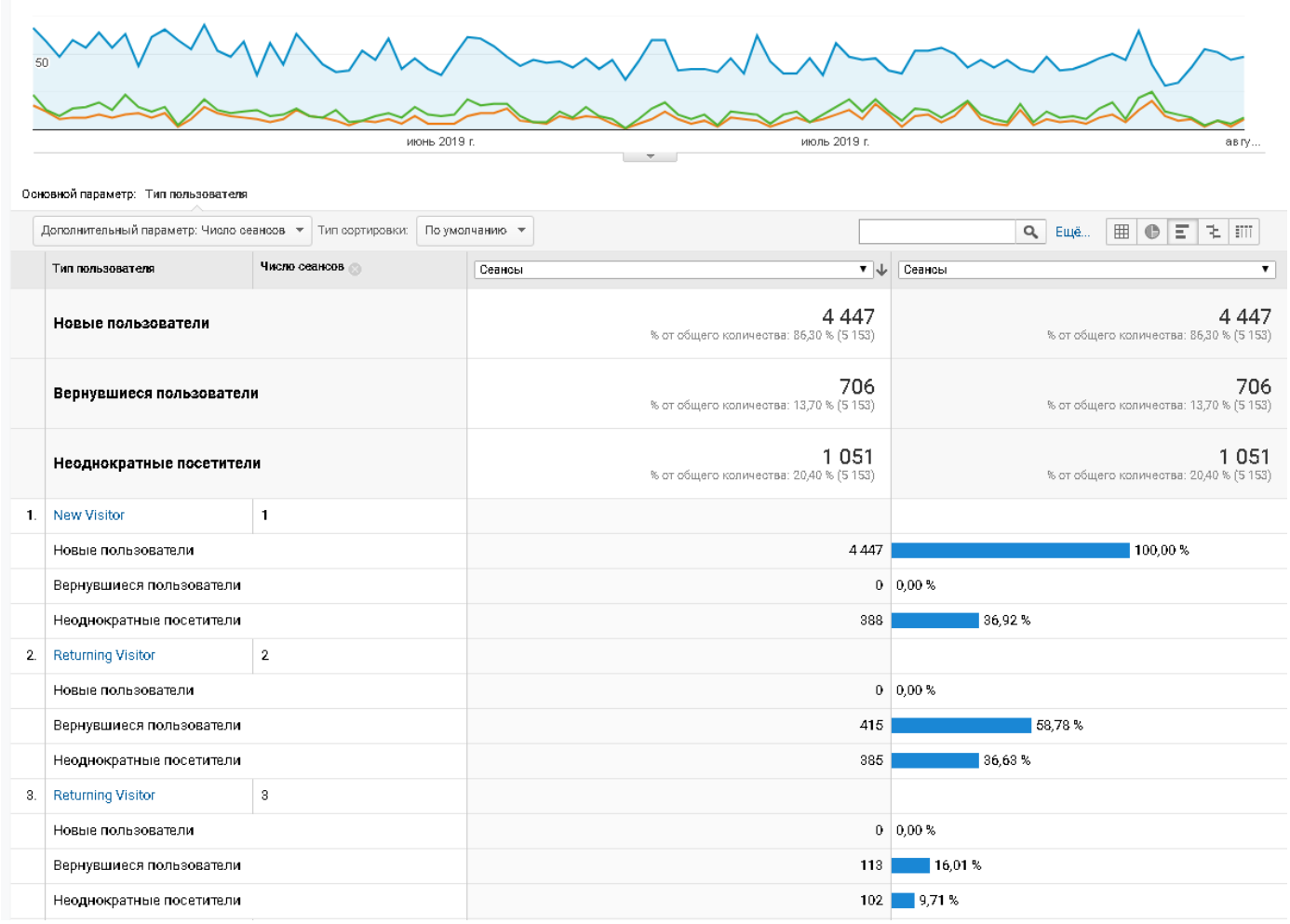


Рисунок 4.16 – Дані про глибину перегляду сайту

Переходимо до аналізу діяльності користувачів з точки зору чисельності і тривалості сеансів, а також із врахуванням глибинності сеансів. На Рисунку 4.17 зображено розподіл груп користувачів за кількістю сеансів на сайті. Детальна

інформація представлена у Додатку Б, Рисунок Б.6. Можна зробити висновок, що за один сеанс в середньому нові користувачі переглядають 3 сторінки, а при повторному заході кількість сторінок збільшується на одну. Глибина перегляду помітно збільшується до 5 сторінок при п’ятому сеансі, тобто цього достатньо, щоб користувач ознайомився із принципом роботи сайту і рівень його готовності до здійснення покупки зростає.

При дев’ятому сеансі час на досягнення мети помітно скорочується порівняно з попередніми спробами, а десятий сеанс займає вдвічі більше часу. Збільшення часового ресурсу пояснюється виконанням додаткових дій для оформлення замовлення.



	Тип пользователя	Число сеансов	Сеансы	Сеансы
	Новые пользователи		4 447 % от общего количества: 86,30 % (5 153)	4 447 % от общего количества: 86,30 % (5 153)
	Вернувшиеся пользователи		706 % от общего количества: 13,70 % (5 153)	706 % от общего количества: 13,70 % (5 153)
	Неоднократные посетители		1 051 % от общего количества: 20,40 % (5 153)	1 051 % от общего количества: 20,40 % (5 153)
1.	New Visitor	1		
	Новые пользователи		4 447	100,00 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		388	36,92 %
2.	Returning Visitor	2		
	Новые пользователи		0	0,00 %
	Вернувшиеся пользователи		415	58,78 %
	Неоднократные посетители		385	36,63 %
3.	Returning Visitor	3		
	Новые пользователи		0	0,00 %
	Вернувшиеся пользователи		113	16,01 %
	Неоднократные посетители		102	9,71 %

Рисунок 4.17 – Дані про кількість сеансів

Розглянемо деталі щодо тривалості сеансів. На Рисунку Б.7 більш ніж половині випадків сеанс можна вважати провальним, оскільки його тривалість 0 хвилин, що швидкий означає захід і вихід користувача (Рис. 4.18). Основна причина – це помилковий захід на сайт користувача внаслідок натискання на сніппет у видачі після введення запиту. На перегляд двох сторінок користувачі витрачають від 19 до 24 хвилин, 3 сторінок – від 26 до 38 хвилин, 4 сторінок – 35 хвилин.

	Тип пользователя	Длительность сеанса	Сеансы	Сеансы
	Новые пользователи		4 447 % от общего количества: 86,30 % (5 153)	4 447 % от общего количества: 86,30 % (5 153)
	Вернувшиеся пользователи		706 % от общего количества: 13,70 % (5 153)	706 % от общего количества: 13,70 % (5 153)
	Неоднократные посетители		1 051 % от общего количества: 20,40 % (5 153)	1 051 % от общего количества: 20,40 % (5 153)
1.	New Visitor	0 с.		
	Новые пользователи		2 299	51,70 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		165	15,70 %
2.	New Visitor	24 с.		
	Новые пользователи		27	0,61 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		3	0,29 %
3.	New Visitor	38 с.		
	Новые пользователи		26	0,58 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		2	0,19 %
4.	New Visitor	23 с.		
	Новые пользователи		25	0,56 %
	Вернувшиеся пользователи		0	0,00 %
	Неоднократные посетители		1	0,10 %

Рисунок 4.18 – Дані про тривалість сеансів

На Рисунку 4.19 представлено розподіл користувачів за кількістю сторінок за сеанс залежно від кількості повторних заходів. На Рисунку Б.8 у Додатку Б розраховано середню кількість сторінок за сеанс для кожного показника повторного заходу. Більше 70% випадків – перегляд в середньому трьох сторінок за сеанс, 20% - 4 і 5 сторінок, менше 10% - 2 сторінки за сеанс. За перші п’ять сеансів потреба у

збільшенні кількості переглянутих сторінок зростає від 3 до 5, а потім скорочується, що дає змогу зробити висновок: за 5 сеансів користувач набуває достатнього рівня навичок, щоб оптимізувати свою роботу на сайті і скоротити кількість переходів між сторінками. Відбувається пошук альтернативних шляхів переходу і досягнення встановленої цілі.

	Сеансы	Просмотры страниц
Новые пользователи	4 447 % от общего количества: 86,30 % (5 153)	14 172 % от общего количества: 83,44 % (16 984)
Вернувшиеся пользователи	706 % от общего количества: 13,70 % (5 153)	2 812 % от общего количества: 16,56 % (16 984)
Неоднократные посетители	1 051 % от общего количества: 20,40 % (5 153)	4 421 % от общего количества: 26,03 % (16 984)

Число сеансов	Сеансы	Просмотры страниц
1		
Новые пользователи	4 447	14 172
Вернувшиеся пользователи	0	0
Неоднократные посетители	388	1 809
2		
Новые пользователи	0	0
Вернувшиеся пользователи	415	1 668
Неоднократные посетители	385	1 506
3		
Новые пользователи	0	0
Вернувшиеся пользователи	113	394
Неоднократные посетители	102	371

Рисунок 4.19 – Дані про кількість сторінок за сеанс

Дані, пов’язані з глибиною переглядів, представлені на Рисунку 4.20. Ця інформація дає змогу виявити оптимальну кількість переходів між сторінками для нових користувачів, що рівна 3. Користувачам, що повернулись на сайт як мінімум двічі, вистачає перегляду двох сторінок для досягнення цілі. Не беремо до уваги показники глибини перегляду, що рівна 1, оскільки приймаємо до уваги попередньо отримані результати про велику ймовірність помилкового заходу на сайт.

	Сеансы	Просмотры страниц
Новые пользователи	4 447 % от общего количества: 86,30 % (5 153)	14 172 % от общего количества: 83,44 % (16 984)
Вернувшиеся пользователи	706 % от общего количества: 13,70 % (5 153)	2 812 % от общего количества: 16,56 % (16 984)
Неоднократные посетители	1 051 % от общего количества: 20,40 % (5 153)	4 421 % от общего количества: 26,03 % (16 984)

Глубина просмотра	Сеансы	Просмотры страниц
<1		
Новые пользователи	1	0
Вернувшиеся пользователи	11	0
Неоднократные посетители	12	0
1		
Новые пользователи	2 392	2 392
Вернувшиеся пользователи	347	347
Неоднократные посетители	501	501
2		
Новые пользователи	432	864
Вернувшиеся пользователи	84	168
Неоднократные посетители	119	238
3		
Новые пользователи	591	1 773
Вернувшиеся пользователи	77	231
Неоднократные посетители	127	381
4		
Новые пользователи	230	920
Вернувшиеся пользователи	34	136
Неоднократные посетители	55	220

Рисунок 4.20 – Дані про глибину перегляду сторінок сайту

Фактично, ми отримуємо основні персонажі з індивідуальними сценаріями користування сайтом, а проведення досліджень дає змогу назначити персонажам типи. Перетворення якісних даних дослідження в набір засобів проектування – найбільш вагомий результат даного кроку. Розробка механізму адаптації перш за все залежить від цільової аудиторії, а чим детальніше вона формалізована, тим ефективнішим буде механізм. Створення продукту, що може задовольнити потреби хоча б трьох персонажів – це відповідальна і складна задача. Тому перш за все, необхідно визначити пріоритетність кожного з персонажів, щоб досягти максимально ефективного результату адаптації діалогової взаємодії. Найвищий пріоритет – це новий користувач (ключовий), другорядний персонаж – це покупець,

що повторно зайшов на сайт, додатковий персонаж – це користувач, що більше двох раз скористався сайтом. Беремо до уваги лише користувачів, що користуються сайтом з метою здійснення покупки.

Проведення досліджень цільової аудиторії сайту дає змогу сформувати декілька класів користувачів з визначеними сценаріями поведінки:

– Користувач New, з кількістю сеансів на сайті 1, середнім часом сеансу 27 хв, середньою кількістю сторінок за сеанс 3, сторінкою входу типу «Підкатегорія», подальшим переходом на сторінку типу «Головна», виходом на сторінці пагінації у підкатегорії після використання фільтру і показником відмов рівному 51,68%.

– Користувач Returned, з кількістю сеансів 2, середнім часом сеансу 38 хв, середньою кількістю сторінок за сеанс 4, сторінкою входу типу «Головна», подальшим переходом на сторінку типу «Підкатегорія», виходом на сторінці типу «Картка товару» і показником відмов рівному 49,8%.

– Користувач Repeated, з кількістю сеансів на сайті 3, середнім часом сеансу 24 хв, середньою кількістю сторінок за сеанс 4, сторінкою входу типу «Головна», подальшим переходом на сторінку типу «Категорія», переходом на сторінку «Підкатегорія» і виходом на сторінці типу «Картка товару» після використання фільтру за характеристикою і показником відмов рівному 55,6%.

На основі отриманих результатів переходимо до наступного кроку – формалізація шляхів пересування користувачів по сайту.

4.5 Формалізація та аналіз шляхів пересування по сайту користувачів різних класів

Відповідно до рівня експертності користувача, що перш за все визначається шляхом підрахунку кількості сеансів на сайті і середнього часу сеансу, маємо декілька варіацій тактик переходів між сторінками сайту. Фактично, формалізувати

дані процедури можна за рахунок зображення їх у вигляді орієнтованих графів з поглинаючими вершинами: «Корзина» і «Вихід». На Рисунку 4.21 зображено орієнтований граф шляхів пересування користувачів по сайту в загальному вигляді. Він відображає найбільш популярні шляхи переходу між основними сторінками сайту, починаючи з Головної сторінки.

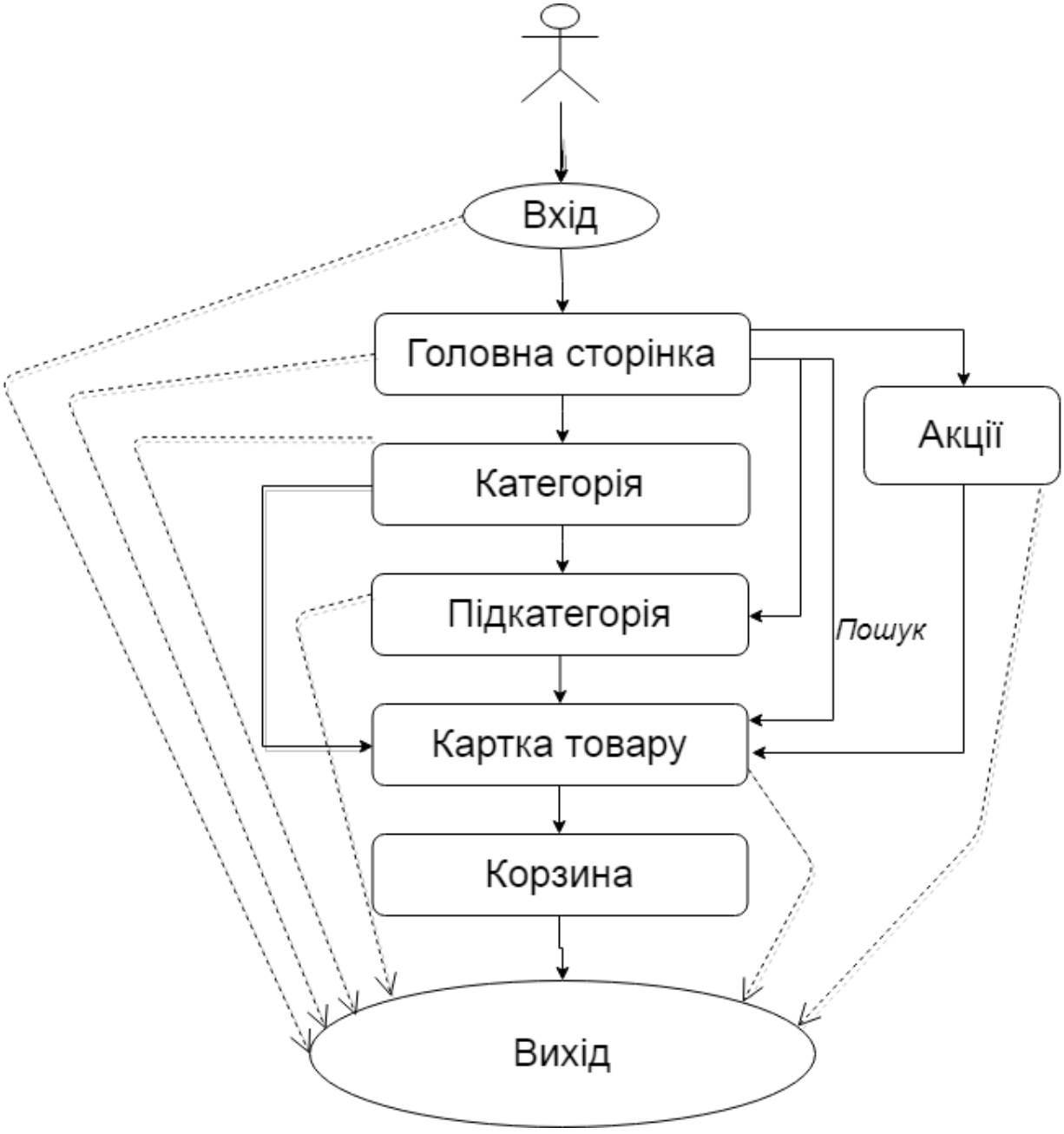


Рисунок 4.21 – Граф переходів користувачів по сайту

На Рисунку 4.22 зображено граф переходів користувачів типу New, стани системи для якого було отримано на попередньому етапі. До розгляду не було прийнято інформацію про випадки заходу нового користувача на головну сторінку сайту, оскільки показник відмов високий, час сеансу 0 хв, а статистичні дані зумовлені помилковими заходами на сайт. Саме цьому розглядаємо ситуацію, коли новий користувач при введенні запиту у пошуковій системі знаходить у видачі відповідну сторінку, що відноситься до типу «Підкатегорія».

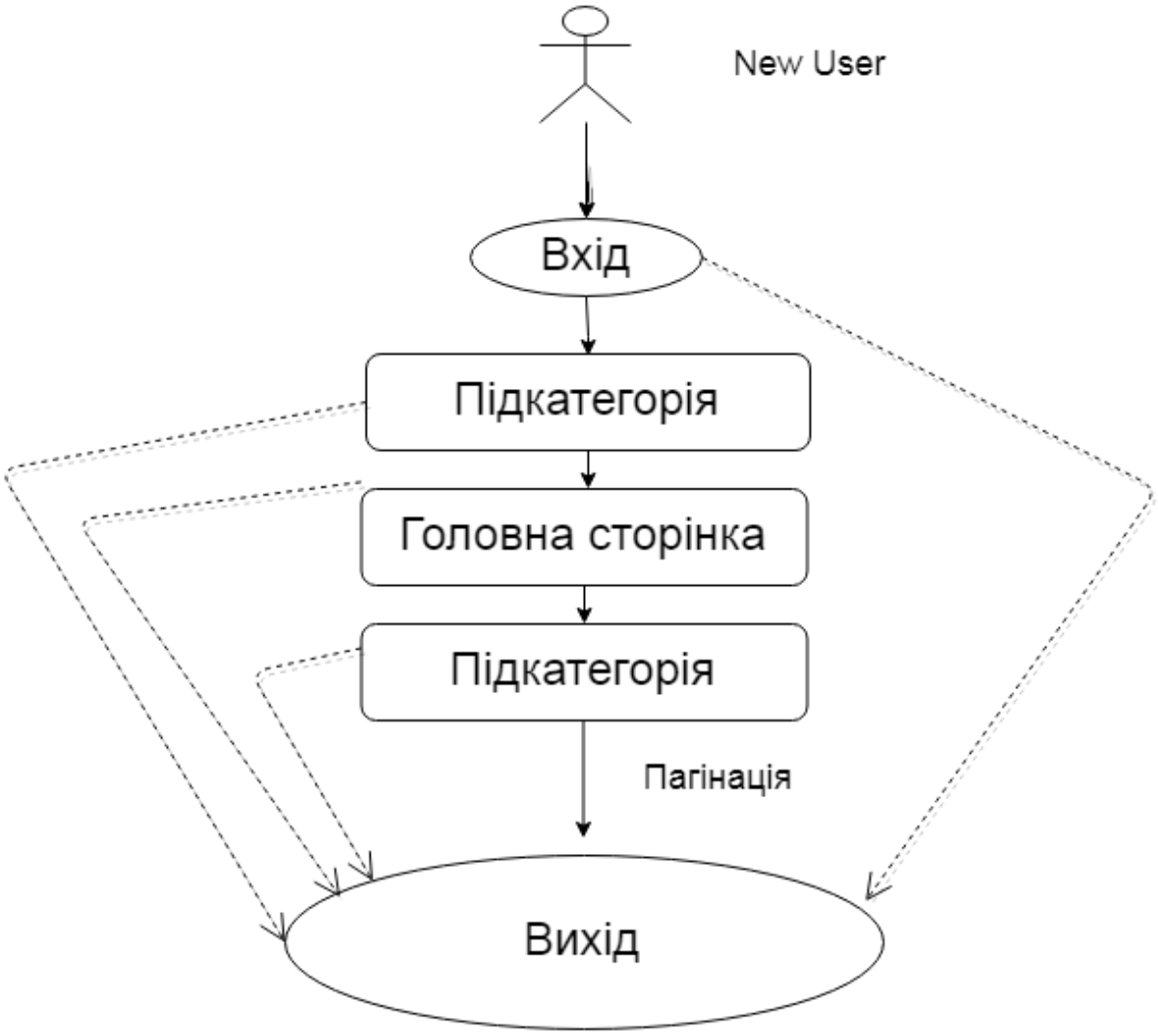


Рисунок 4.22 - Граф переходів користувачів типу New по сайту

На Рисунку 4.23 представлено граф переходів користувачів типу Returned, для якого було отримано інформацію про тактику переходів між сторінами системи у ході попередньо проведеного аналізу.

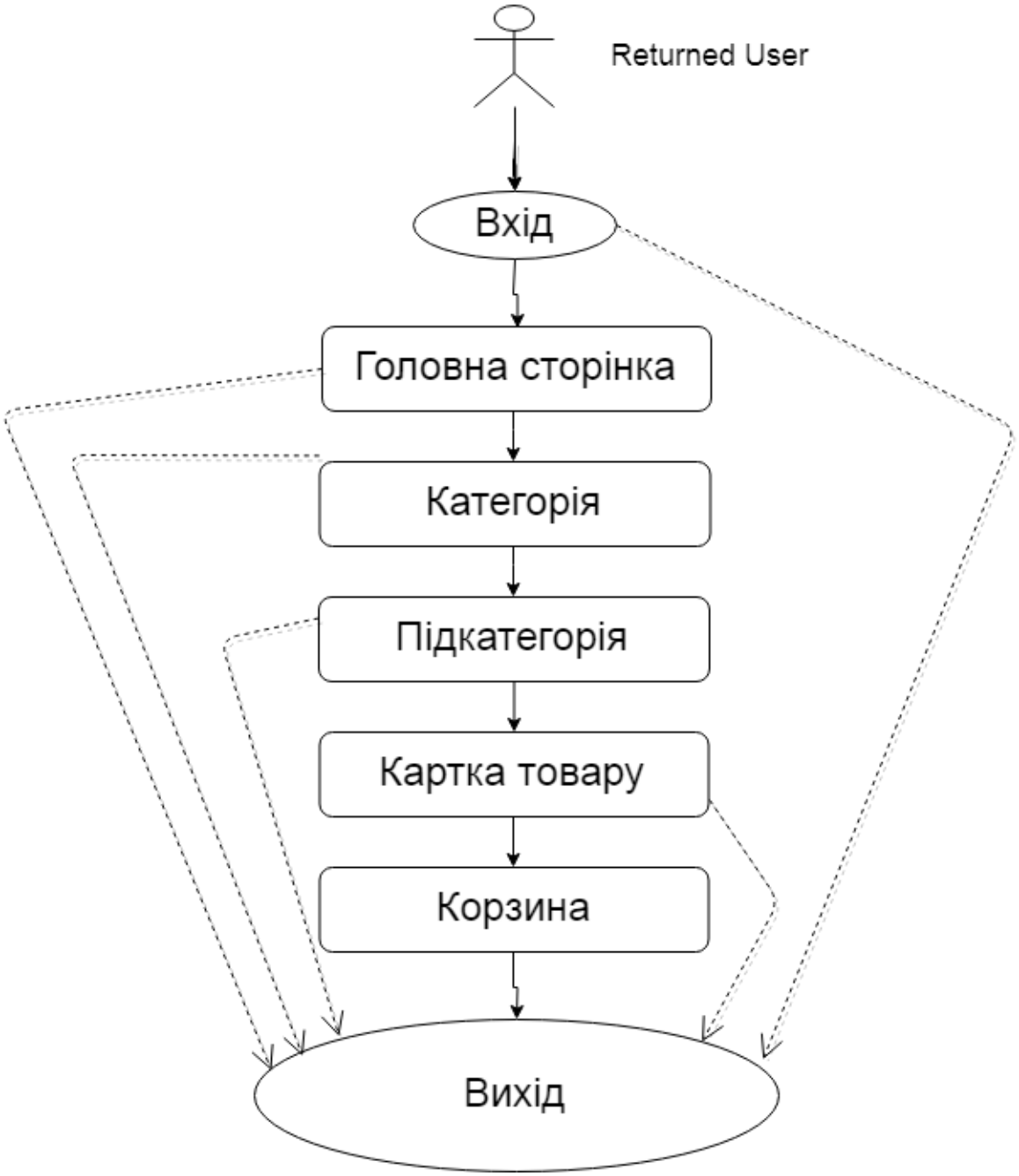


Рисунок 4.23 - Граф переходів користувачів типу Returned по сайту

За умови повторного заходу на сайт користувач використовує у якості входу Головну сторінку сайту, оскільки вводить комерційний запит внаслідок перебрендування. З другого відвідування сайту користувача можна віднести до цільової аудиторії, намірами якої є здійснення покупки у конкретному інтернет-магазині. У той же час його рівень експертності недостатній, щоб використовувати індивідуальний функціонал (фільтр, пагінація), що негативно впливає на ефективність діалогової взаємодії.

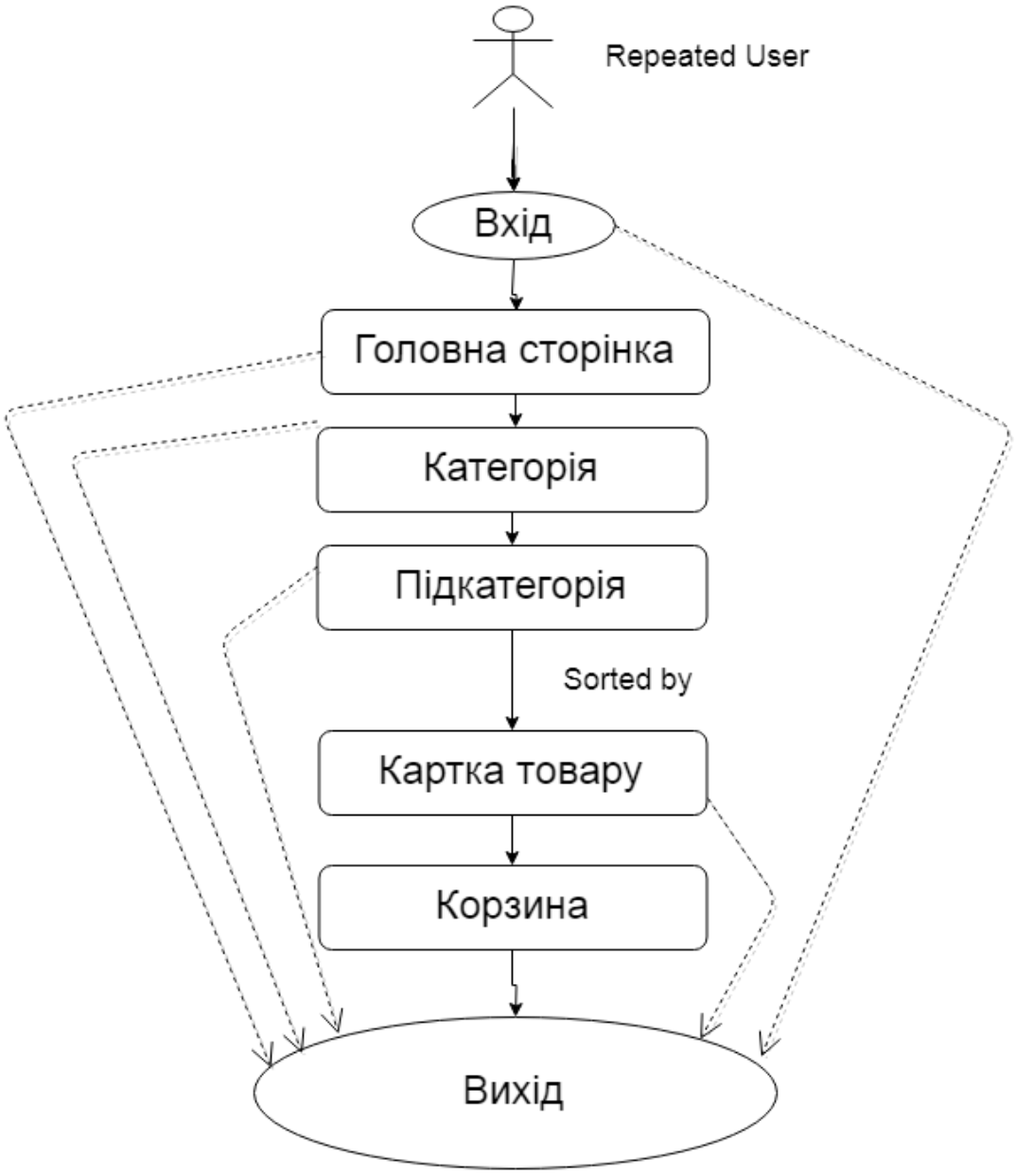


Рисунок 4.24 - Граф переходів користувачів типу Repeated по сайту

На Рисунку 4.24 зображено граф переходів між сторінками сайту користувача типу Repeated, що в силу досягнення необхідного рівня експертності за велику кількість сеансів на сайті починає використовувати функціонал сортування при заході на сторінку типу «Підкатегорія» для знаходження необхідного товару.

Відомо, що існують і інші шляхи переходів, але вибір вищенаведених пояснюється їх популярністю і оптимальними показниками сеансів, а також наявністю проблематики, пов'язаною з необхідністю оптимізації діалогової взаємодії.

На Рисунках 4.25 – 4.26 представлено множину шляхів переходу по сайту для нових і постійних користувачів, відсортованих за популярністю сторінок входу і обмежених за кількістю взаємодій (глибина перегляду рівна 3). Додатково враховуються показники кількості сеансів і відмов на кожному етапі взаємодії, на основі яких розраховані показники відмов.

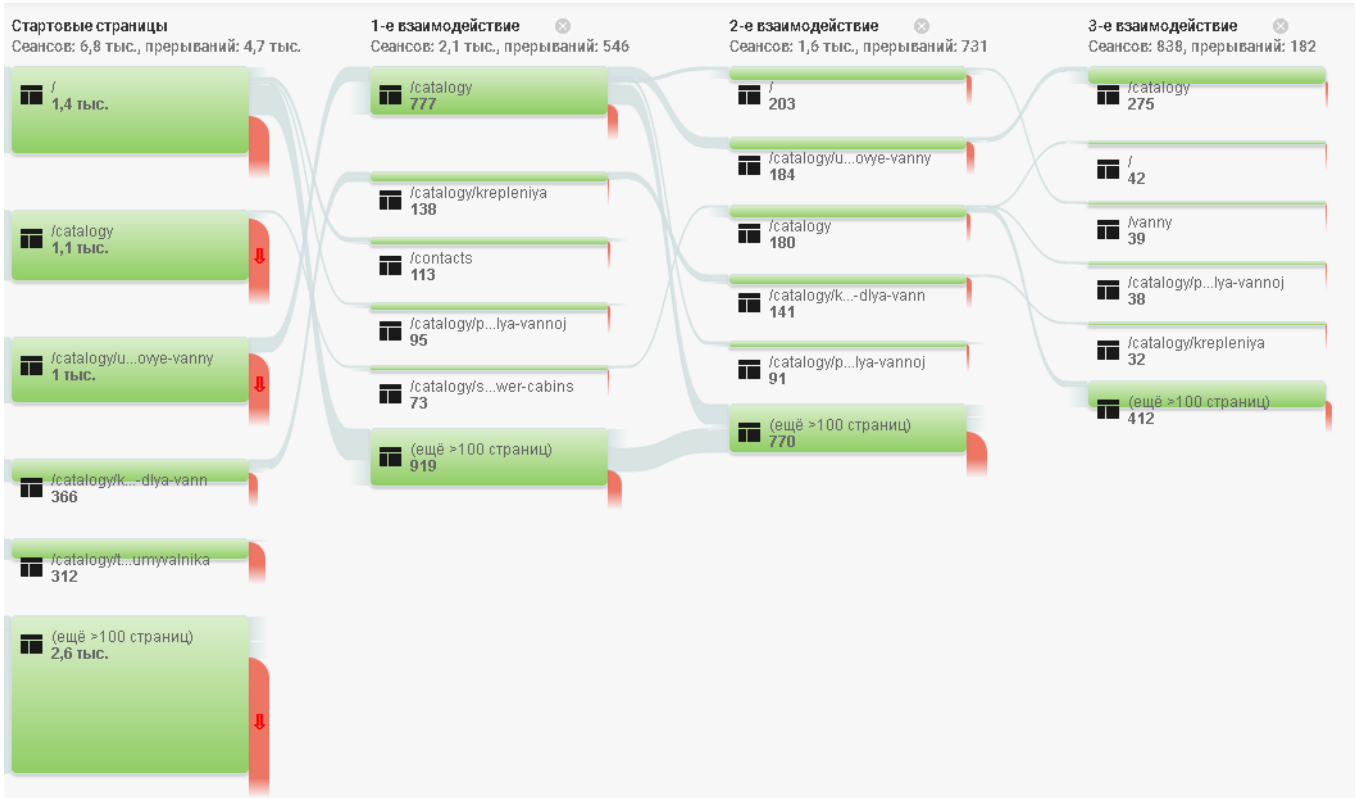


Рисунок 4.25 – Шляхи переходу по сайту нових користувачів

Рисунок 4.26 – Шляхи переходу по сайту постійних користувачів

Отже, на даному етапі було сформовано основні шляхи пересування користувачів по сайту, що були формалізовані за допомогою орієнтованих графів для кожного типу користувача. Оскільки ми маємо послідовності переходів між станами системи і проблематику, пов’язану із основними показниками ефективної діалогової взаємодії то повинні прийняти до розгляду стохастичні методи оптимізації інформаційної системи для адаптації до рівня експертності користувачів і їх вимог.

4.6 Розробка механізму адаптації сайту відповідно до рівня експертності користувача

Механізм адаптації повинен базуватися на використані математичних методів з метою отриманні найвищого рівня точності результатів. Основне завдання полягає у створенні моделі, яка, на основі відомої інформації про тактику використання

сайту користувачами і прогнозованої інформації про рівень експертності користувачів, обирати оптимальну стратегію адаптації діалогової взаємодії для досягнення найвищого рівня задоволеності потреб користувачів. Завдання вибору стратегії зводимо до вирішення марковської задачі прийняття рішень на основі прихованої марковської моделі.

Процес прийняття рішень повинен проходити із врахуванням фактору випадковості. У свою чергу, розглянуті випадкові послідовності подій повинні підкорятися статичним закономірностям. Використання ефективних математичних методів з теорії випадкових процесів і теорії марковських процесів можливе лише за умови статичної стійкості системи.

Для вирішення поставленої задачі маємо вхідні дані:

– Множина моделей користувачів (класифікованих на три сегменти відносно рівня експертності) з індивідуальними змінними для кожного класу:

- Кількість сеансів.
- Середній час сеансу.
- Середня кількість сторінок, переглянутих за сеанс.

– Множина стратегій пересування по сайту (формалізовані у вигляді орієнтованих графів):

- Сторінка входу, виходу, друга сторінка.
- Глибина перегляду за сеанс.
- Шляхи переходу.

Перш за все слід відмітити, що на початку сеансу модель користувача є неповною, тобто містить невідомі змінні. Звідси виникає проблематика вибору стратегії адаптації інформаційної системи до потреб користувача. Для прийняття точного рішення формується матриця перехідних ймовірностей змін станів системи у відповідності до раніше проведеного аналізу статистичних даних про цільову аудиторію сайту. Задача зводиться до задачі прийняття рішень з вибору оптимальної стратегії адаптації діалогової взаємодії до рівня експертності користувача за умови

прогнозованої моделі користувача на першому етапі, що не може бути визначена на початку сеансу, з використанням прихованої марковської моделі.

Задаємо вектор ймовірностей заходу на сайт користувачів певного типу для New, Returned, Repeated: pi = [0.6,0.2,0.2], і вектор імовірності заходу на сторінку типу «Головна», «Категорія», «Підкатегорія» для загального випадку: pi1 = [0.6 , 0.1, 0.3]. Далі задаємо послідовність заходу на сайт користувачів певного класу: np.array([1,2,1,0,1,2,2,0,0,1,0,1,2,1,2,2,0,0,1,0,1]). Наступним кроком є задання матриць перехідних ймовірностей між сторінками сайту різних типів і заходів конкретного типу користувача на конкретний тип сторінки (Рис.4.27 – 4.30).

All User	***Головна***	***Категорія***	***Підкатегорія***	***Картка***	***Корзина***	***Вихід***	***Акції***
Головна	0	0,4	0,3	0,1	0	0,1	0,1
Категорія	0,1	0	0,3	0,5	0	0,1	0
Підкатегорія	0,1	0,2	0	0,6	0	0,1	0
Картка	0,1	0,2	0,2	0	0,4	0,1	0
Корзина	0,1	0,1	0,1	0,5	0	0,1	0,1
Вихід	0,3	0,1	0,3	0,2	0	0	0,1
Акції	0,2	0,1	0,1	0,5	0	0,1	0

Рисунок 4.27 – Матриця перехідних ймовірностей між сторінками сайту користувача невизначеного типу

New User	***Головна***	***Підкатегорія***	***Вихід***
Головна	0	0,5	0,3
Підкатегорія	0,5	0	0,5
Вихід	0,35	0,6	0

Рисунок 4.28 – Матриця перехідних ймовірностей між сторінками сайту користувача типу New

Returned User	***Головна***	***Категорія***	***Підкатегорія***	***Картка***	***Корзина***	***Вихід***
Головна	0	0,4	0,3	0,1	0	0,1
Категорія	0,1	0	0,6	0,2	0	0,1
Підкатегорія	0,1	0,2	0	0,5	0	0,2
Картка	0,1	0,15	0,15	0	0,5	0,1
Корзина	0,1	0,1	0,1	0,1	0	0,5
Вихід	0,5	0,2	0,2	0,1	0	0

Рисунок 4.29 – Матриця перехідних ймовірностей між сторінками сайту користувача типу Returned

Repeated User	***Головна***	***Категорія***	***Підкатегорія***	***Картка***	***Корзина***	***Вихід***
Головна	0	0,4	0,3	0,1	0	0,1
Категорія	0,1	0	0,6	0,2	0	0,1
Підкатегорія	0,1	0,2	0	0,5	0	0,2
Картка	0,1	0,15	0,15	0	0,5	0,1
Корзина	0,1	0,1	0,1	0,2	0	0,4
Вихід	0,5	0,2	0,2	0,1	0	0

Рисунок 4.30 – Матриця перехідних ймовірностей між сторінками сайту користувача типу Repeated

Відповідно до введених даних, відбувається розрахунок очікуваної послідовності заходу на сайт користувачів певного класу. Результати вирішення поставленої задачі представлено у додатку В.

Отже, даний етап дав можливість спрогнозувати послідовність заходів на сайт користувачів різних рівнів експертності. Основною особливістю вхідних даних є отримання матриць перехідних ймовірностей між станами системи (у загальному вигляді і для кожного класу користувачів окремо) на основі аналізу статистичної інформації. Оскільки на початку сеансу неможливо визначити рівень експертності користувача, до якого повинна адаптуватися інформаційна система для забезпечення найбільш ефективної діалогової взаємодії , то ці стани можна вважати невідомими. Відповідно до особливостей вхідних даних було прийнято рішення про використання математичного методу на основі прихованої марковської моделі і проведено розрахунок з використанням мови програмування Python і безпосередньо бібліотеки Pandas. Код використовується як найпростіший і оптимальний шлях для знаходження невідомої послідовності за алгоритмом Вітербі.

4.7 Формування оптимальних стратегій оптимізації діалогової взаємодії між користувачами та сайтом

На попередньому кроці фактично було вирішено питання про те, як визначити рівень експертності користувача, щоб сформувати інструкції з адаптації діалогової взаємодії до його потреб. Процеси адаптації насамперед пов’язані із використанням систематичного підходу до автоматизованого регулювання контролерів у режимі реального часу. Даний підхід використовується для досягнення і підтримання необхідного рівня працездатності (коли параметри динамічної моделі невідомі), що прямо пропорційно впливає на рівень задоволеності потреб користувача.

Адаптивні методи управління можуть призвести до згасання ефекту адаптації у таких ситуаціях:

– Зміна умов експлуатації системи (набуття необхідного рівня експертності користувачем).
– Зміна параметрів динамічної моделі в часі (коливання середньої тривалості сеансів внаслідок підвищення рівня експертності користувача).

Для досягнення високого рівня точності за умови ймовірності виникнення вагомих невідомих змін параметрів моделі використаємо адаптивний підхід управління. Перш за все необхідно задати показники для циклу управління. На наступному кроці знайти динамічну модель системи, яку необхідно контролювати. Розробити метод проектування контролера.

Показники циклу управління – це вхідні дані до моделі користувача, які були описані під час аналізу цільової аудиторії сайту. Динамічна модель системи заснована на використанні прихованої марковської моделі, вирішеної методом з використанням алгоритму Вітербі.

Для адаптації діалогової взаємодії необхідно створити декілька стратегій із врахуванням наступних положень:

– Для визначення типу користувача використовувати інформацію про IP-адресу. Якщо користувач заходить вперше, то його слід віднести до сегменту New. Якщо користувач заходить вдруге, то він знаходиться у сегменті Returned. Якщо кількість сеансів користувача більше 2, то він у сегменті Repeated.

– Користувачі типу New починають сеанси зі сторінки типу «Підкатегорія», а отже користуються цільовими низькочастотними запитами до пошукової системи. Інструкція з внутрішньої оптимізації діалогової взаємодії не буде описана, оскільки для даного типу буде розроблено стратегію зовнішньої оптимізації, що обрано більш доцільним варіантом.

Для користувачів типу Returned і Repeated:

– На сторінку типу «Головна» додати інформаційний блок «Акції» з можливістю переходу на сторінки типу «Підкатегорія» або «Картка товару».

– На сторінку типу «Головна» додати мультимедійний блок «Акції» з можливістю переходу на сторінки типу «Підкатегорія» або «Картка товару».

– На сторінку типу «Головна» додати функціонал пошуку з можливістю прямого переходу на сторінку типу «Картка товару».

– У шапці сторінки типу «Головна» додати випадаючий список підкатегорій з можливістю прямого переходу (а не через сторінку типу «Категорія»).

– На сторінки типу «Категорія», «Підкатегорія» додати функціонал фільтрування за індивідуальними характеристиками окремих типів товарів.

– На сторінка типу «Категорія», «Підкатегорія» змінити одно сторінковий метод відображення товарів сторінками пагінації.

Інструкції адаптації інформаційної системи спрямована на оптимізацію таких показників: збільшення середньої тривалості сеансу, збільшення глибини перегляду, збільшення ймовірності переходу на сторінки типу «Картка товару» і «Корзина», зменшення ймовірності переходу у поглинаючу вершину «Вихід».

ВИСНОВКИ

Проведений аналіз предметної області дав можливість з’ясувати основні особливості розвитку підприємств у напрямку необхідності автоматизації основних бізнес-процесів: класифікація користувачів систем, проектування діалогової взаємодії «Користувач-Інформаційна система», формалізація адаптованих сценаріїв відповідно до рівня експертності користувачів. Автоматизація бізнес-процесів – це не просто сучасна тенденція, а необхідна умова для досягнення оптимальних конверсій: співвідношення між витраченими ресурсами і прибутком.

Метою роботи є розробка механізмів оптимізації діалогової взаємодії «Людина-інформаційна система» в задачах інтернет-маркетингу на основі моделі користувача інформаційної системи. Тобто, перш за все, необхідно розробити моделі користувачів, що класифіковані за певним набором характеристик. Вибір параметрів для класифікації користувачів системи зводиться до вирішення багатокритеріальної задачі прийняття рішень методом зваженої суми критеріїв. Даний метод має певний недолік – суб’єктивність критеріїв і їх вагів, які формує ОПР. Але в даному випадку саме це позитивно впливає на хід вирішення питання, оскільки маємо опосередкований випадок і специфічні характеристики. Наступним кроком є моделювання структури сайту у вигляді орієнтованого графу. Використання прихованих марковських ланцюгів дозволяє ефективно формалізувати основні процеси діалогової взаємодії «Людина – інформаційна система», виявити взаємозалежності, ймовірності переходів по карті сайту. Після цього необхідно спрогнозувати стратегії пересування користувачів по сайту й оптимізувати отримані маршрути за заданими критеріями за допомогою Skill Adaptive Control Algorithm.

Якщо розробити механізми оптимізації діалогової взаємодії між людиною та інформаційною системою, то можна підвищити рівень конкурентоспроможності бізнесу шляхом задоволення потреб клієнтів з різними рівнями досвіду.

Список використаної літератури

1. Харрингтон Дж., Эсселинг К. С., Нимвеген Х. В. Оптимизация бизнес-процессов. Документирование, анализ, управление, оптимизация / пер. с англ. – СПб. : «Азбука», 2002. – 311 с.

2. Алан Купер, Роберт Рейман, Дэвид Кронин. Об интерфейсе. Основы проектирования взаимодействия [Електронний ресурс]. –Режим доступу : https://www.docdroid.net/12wov/a-reyman-r-i-dr-alan-kuper-ob-interfeyse.pdf

3. Г.Черчиль, Т.Браун. Маркетинговые исследования [Електронний ресурс]. – Режим доступу : http://statistica.ru/knowledge-clusters/liberal-arts/sbor-marketingovoy-informatsii

4. Ковалев С. М. Оптимизация бизнес-процессов [Електронний ресурс]. –Режим доступу : http://www.betec.ru/index.php?id=06&sid=55.

5. Harashima, F. and Suzuki, S. Human Adaptive Mechatronics – Interaction and Intelli-gence. In Proceedings of the 9th IEEE International Workshop on Advanced motion con-trol, Istanbul, Turkey, 2006, pp. 1–8 (IEEE, USA).

6. Yu, H. Overview of Human Adaptive Mechatronics. In Proceedings of the 9th WSEASInternational Conference on Mathematics and computers in business and economics,Bucharest, Romania, 2008, pp. 152–157 (World Scientific and Engineering Academy andSociety (WSEAS) Stevens Point, Wisconsin, USA).

7. Интрилигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория / пер. с англ. Под ред. и с предисловием А. А. Конюса. – М.: Изд-во «Прогресс», 1975. – 597 с.

8. Жалдак М.І., Тріус Ю.В. Основи теорії і методів оптимізації/ Брама-Україна, 2005.- 608 с.

9. Подиновский В.В., Потапов В.А. Метод взвешенной суммы критериев в анализе многокритериальных решений: pro et contra [Електронний ресурс]. – Режим доступу : https://cyberleninka.ru/article/n/metod-vzveshennoy-summy-kriteriev-v-analize-mnogokriterialnyh-resheniy-pro-et-contra.

10. Подиновский В.В. Введение в теорию важности критериев в многокритериальных задачах принятия решений: Учебное пособие. – М.: Физматлит, 2007.

11. Ларичев О.И. Теория и методы принятия решений: Учебник. Изд. третье, перераб. и доп. – М.: Логос, 2006.

12. Belton V., Stewart T.J. Multiple criteria decision analysis: an integrated approach. – Boston: Cluwer, 2003.

13. J. Branke, K. Deb, K. Miettinen, R. Slowinski (Eds.). Multiobjective optimization: interactive and evolutionary approaches. – NY: Springer, 2008.

14. Roy B., Mousseau V. A theoretical framework for analyzing the notion of relative importance of criteria // Journal of multi-criteria decision analysis. – 1996. – Vol. 5. – P. 145-159.

15. D. Krantz, R. D. Luce, P. Suppes, A. Tverski. Foundation of measurement. Vol. 1 - NY: Academic Press, 1971.

16. Подиновский В.В., Потапов М.А. Важность критериев в многокритериальных задачах принятия решений: теория, методы, софт и приложения // Открытое образование. – 2012. – № 2. – С. 55-61.

17. Салтыков С.А. Экспериментальное сопоставление методов взвешенной суммы, теории полезности и теории важности критериев для решения многокритериальных задач с балльными критериями // Управление большими системами. – 2010. – Вып. 29. – С. 16-41.

18. Methodical Instructions / Учебные пособия / Учебное пособие МПР (2002) / Функции полезности, ценности и выбора [Електронний ресурс]. – Режим доступу: https://studfile.net/preview/351330/.

19. SPGU сайт [Електронний ресурс] – Режим доступу: http://rain.ifmo.ru/cat/view.php/theory/processes-automata/markov-2004

20. Bhattacharyya M. Fuzzy Markovian decision process // Fuzzy Sets and Systems - 1998, pp. 273–282.

21. Бояринов Ю.Г., Дли М.И., Круглов В.В. Оценка диапазона возможных значений вероятности пребывания в заданном состоянии марковской модели производственно-экономичес-кой системы // Программные продукты и системы. 2009. № 4. - 230с.

22. Praba B., Sujatha R., Srikrishna S. A study on homogeneous fuzzy semi-Markov model // Applied Mathematical Sciences. - 2009, 2467 p.

23. CyberLeninka сайт [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://cyberleninka.ru/article/n/polumarkovskiy-protsess-kak-model-dlya-opisaniya-algoritmov

24. CyberLeninka сайт [Електронний ресурс] – Режим доступу: https://cyberleninka.ru/article/n/model-polumarkovskogo-protsessa-funktsionirovaniya-mobilnoy-sistemy-videonablyudeniya-s-realizatsiey-v-matlav

25. Анисимов В. В., Многомерные предельные теоремы для полумарковских процессов со счетным множеством состояний. Теория вероятностей и мат. стат. Межвед. науч. сб., 1970.

26. Вікіпедія – Прихована марковська модель [Електронний ресурс] – Режим доступу:https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BA%D1%80%D1%8B%D1%82%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%B2%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%BC%D0%BE%D0%B4%D0%B5%D0%BB%D1%8C

27. Вікіпедія – Алгоритм Вітербі [Електронний ресурс] – Режим доступу:https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D0%B3%D0%BE%D1%80%D0%B8%D1%82%D0%BC_%D0%92%D0%B8%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%B1%D0%B8

Додаток А. Планування робіт

Ідентифікація мети ІТ-проекту методом SMART

Таблиця А.1- Деталізація мети проекту методом SMART

Ознака	Опис
Specific (конкретна)	Розробити комплекс механізмів для оптимізації діалогової взаємодії «Людина – інформаційна система», що дозволить забезпечити підтримку прийняття рішень для оптимізації сайту відповідно до рівня експертності користувача.
Measurable (вимірювана)	Результати впровадження проекту будуть оцінюватись кількісно і якісно (розрахунок зваженої суми критеріїв та отримання показників для оптимізації алгоритмів інформаційної системи).
Achievable (досяжна)	Проект дозволить досягти стратегічних цілей інтернет-маркетингу відповідно до Skill Adaptive Control Algorithm із врахуванням рівня експертності користувача інформаційної системи.
Relevant (реалістична)	Проект буде впроваджено командою з 3 людей, а бюджет буде профінансовано замовником
Time-framed (обмежена в часі)	Проект буде виконано вчасно, що регламентується створенням діаграми Ганта і WBS.

Планування змісту структури робіт IT-проекту

WBS - це графічне представлення елементів проекту, згрупованих у вигляді пакетних робіт. Ієрархічна структура насамперед пов’язана із продуктом проекту. На першому рівні ієрархічної структури робіт представлено продукт проекту. Другий рівень структури представлений основними діями для реалізації продукту проекту. Декомпозиція відбувається до тих пір, поки не буде досягнуто розподілу на елементарні роботи, за якими закріплений один відповідальний (виконавець).

Таким чином, WBS — це ієрархічна структура, побудована з метою логічного розподілу усіх робіт з виконання проекту і подана у графічному вигляді. Стандарт PMBOK визначає структуру декомпозиції робіт як "ієрархічну декомпозицію робіт, що має бути виконаною командою проекту та орієнтована на успішне завершення проекту".

У загальному випадку WBS відображає прозору структуру найбільш деталізованих задач проекту, що дозволяють оптимізувати процеси планування. На основі даної ієрархії будується діаграма Ганта, основним призначенням якої є досягнення мети обмеженості в часі проекту, що дозволяє полегшити процес управління проектом. Загальна WBS структура представлена на Рисунку А.1.

Планування структури організації (OBS)

OBS - це організаційна структура виконавців робіт проекту. Вона будується згідно з WBS структурою, а принцип розподілу відповідальних за виконання робіт базується на нижчому рівні ієрархічної структури робіт. Тобто кожній елементарній задачі ставиться у відповідність її виконавець. Саме за допомогою даних структур можна легко формалізувати як атомарні задачі проекту, так і відповідальних за них осіб. Загальна OBS представлена на Рисунку А.2.

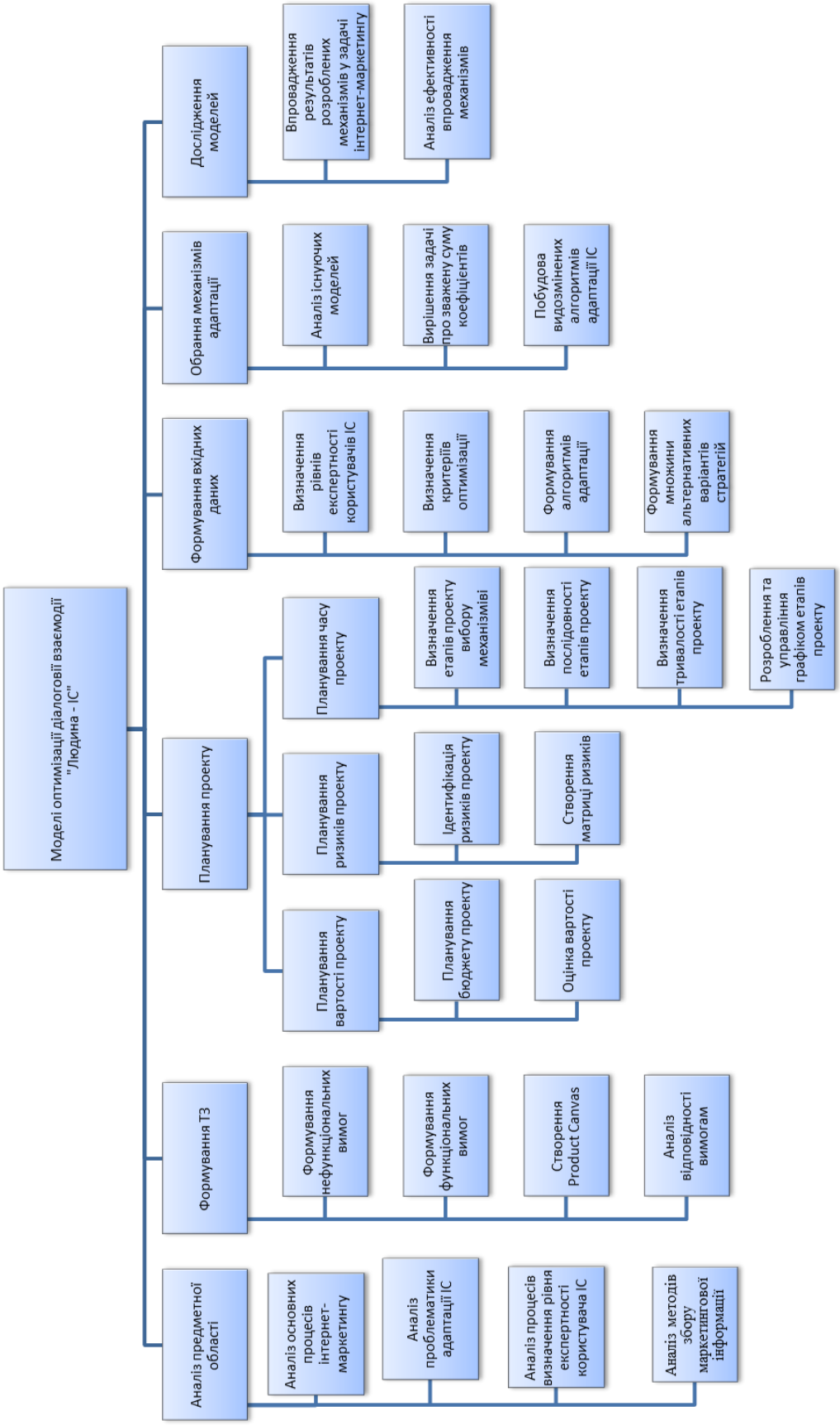


Рисунок А.1- WBS структура

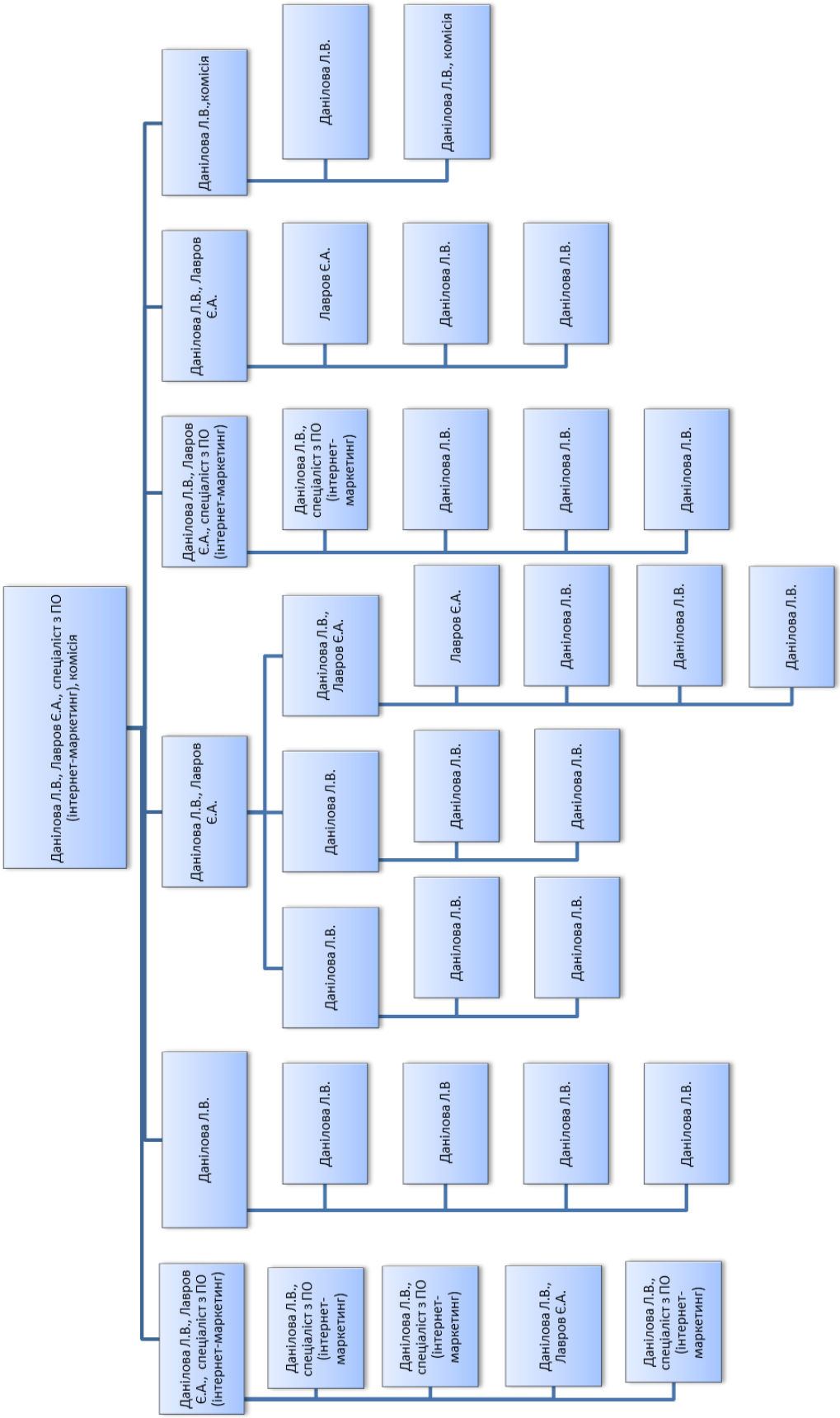
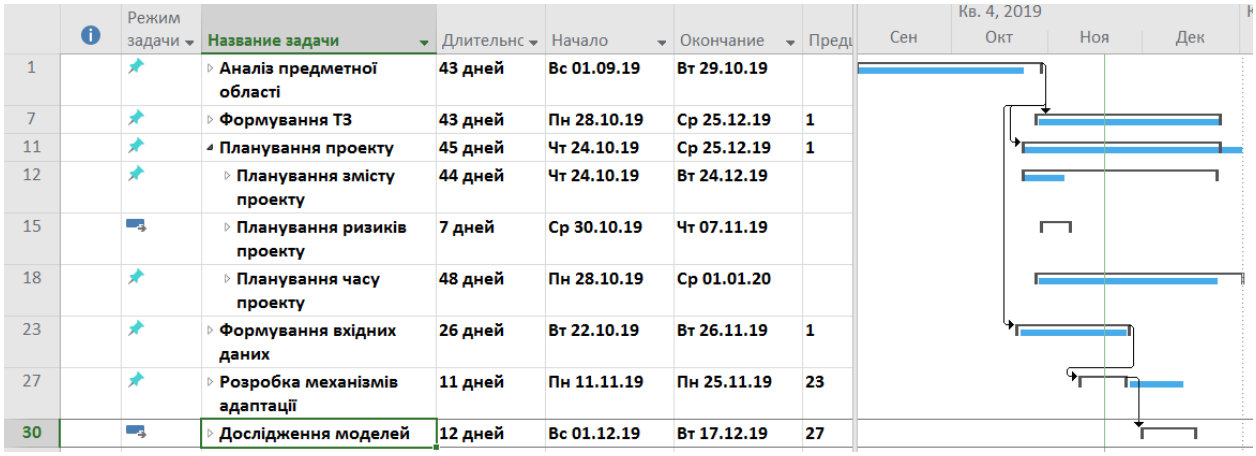


Рисунок А.2- OBS структура

Побудова календарного графіку виконання IT - проекту

Діаграма Ганта – один із найбільш популярних методів планування робіт проекту, що являє собою інструмент для наочної ілюстрації календарного плану в проектному менеджменті. Діаграма Ганта представлена у вигляді відрізків, що розміщені на горизонтальній шкалі часу. Кожен відрізок відповідає окремому завданню або підзадачі. Завдання і підзадачі, складові плану, розміщуються по вертикалі. Початок, кінець і довжина відрізка на шкалі часу відповідають початку, кінцю і тривалості завдання. Діаграма Ганта, згорнута до основних етапів дипломного проекту, зображена на Рисунку А.3.



	Режим задачи	Название задачи	Длительнс	Начало	Окончание	Предш
1		Аналіз предметної області	43 дней	Вс 01.09.19	Вт 29.10.19	
7		Формування ТЗ	43 дней	Пн 28.10.19	Ср 25.12.19	1
11		Планування проекту	45 дней	Чт 24.10.19	Ср 25.12.19	1
12		Планування змісту проекту	44 дней	Чт 24.10.19	Вт 24.12.19	
15		Планування ризиків проекту	7 дней	Ср 30.10.19	Чт 07.11.19	
18		Планування часу проекту	48 дней	Пн 28.10.19	Ср 01.01.20	
23		Формування вхідних даних	26 дней	Вт 22.10.19	Вт 26.11.19	1
27		Розробка механізмів адаптації	11 дней	Пн 11.11.19	Пн 25.11.19	23
30		Дослідження моделей	12 дней	Вс 01.12.19	Вт 17.12.19	27

Кв. 4, 2019 — Сен — Окт — Ноя — Дек

Рисунок А.3- Діаграма Ганта проекту у згорнутому до основних фаз вигляді

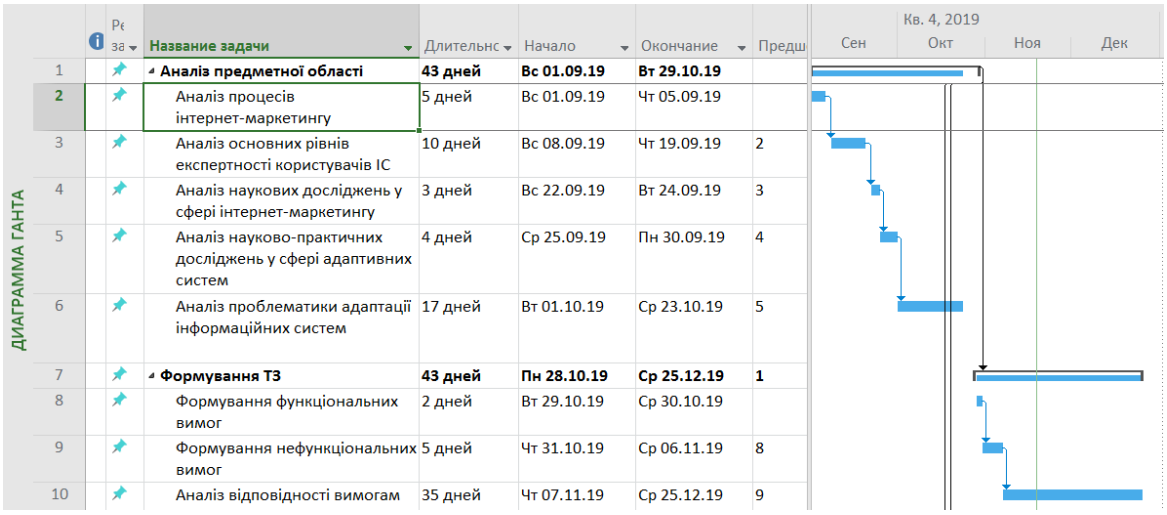
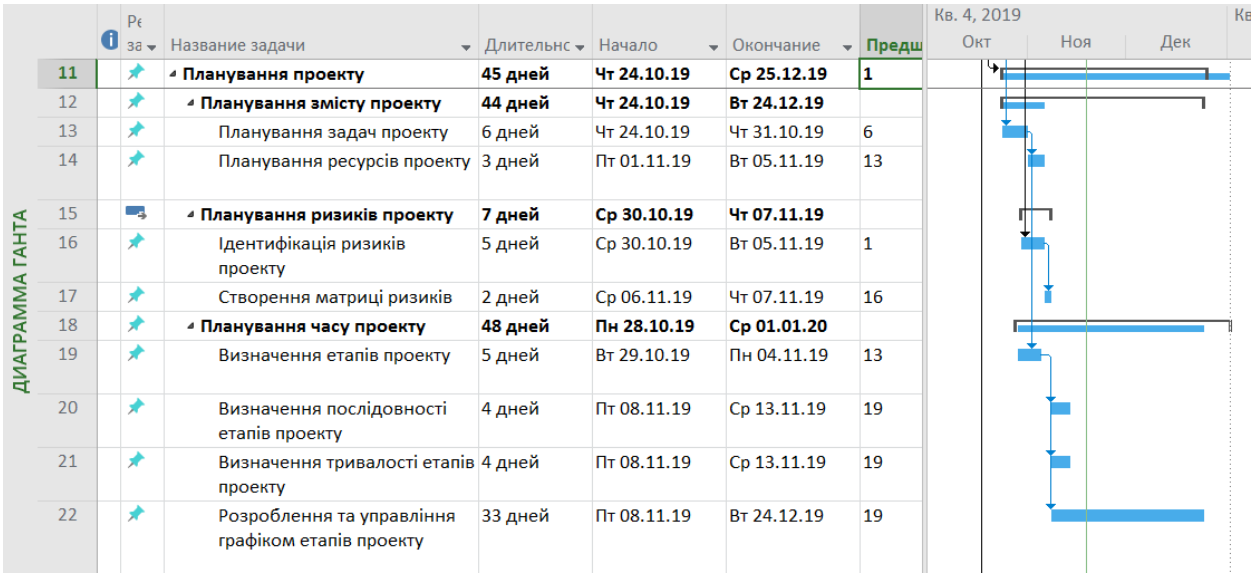


ДИАГРАММА ГАНТА

	Название задачи	Длительнс	Начало	Окончание	Предш
1	Аналіз предметної області	43 дней	Вс 01.09.19	Вт 29.10.19	
2	Аналіз процесів інтернет-маркетингу	5 дней	Вс 01.09.19	Чт 05.09.19	
3	Аналіз основних рівнів експертності користувачів ІС	10 дней	Вс 08.09.19	Чт 19.09.19	2
4	Аналіз наукових досліджень у сфері інтернет-маркетингу	3 дней	Вс 22.09.19	Вт 24.09.19	3
5	Аналіз науково-практичних досліджень у сфері адаптивних систем	4 дней	Ср 25.09.19	Пн 30.09.19	4
6	Аналіз проблематики адаптації інформаційних систем	17 дней	Вт 01.10.19	Ср 23.10.19	5
7	Формування ТЗ	43 дней	Пн 28.10.19	Ср 25.12.19	1
8	Формування функціональних вимог	2 дней	Вт 29.10.19	Ср 30.10.19	
9	Формування нефункціональних вимог	5 дней	Чт 31.10.19	Ср 06.11.19	8
10	Аналіз відповідності вимогам	35 дней	Чт 07.11.19	Ср 25.12.19	9

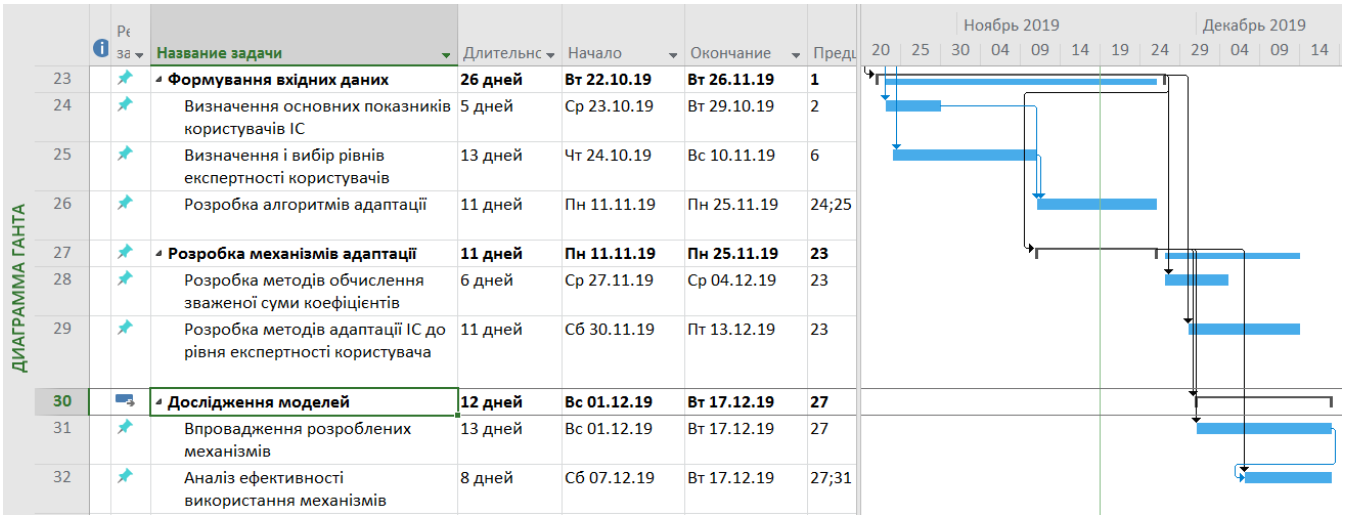
Кв. 4, 2019 — Сен — Окт — Ноя — Дек

Рисунок А.4- Діаграма Ганта початкових фаз проекту



	Название задачи	Длительнс	Начало	Окончание	Предш
11	**Планування проекту**	**45 дней**	**Чт 24.10.19**	**Ср 25.12.19**	**1**
12	**Планування змісту проекту**	**44 дней**	**Чт 24.10.19**	**Вт 24.12.19**	
13	Планування задач проекту	6 дней	Чт 24.10.19	Чт 31.10.19	6
14	Планування ресурсів проекту	3 дней	Пт 01.11.19	Вт 05.11.19	13
15	**Планування ризиків проекту**	**7 дней**	**Ср 30.10.19**	**Чт 07.11.19**	
16	Ідентифікація ризиків проекту	5 дней	Ср 30.10.19	Вт 05.11.19	1
17	Створення матриці ризиків	2 дней	Ср 06.11.19	Чт 07.11.19	16
18	**Планування часу проекту**	**48 дней**	**Пн 28.10.19**	**Ср 01.01.20**	
19	Визначення етапів проекту	5 дней	Вт 29.10.19	Пн 04.11.19	13
20	Визначення послідовності етапів проекту	4 дней	Пт 08.11.19	Ср 13.11.19	19
21	Визначення тривалості етапів проекту	4 дней	Пт 08.11.19	Ср 13.11.19	19
22	Розроблення та управління графіком етапів проекту	33 дней	Пт 08.11.19	Вт 24.12.19	19

Рисунок А.5- Продовження діаграми Ганта проекту



	Название задачи	Длительнс	Начало	Окончание	Предш
23	**Формування вхідних даних**	**26 дней**	**Вт 22.10.19**	**Вт 26.11.19**	**1**
24	Визначення основних показників користувачів ІС	5 дней	Ср 23.10.19	Вт 29.10.19	2
25	Визначення і вибір рівнів експертності користувачів	13 дней	Чт 24.10.19	Вс 10.11.19	6
26	Розробка алгоритмів адаптації	11 дней	Пн 11.11.19	Пн 25.11.19	24;25
27	**Розробка механізмів адаптації**	**11 дней**	**Пн 11.11.19**	**Пн 25.11.19**	**23**
28	Розробка методів обчислення зваженої суми коефіцієнтів	6 дней	Ср 27.11.19	Ср 04.12.19	23
29	Розробка методів адаптації ІС до рівня експертності користувача	11 дней	Сб 30.11.19	Пт 13.12.19	23
30	**Дослідження моделей**	**12 дней**	**Вс 01.12.19**	**Вт 17.12.19**	**27**
31	Впровадження розроблених механізмів	13 дней	Вс 01.12.19	Вт 17.12.19	27
32	Аналіз ефективності використання механізмів	8 дней	Сб 07.12.19	Вт 17.12.19	27;31

Рисунок А.6- Продовження діаграми Ганта проекту

Аналіз ризиків ІТ – проекту

Визначення ризиків проекту – одна з основних його фаз, що впливає на подальший розвиток поді. За умови вчасного виявлення ризику, правильної ідентифікації рівня його впливовості на продукт проекту, з’являється можливість попередження появи проблем, а отже і втрат ресурсів, виділених на проект. Основні ризики, оцінки ймовірності їх виникнення і впливу, а таож план реагування на їх прояв представлено у Таблиці А.2.

Таблиця А.2 – Оцінка параметрів ризику

Номер ризику	***Назва***	***Ймовірність виникнення***	***Вплив***	***План реагування на виникнення ризику***
1	Низький рівень формалізації вимог до продукту проекту	1	3	Деталізація мети, цілей, задач проекту
2	Виникнення нових вимог до продукту проекту у ході проекту	4	2	Передбачення буферу часу і фінансів на їх реалізацію (Детальний аналіз актуальності та функціональності продукту проекту)
3	Низький рівень конкурентоспроможності продукту проекту	1	1	
4	Відсутність комунікації між зацікавленими сторонами проекту	3	4	Обговорення аспектів комунікаційного плану і звітності з виконання задач проекту
5	Порушення дедлайнів етапів проекту	3	5	Детальне планування проекту, формування оптимального плану за рахунок методу критичного шляху

6	Складність математичних обчислень у використовуваних методах	5	5	Передбачити детальний, поглиблений бізнес-аналіз математичного апарату і основних медіапоказників
7	Великі обсяги інформації у математичному апараті	4	4	Передбачити можливість аналізу та обробки Big Data
10	Помилки в математичному моделюванні	1	3	Детальний моніторинг та тестування математичного апарату
11	Низький рівень обізнаності зацікавлених сторін проекту у сфері медіа планування і таргетингу	3	4	Передбачити детальний аналіз предметної області з допомогою спеціаліста і перевірених джерел інформації
12	Необхідність використання послуг спеціаліста з предметної області	3	3	Передбачити часові та фінансові ресурси

Проведений аналіз ризиків проекту дає можливість побудувати Probability-loss Matrix (Рис.А.7-А.8), що відображає у графічному вигляді множину ризиків, класифікованих за рівнями впливу на проект (Рис. А.9). Саме ця матриця дозволяє сформувати оптимальний план реагування на прояву ризиків у ході проекту, зазначений у вищенаведеній таблиці. Основною умовою для отримання правильних результатів у ході аналізу є процес прийняття рішень з призначення вагів отриманим ризикам у відповідності до представлених коефіцієнтів. Так, суб'єктивна точка зору особи, що приймає дані рішення стають вирішальними для успішності всього проекту. Отже, слід прийняти до розгляду важливість кожного з методів планування проекту, оскільки вони є гарантом досягнення найвищого рівня успішності за умови збалансованого використання ресурсів проекту й підбору оптимальних підходів до розробки.

The main "probability-loss" matrix

Probability						
	5	5	10	15	20	25
	4	4	8	12	16	20
	3	3	6	9	12	15
	2	2	4	6	8	10
	1	1	2	3	4	5
		1	2	3	4	5
				Losses		

Рисунок А.7- Матриця ризиків проекту у загальному вигляді

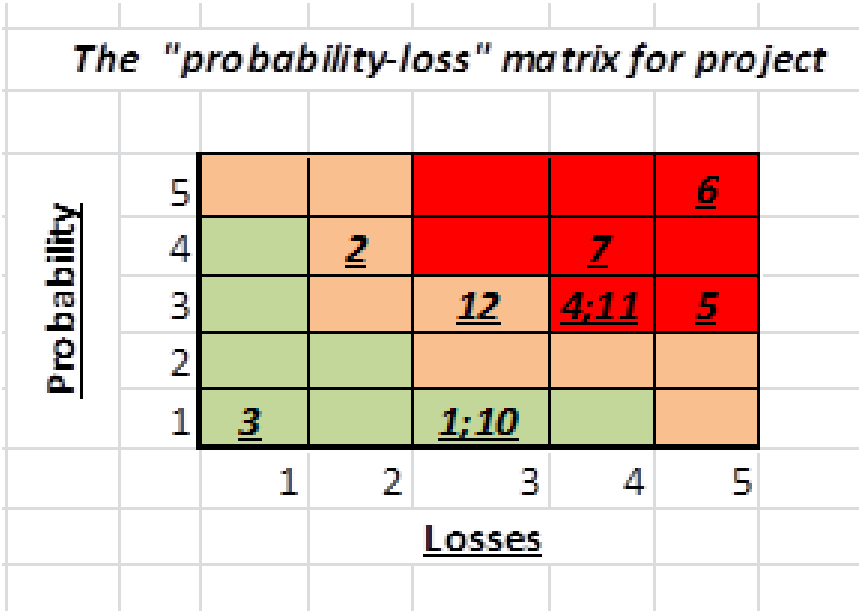


Рисунок А.8- Матриця ризиків проекту відповідно до проведеного аналізу

	Risk level:	
a	acceptable	(1≤R≤4)
j	justified	(5≤R≤10)
u	unacceptable	(12≤R≤25)
	Degree of impact:	
1	*ignored*	(1≤R≤4)
2	*minor*	(5≤R≤8)
3	*moderate*	(9≤R≤10)
4	*significant*	(12≤R≤16)
5	*critical*	(20≤R≤25)

Рисунок А.9- Критерії аналізу ризиків

Додаток Б. Дані про користувачів сайту ceramahit.com.ua

Сторінка входу	*Діапазон дат*	*Сегмент*	*Сеанси*	*% відмов*	*Сторінок/*	*Сер.час се*
/catalogy/uglovye-vanny	**01.05.2019 - 01.08.**	**New**	**816**	**52,70%**	**2,67**	**80,89**
/catalogy/uglovye-vanny	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/uglovye-vanny	**01.05.2019 - 01.08.**	**Repeated**	**53**	**35,85%**	**3,26**	**126,09**
/	**01.05.2019 - 01.08.**	**New**	**515**	**32,62%**	**6,59**	**204,97**
/	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/	**01.05.2019 - 01.08.**	**Repeated**	**89**	**23,60%**	**8,55**	**276,35**
/catalogy/komplektuyushchie-dlya-va	**01.05.2019 - 01.08.**	**New**	**251**	**24,30%**	**3,67**	**99,56**
/catalogy/komplektuyushchie-dlya-va	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/komplektuyushchie-dlya-va	**01.05.2019 - 01.08.**	**Repeated**	**14**	**28,57%**	**3,64**	**59,21**
/catalogy/tumba-dlya-vannoj-bez-um	01.05.2019 - 01.08.	New	205	45,85%	2,97	72,70
/catalogy/tumba-dlya-vannoj-bez-um	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/tumba-dlya-vannoj-bez-um	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	13	61,54%	2,77	43,38
/catalogy/70x90	01.05.2019 - 01.08.	New	160	56,25%	2,46	59,71
/catalogy/70x90	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/70x90	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	15	60,00%	2,13	28,13
/catalogy/dushevye-dveri	01.05.2019 - 01.08.	New	138	52,17%	2,47	65,36
/catalogy/dushevye-dveri	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/dushevye-dveri	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	15	46,67%	2,00	54,87
/catalogy/plitka-dlya-vannoj	01.05.2019 - 01.08.	New	132	53,79%	3,55	60,20
/catalogy/plitka-dlya-vannoj	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/plitka-dlya-vannoj	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	8	62,50%	8,75	137,75
/catalogy/nastennaya-plitka	01.05.2019 - 01.08.	New	114	34,21%	3,63	77,85
/catalogy/nastennaya-plitka	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/nastennaya-plitka	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	7	42,86%	3,29	90,71
/catalogy/zerkalo-v-vannuyu-s-poloch	01.05.2019 - 01.08.	New	110	64,55%	1,87	38,57
/catalogy/zerkalo-v-vannuyu-s-poloch	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/zerkalo-v-vannuyu-s-poloch	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	2	100,00%	1,00	0,00
/catalogy/bez-poddona	01.05.2019 - 01.08.	New	97	64,95%	1,90	58,20
/catalogy/bez-poddona	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/bez-poddona	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	9	33,33%	2,22	166,00
	01.05.2019 - 01.08.	**New**	**4447**	**51,68%**	**3,19**	**88,39**
	01.05.2019 - 01.08.	**Returned**	**706**	**47,31%**	**3,98**	**175,36**
	01.05.2019 - 01.08.	**Repeated**	**1051**	**45,77%**	**4,21**	**170,18**

Рисунок Б.1 – Дані про розподіл користувачів за сторінкою входу на сайт

Друга сторінка	*Діапазон дат*	*Сегмент*	*Сеанси*	*% відмов*	*Сторінок/с*	*Сер.час се*
/	**01.05.2019 - 01.08.**	**New**	**2393**	**96,03%**	**1,00**	**2,65**
/	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/	**01.05.2019 - 01.08.**	**Repeated**	**172**	**95,35%**	**0,99**	**2,84**
/catalogy/uglovye-vanny	**01.05.2019 - 01.08.**	**New**	**118**	**0,00%**	**4,38**	**139,92**
/catalogy/uglovye-vanny?	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/uglovye-vanny	**01.05.2019 - 01.08.**	**Repeated**	**9**	**0,00%**	**5,67**	**285,44**
/catalogy	**01.05.2019 - 01.08.**	**New**	**116**	**0,00%**	**8,10**	**227,14**
/catalogy	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	22	0,00%	5,86	135,73
/catalogy/plitka-dlya-van	01.05.2019 - 01.08.	New	86	0,00%	7,22	174,48
/catalogy/plitka-dlya-van	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/plitka-dlya-van	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	7	0,00%	24,14	428,57
/catalogy/krepleniya	01.05.2019 - 01.08.	New	82	0,00%	4,51	127,35
/catalogy/krepleniya	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/krepleniya	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	5	0,00%	4,20	61,40
/catalogy/uglovye-vanny	01.05.2019 - 01.08.	New	81	0,00%	4,85	194,74
/catalogy/uglovye-vanny	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/uglovye-vanny	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	7	0,00%	3,14	180,57
/catalogy/tumba-dlya-var	01.05.2019 - 01.08.	New	63	0,00%	3,90	144,35
/catalogy/tumba-dlya-var	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/tumba-dlya-var	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	3	0,00%	5,33	125,33
/catalogy/shower-cabins	01.05.2019 - 01.08.	New	53	0,00%	5,13	143,64
/catalogy/shower-cabins	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/shower-cabins	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	7	0,00%	5,14	84,00
/contacts	01.05.2019 - 01.08.	New	51	0,00%	8,24	259,82
/contacts	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/contacts	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	12	0,00%	14,58	456,25
/	01.05.2019 - 01.08.	New	43	0,00%	5,86	334,49
/	01.05.2019 - 01.08.	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/	01.05.2019 - 01.08.	Repeated	10	0,00%	8,10	301,50
	01.05.2019 - 01.08.	**New**	**4447**	**51,68%**	**3,19**	**88,39**
	01.05.2019 - 01.08.	**Returned**	**706**	**47,31%**	**3,98**	**175,36**
	01.05.2019 - 01.08.	**Repeated**	**1051**	**45,77%**	**4,21**	**170,18**

Рисунок Б.2 – Дані про розподіл користувачів за другою сторінку сайту

Індекс дня	*Діапазон дат*	*Сегмент*	*Сеанси*
01.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	67
01.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	16
01.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	23
02.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	58
02.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	12
02.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	13
03.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	48
03.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	7
03.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	9
04.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	59
04.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	8
04.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	14
05.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	54
05.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	8
05.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	15
06.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	64
06.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	10
06.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	18
07.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	54
07.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	8
07.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	13
08.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	63
08.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	10
08.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	23
09.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	42
09.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	11
09.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	15
10.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	61
10.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	8
10.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	12
11.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	66
11.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	11
11.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	15
12.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	59
12.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	2
12.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	3
13.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	53
13.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	7
13.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	11
14.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	69
14.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	15
14.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	20
15.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	New	52
15.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Returned	11
15.05.2019	01.05.2019 - 01.08.2019	Repeated	13

Рисунок Б.3 – Дані про кількість сеансів 1 етапу

Сторінка виходу	Сегмент	Сеанси	% відмов	Сторінок/се	Сер.час се
/catalogy/uglovye-vanny	New	671	64,08%	2,24	55,90
/catalogy/uglovye-vanny	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/uglovye-vanny	Repeated	33	57,58%	2,42	88,27
/	New	266	63,16%	2,95	100,82
/	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/	Repeated	36	58,33%	2,50	78,19
/catalogy/tumba-dlya-vannoj-bez-un	New	174	54,02%	2,26	48,93
/catalogy/tumba-dlya-vannoj-bez-un	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/tumba-dlya-vannoj-bez-un	Repeated	12	66,67%	2,25	32,58
/catalogy/komplektuyushchie-dlya-v	New	170	35,88%	3,61	81,80
/catalogy/komplektuyushchie-dlya-v	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/komplektuyushchie-dlya-v	Repeated	7	57,14%	3,29	42,00
/catalogy/70x90	New	150	60,00%	2,17	51,57
/catalogy/70x90	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/70x90	Repeated	14	64,29%	1,93	19,57
/catalogy/plitka-dlya-vannoj	New	137	51,82%	2,82	61,91
/catalogy/plitka-dlya-vannoj	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/plitka-dlya-vannoj	Repeated	8	62,50%	2,50	54,38
/catalogy/dushevye-dveri	New	119	60,50%	2,27	70,76
/catalogy/dushevye-dveri	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/dushevye-dveri	Repeated	12	58,33%	1,67	60,83
/catalogy/zerkalo-v-vannuyu-s-poloc	New	106	66,98%	1,91	36,60
/catalogy/zerkalo-v-vannuyu-s-poloc	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/zerkalo-v-vannuyu-s-poloc	Repeated	2	100,00%	1,00	0,00
/catalogy/bez-poddona	New	86	73,26%	1,72	37,81
/catalogy/bez-poddona	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/bez-poddona	Repeated	7	42,86%	2,29	208,57
/catalogy/nastennaya-plitka	New	83	46,99%	3,27	65,45
/catalogy/nastennaya-plitka	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
/catalogy/nastennaya-plitka	Repeated	5	60,00%	1,80	28,20
	New	4447	51,68%	3,19	88,39
	Returned	706	47,31%	3,98	175,36
	Repeated	1051	45,77%	4,21	170,18

Рисунок Б.4 – Дані про розподіл користувачів за сторінкою виходу із сайту

Глибина перегляду	Сегмент	Сеанси	% відмов	Сер.час сеансу
1	New	2392	96,07%	2,65
1	Returned	0	0,00%	0,00
1	Repeated	171	95,91%	2,86
3	New	591	0,00%	87,11
3	Returned	0	0,00%	0,00
3	Repeated	52	0,00%	106,81
2	New	432	0,00%	125,49
2	Returned	0	0,00%	0,00
2	Repeated	40	0,00%	238,80
4	New	230	0,00%	145,03
4	Returned	0	0,00%	0,00
4	Repeated	24	0,00%	127,33
5	New	228	0,00%	150,59
5	Returned	0	0,00%	0,00
5	Repeated	16	0,00%	144,75
7	New	108	0,00%	208,17
7	Returned	0	0,00%	0,00
7	Repeated	17	0,00%	261,29
6	New	94	0,00%	232,80
6	Returned	0	0,00%	0,00
6	Repeated	12	0,00%	123,83
8	New	54	0,00%	252,19
8	Returned	0	0,00%	0,00
8	Repeated	8	0,00%	483,75
11	New	47	0,00%	351,26
11	Returned	0	0,00%	0,00
11	Repeated	5	0,00%	241,40
9	New	46	0,00%	275,59
9	Returned	0	0,00%	0,00
9	Repeated	5	0,00%	130,80
	New	4447	51,68%	88,39
	Returned	706	47,31%	175,36
	Repeated	1051	45,77%	170,18

Рисунок Б.5 – Дані про розподіл користувачів за глибиною перегляду сайту

К-сть сеансів	Сегмент	Сеанси	% відмов	Сторінок/сеа	Сер.час се
1	New	4447	51,68%	3,19	88,39
1	Returned	0	0,00%	0,00	0,00
1	Repeated	388	42,27%	4,66	157,84
2	New	0	0,00%	0,00	0,00
2	Returned	415	45,78%	4,02	153,60
2	Repeated	385	46,75%	3,91	155,16
3	New	0	0,00%	0,00	0,00
3	Returned	113	54,87%	3,49	102,82
3	Repeated	102	53,92%	3,64	111,25
4	New	0	0,00%	0,00	0,00
4	Returned	41	65,85%	3,29	125,37
4	Repeated	41	65,85%	3,29	125,37
5	New	0	0,00%	0,00	0,00
5	Returned	18	50,00%	5,67	196,11
5	Repeated	18	50,00%	5,67	196,11
6	New	0	0,00%	0,00	0,00
6	Returned	13	61,54%	2,92	171,92
6	Repeated	13	61,54%	2,92	171,92
7	New	0	0,00%	0,00	0,00
7	Returned	10	40,00%	3,10	114,90
7	Repeated	9	44,44%	3,00	58,00
8	New	0	0,00%	0,00	0,00
8	Returned	7	71,43%	2,71	185,29
8	Repeated	6	83,33%	1,33	3,50
9	New	0	0,00%	0,00	0,00
9	Returned	6	50,00%	6,83	205,17
9	Repeated	6	50,00%	6,83	205,17
10	New	0	0,00%	0,00	0,00
10	Returned	5	60,00%	3,80	570,40
10	Repeated	5	60,00%	3,80	570,40
	New	4447	51,68%	3,19	88,39
	Returned	706	47,31%	3,98	175,36
	Repeated	1051	45,77%	4,21	170,18

Рисунок Б.6 – Дані про розподіл користувачів за кількістю сеансів

Тривалість	Сегмент	Сеанси	% відмов	Сторінок/се
0,00	New	2299	99,96%	1,00
0,00	Returned	0	0,00%	0,00
0,00	Repeated	165	99,39%	0,99
24,00	New	27	0,00%	2,41
0,00	Returned	0	0,00%	0,00
24,00	Repeated	3	0,00%	2,33
38,00	New	26	0,00%	3,15
0,00	Returned	0	0,00%	0,00
38,00	Repeated	2	0,00%	3,50
23,00	New	25	0,00%	2,56
0,00	Returned	0	0,00%	0,00
23,00	Repeated	1	0,00%	2,00
26,00	New	25	0,00%	2,92
0,00	Returned	0	0,00%	0,00
26,00	Repeated	2	0,00%	3,00
19,00	New	22	0,00%	2,45
0,00	Returned	0	0,00%	0,00
19,00	Repeated	4	0,00%	2,25
35,00	New	22	0,00%	3,05
0,00	Returned	0	0,00%	0,00
35,00	Repeated	1	0,00%	4,00
36,00	New	22	0,00%	3,41
0,00	Returned	0	0,00%	0,00
36,00	Repeated	1	0,00%	3,00
21,00	New	21	0,00%	2,57
0,00	Returned	0	0,00%	0,00
21,00	Repeated	1	0,00%	2,00
20,00	New	20	0,00%	2,40
0,00	Returned	0	0,00%	0,00
0,00	Repeated	0	0,00%	0,00
88,39	New	4447	51,68%	3,19
175,36	Returned	706	47,31%	3,98
170,18	Repeated	1051	45,77%	4,21

Рисунок Б.7 – Дані про розподіл користувачів за тривалістю сеансів

Сеансів	Сегмент	Сеанси(заг)	Сторінок/сеанси	Сторінок/1 сеанс
1	New	4447	14172	3,186867551
1	Returned	0	0	0
1	Repeated	388	1809	4,662371134
2	New	0	0	0
2	Returned	415	1668	4,019277108
2	Repeated	385	1506	3,911688312
3	New	0	0	0
3	Returned	113	394	3,486725664
3	Repeated	102	371	3,637254902
4	New	0	0	0
4	Returned	41	135	3,292682927
4	Repeated	41	135	3,292682927
5	New	0	0	0
5	Returned	18	102	5,666666667
5	Repeated	18	102	5,666666667
6	New	0	0	0
6	Returned	13	38	2,923076923
6	Repeated	13	38	2,923076923
7	New	0	0	0
7	Returned	10	31	3,1
7	Repeated	9	27	3
8	New	0	0	0
8	Returned	7	19	2,714285714
8	Repeated	6	8	1,333333333
9-14	New	0	0	0
9-14	Returned	26	140	5,384615385
9-14	Repeated	26	140	5,384615385
15-25	New	0	0	0
15-25	Returned	4	21	5,25
15-25	Repeated	4	21	5,25
51-100	New	0	0	0
51-100	Returned	4	9	2,25
51-100	Repeated	4	9	2,25
101-200	New	0	0	0
101-200	Returned	55	255	4,636363636
101-200	Repeated	55	255	4,636363636
	New	4447	14172	3,186867551
	Returned	706	2812	3,983002833
	Repeated	1051	4421	4,206470029

Рисунок Б.8 – Дані про розподіл користувачів за кількістю переглянутих сторінок протягом 1 сеансу

Додаток В. Розрахунок задачі на основі прихованої марковської моделі

Simulated Observations:

	Obs_code	Obs_seq
0	1	Middle
1	2	Senior
2	1	Middle
3	0	Primary
4	1	Middle
5	2	Senior
6	2	Senior
7	0	Primary
8	0	Primary
9	1	Middle
10	0	Primary
11	1	Middle
12	2	Senior
13	1	Middle
14	2	Senior
15	2	Senior
16	0	Primary
17	0	Primary
18	1	Middle
19	0	Primary
20	1	Middle

Рисунок В.1 – Початкова послідовність заходів на сайт користувачів різних типів

HMM matrix:

	Primary	Middle	Senior
Primary	0.1	0.7	0.2
Middle	0.4	0.1	0.5
Senior	0.1	0.8	0.1

Observable layer matrix:

	Main Category	Subcategory	
Primary	0.8	0.1	0.1
Middle	0.7	0.2	0.1
Senior	0.3	0.3	0.4

Рисунок В.2 – Матриці перехідних ймовірностей

```
Start Walk Forward

s=0 and t=1: phi[0, 1] = 1.0
s=1 and t=1: phi[1, 1] = 2.0
s=2 and t=1: phi[2, 1] = 1.0
s=0 and t=2: phi[0, 2] = 1.0
s=1 and t=2: phi[1, 2] = 2.0
s=2 and t=2: phi[2, 2] = 1.0
s=0 and t=3: phi[0, 3] = 1.0
s=1 and t=3: phi[1, 3] = 2.0
s=2 and t=3: phi[2, 3] = 1.0
s=0 and t=4: phi[0, 4] = 1.0
s=1 and t=4: phi[1, 4] = 0.0
s=2 and t=4: phi[2, 4] = 1.0
s=0 and t=5: phi[0, 5] = 1.0
s=1 and t=5: phi[1, 5] = 2.0
s=2 and t=5: phi[2, 5] = 1.0
s=0 and t=6: phi[0, 6] = 1.0
s=1 and t=6: phi[1, 6] = 2.0
s=2 and t=6: phi[2, 6] = 1.0
s=0 and t=7: phi[0, 7] = 1.0
s=1 and t=7: phi[1, 7] = 2.0
s=2 and t=7: phi[2, 7] = 1.0
s=0 and t=8: phi[0, 8] = 1.0
s=1 and t=8: phi[1, 8] = 0.0
s=2 and t=8: phi[2, 8] = 1.0
s=0 and t=9: phi[0, 9] = 1.0
s=1 and t=9: phi[1, 9] = 0.0
s=2 and t=9: phi[2, 9] = 1.0
s=0 and t=10: phi[0, 10] = 1.0
s=1 and t=10: phi[1, 10] = 2.0
s=2 and t=10: phi[2, 10] = 1.0
s=0 and t=11: phi[0, 11] = 1.0
s=1 and t=11: phi[1, 11] = 0.0
s=2 and t=11: phi[2, 11] = 1.0
s=0 and t=12: phi[0, 12] = 1.0
s=1 and t=12: phi[1, 12] = 2.0
s=2 and t=12: phi[2, 12] = 1.0
s=0 and t=13: phi[0, 13] = 1.0
s=1 and t=13: phi[1, 13] = 2.0
s=2 and t=13: phi[2, 13] = 1.0
s=0 and t=14: phi[0, 14] = 1.0
s=1 and t=14: phi[1, 14] = 2.0
s=2 and t=14: phi[2, 14] = 1.0
s=0 and t=15: phi[0, 15] = 1.0
s=1 and t=15: phi[1, 15] = 2.0
s=2 and t=15: phi[2, 15] = 1.0
s=0 and t=16: phi[0, 16] = 1.0
s=1 and t=16: phi[1, 16] = 2.0
s=2 and t=16: phi[2, 16] = 1.0
s=0 and t=17: phi[0, 17] = 1.0
s=1 and t=17: phi[1, 17] = 0.0
s=2 and t=17: phi[2, 17] = 1.0
s=0 and t=18: phi[0, 18] = 1.0
s=1 and t=18: phi[1, 18] = 0.0
s=2 and t=18: phi[2, 18] = 1.0
s=0 and t=19: phi[0, 19] = 1.0
s=1 and t=19: phi[1, 19] = 2.0
s=2 and t=19: phi[2, 19] = 1.0
s=0 and t=20: phi[0, 20] = 1.0
s=1 and t=20: phi[1, 20] = 0.0
s=2 and t=20: phi[2, 20] = 1.0
```

Рисунок В.3 – Розрахунок послідовностей

```
Start Backtrace

path[19] = 1
path[18] = 2
path[17] = 1
path[16] = 0
path[15] = 1
path[14] = 2
path[13] = 1
path[12] = 2
path[11] = 1
path[10] = 0
path[9] = 1
path[8] = 0
path[7] = 1
path[6] = 2
path[5] = 1
path[4] = 2
path[3] = 1
path[2] = 2
path[1] = 1
path[0] = 2
```

Рисунок В.4 – Оптимальна послідовність

Додаток Г. Апробація. Копії дипломів за участь у Всеукраїнських конкурсах наукових студентських робіт

Рисунок Г.1 – Диплом переможця 4 ступеню Всеукраїнського конкурсу «Інформатика і кібернетика»

Рисунок Г.2 – Диплом за 2 місце у другому турі Всеукраїнського конкурсу «Комп′ютерні науки»

ДИПЛОМ

Нагороджується
дипломом
ДАНІЛОВА Ліліана Валеріївна,
студентка 5 курсу
факультету електроніки та
інформаційних технологій
Сумського державного університету,
учасниця ІІ туру Всеукраїнського конкурсу
студентських наукових робіт 2018/2019 навчального року
зі спеціалізацій «Прикладна геометрія,
інженерна графіка та технічна естетика»
за роботу «Методика розробки дизайну сайту
мережі ресторанів»
(науковий керівник – д.т.н., проф. Є.А.ЛАВРОВ)

Проректор з науково-педагогічної роботи
Національного технічного університету
«Харківський політехнічний інститут»,
професор Ю. І. Зайцев

Харків
НТУ «ХПІ»
2019 р.

Рисунок Г.3 – Диплом за участь у другому турі Всеукраїнського конкурсу «Прикладна геометрія, інженерна графіка та технічна естетика»