

AZƏRBAYCAN RESPUBLİKASI

Əlyazması hüququnda

**İNTERNET MÜHİTİNDƏ REKLAM VƏ MARKETİNG
FƏALİYYƏTİNİN SƏMƏRƏLİLİYİNİN ARTIRILMASI
ÜÇÜN METOD VƏ ALQORİTMLƏRİN İŞLƏNİLMƏSİ**

İxtisas: 1203.01 – Kompüter elmləri

Elm sahəsi: Texnika elmləri

İddiaçı: **Kəmalə Kamil qızı Həşimova**

Fəlsəfə doktoru elmi dərəcəsi
almaq üçün təqdim edilmiş dissertasiyanın

A V T O R E F E R A T I

Bakı – 2025

Dissertasiya işi Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi
İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

Elmi rəhbər:

AMEA-nın həqiqi üzvü, texnika
elmləri doktoru, professor
Rasim Məhəmməd oğlu Əliquliyev

Rəsmi opponentlər:

texnika elmləri doktoru, professor
Musayeva Nailə Fuad qızı

texnika elmləri doktoru, **Mütəllim**
Mütəllimov Mirzəəhməd oğlu

texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Hüseynzadə Şəhla Surxay qızı

Azərbaycan Respublikasının Prezidenti yanında Ali Attestasiya
Komissiyasının AR Elm və Təhsil Nazirliyi İdarəetmə Sistemləri
İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.20 Dissertasiya Şurası

Dissertasiya şurasının
sədri:

AMEA-nın həqiqi üzvü, texnika
elmləri doktoru, professor
Əli Məhəmməd oğlu Abbasov

Dissertasiya şurasının elmi
katibi:

texnika üzrə fəlsəfə doktoru, dosent
Tahir Əli oğlu Əlizadə

Elmi seminarın sədri:

texnika elmləri doktoru, dosent
Rövşən Ağakışi oğlu Quliyev

İŞİN ÜMUMİ XARAKTERİSTİKASI

Mövzunun aktuallığı və işləmə dərəcəsi. İnformasiya kommunikasiya texnologiyaları (İKT) inkişaf etdikcə, yeni virtual layihələr yarandıqca İnternet qlobal şəbəkəsi istifadəçilərinin sayı da ildən-ilə artmaqda davam edir. İnternetin hər kəs üçün açıq olması, onu milyardlarla istifadəçinin sosial ünsiyyət vasitəsinə çevirmişdir. Bir çox şirkətlər özlərini tanıtmaq, daha artıq müştəri toplayaraq, beynəlxalq bazara çıxmaq üçün İnternetdən geniş istifadə edirlər.

Vətəndaşların rifahını yüksəltmək, bazar iqtisadiyyatının inkişafı, kiçik və orta sahibkarlığın genişlənməsi üçün nəzərdə tutulmuş “Reklam haqqında Azərbaycan Respublikasının Qanununda dəyişiklik edilməsi barədə” (07.12.2016) Qanuna¹ əsasən “reklam – reklam istehlakçısının diqqətini reklam obyektinə müxtəlif vasitə və üsullardan istifadə olunmaqla istənilən formada cəlb etmək, marağını formalaşdırmaq və saxlamaq, əmtəəni bazarda tanıtmaq və satışını stimullaşdırmaq məqsədi ilə yayımlanan məlumatdır”.

İnternetdə müasir reklam və marketinq texnologiyalarının tətbiqi iqtisadiyyatın sürətli inkişafına təkan verdi. İnternet reklam – istehlakçılar üçün müxtəlif üsullarla cəlbətmə vasitəsi olub, onlarda təklif olunan məhsula maraq, e-ticarətə həvəs oyatmaq məqsədilə müxtəlif xidmət növləri haqqında ümumiləşdirilmiş informasiyadır.

Bu gün dünyada həyata keçirilən maliyyə əməliyyatları və ticarət dövriyyəsi İnternetin köməyi ilə həyata keçirilir. Banklar, sığorta şirkətləri, dövlət müəssisələri və biznes təşkilatları maliyyə əməliyyatlarını İnternet vasitəsilə həll edirlər. Populyar saytlar üzərindən İnternet reklam potensial müştərilərin cəlb edilməsinin ən effektiv vasitəsidir. Bu səbəbdən rəqəmsal reklam və marketinq fəaliyyətinin araşdırılması, səmərəliliyinin artırılması üçün yeni yanaşmaların, konseptual baxışların təklif olunması, metodların və alqoritmlərin işlənməsi böyük əhəmiyyət kəsb edir.

¹Reklam haqqında Azərbaycan Respublikasının Qanunu, – Bakı: –15 may 2015-ci il, № 1281-IVQ // URL: <https://e-qanun.az/framework/30348>

İnternet şəbəkəsində multimedia resurslarından istifadə etməklə reklam xarakterli məlumatlar yerləşdirmək mümkündür. Bu məlumatlar global şəbəkədə şirkət və ya vasitəçi tərəfindən malların və xidmətlərin müştəriyə təqdim edilməsi üçün nəzərdə tutulmuşdur. Reklam istehsalçı ilə istehlakçı arasında ünsiyyət vasitəsi olmaqla yanaşı, istehsalçıyı tanıdır, əmtəəni təbliğ edir, istehlakçıyı məlumatlandırır. Məsələn, müxtəlif məhsulların şəbəkə vasitəsilə sifarişi, onlayn ödəniş yolu ilə alış-veriş etmə və s. insanların gündəlik həyat tərzinə çevrilməkdədir. İnternetdə veb-saytların artması, sosial şəbəkə istifadəçilərinin virtual mühitdə alış-veriş etmələrinin adət halına gəlməsi reklamda və marketinq fəaliyyətində səmərəliliyin artırılmasını zəruri edir.

İnternetin imkanları radio, televiziya və ənənəvi KİV-in imkanlarından daha çox olduğu üçün reklam kampaniyaları İnternetə daha çox üstünlük verirlər. İnternetin imkanları reklam, marketinqin təşkilində dizayn proqramları və intellektual sistemlərdən istifadə etməklə müstəqil qərar vermə bu işdə səmərəliliyin artırılmasına şərait yaradır. İnformasiya cəmiyyətinin inkişafı rəqəmsal reklam və marketinqə müsbət təsir etməklə yanaşı, veb-səhifələrdə müxtəlifönlü reklamlar yerləşdirilməsinə səbəb oldu. Məhz bu səbəbdən İnternet reklamın düzgün təşkili, müştəri maraqlarının nəzərə alınması, reklamların unikallığının və keyfiyyətli dizaynın təmini kimi məsələlərin həllini gündəmə gətirdi.

Süni intellekt reklam və marketinq işlərinin səmərəli aparılması, reklam olunan məhsulun cəmiyyətdə daha yaxşı tanınması və nəticədə satış həcminin artması üçün ən yaxşı vasitədir. Şirkətlərin daha çox gəlir əldə etməsi, vətəndaşların məmnunluğu və nəhayət, ölkə iqtisadiyyatının inkişafı ilk növbədə reklam və marketinqin 4–cü sənaye inqilabının imkanlarından yararlanaraq təşkil olunmasıdır.

Yuxarıda qeyd olunanları nəzərə alaraq, dissertasiya işində İnternet mühitində reklam texnologiyalarının səmərəliliyinin artırılması, müştəri məmnunluğunun əldə edilməsi və s. üçün metod və alqoritmlərin işlənməsi kimi aktual məsələlərin həllinə həsr olunmuşdur.

Tədqiqatın obyektı və predmeti. Dissertasiya işində tədqiqat obyektı İnternet məkanında reklam və marketinq fəaliyyətinin təşkili, tədqiqatın predmeti İnternet mühitində reklam və marketinqin səmərəliliyinin artırılması üçün metod və alqoritmlərin işlənməsidir.

Tədqiqatın məqsəd və vəzifələri. Dissertasiya işinin məqsədi İnternet mühitində reklam və marketinq fəaliyyətinin səmərəliliyinin artırılması, müştəri məmnunluğunun əldə olunması üçün metod və alqoritmlərin işlənməsidir.

Dissertasiya işində aşağıdakı vəzifələr qarşıya qoyulmuşdur:

- İnternet reklam və marketinqin təşkili üçün CRM (Customer Relationship Management, müştəri münasibətlərinin idarə edilməsi) əsasında konseptual modelin işlənməsi;
- İnternet mühitində reklam və marketinq məsələlərinin səmərəli həlli üçün müştəri rəyləri əsasında veb-saytların qiymətləndirilməsi alqoritminin işlənməsi;
- İnternetdə reklam və marketinqin səmərəliliyinin artırılması üçün göstəricilərin sayının azaldılması metodunun işlənməsi;
- İnternet reklam kampaniyasının səmərəliliyinin dinamik dəyişməsi modelinin işlənməsi;
- E-kommersiya mühitində müştəri maraqlarının proqnozlaşdırılmasında tövsiyə sistemi üçün metodun işlənməsi.

Tədqiqat üsulları. Dissertasiya işində qarşıya qoyulmuş məsələləri həll etmək üçün statistik analiz, maşın təlimi, süni intellekt, çoxkriteriyalı qərarların qəbulu, SEO (Search Engine Optimization– veb-saytların axtarış sistemlərinin optimallaşdırılması) metodlarından istifadə edilmişdir.

Müdafiəyə çıxarılan əsas müddəalar:

- İnternet reklam və marketinqin təşkili üçün CRM əsasında konseptual model;
- İnternet mühitində reklam və marketinq məsələlərinin səmərəli həlli üçün müştəri rəyləri əsasında veb-saytların qiymətləndirilməsi alqoritm;
- İnternetdə reklam və marketinqin səmərəliliyinin artırılması üçün göstəricilərin sayının azaldılması metodu;

- İnternet reklam kampaniyasının səmərəliliyinin dinamik dəyişməsi modeli;
- E-kommersiya mühitində müştəri maraqlarının proqnozlaşdırılmasında tövsiyə sistemi üçün metod.

Tədqiqatın elmi yeniliyi. Dissertasiya işində aşağıdakı yeni nəticələr alınmışdır:

- İnternet reklam və marketinqin təşkili üçün CRM əsasında konseptual model işlənmişdir;
- İnternet mühitində reklam və marketinq məsələlərinin səmərəli həlli üçün müştəri rəyləri əsasında WMA (weighted moving average) metodunun tətbiqi ilə veb-saytların qiymətləndirilməsi algoritmi işlənmişdir;
- İnternetdə reklam və marketinqin səmərəliliyinin artırılması üçün Evklid məsafəsi və K-Nearest metoduna əsaslanan göstəricilərin sayının azaldılması metodu işlənmişdir;
- İnternet reklam kampaniyasının səmərəliliyinin dinamik dəyişməsi modeli işlənmişdir;
- E-kommersiya mühitində müştəri maraqlarının proqnozlaşdırılmasında tövsiyə sistemi üçün Pirson korrelyasiya əmsalı və kosinus yaxınlıq ölçüsü əsasında qurulmuş Hibrid metodu işlənmişdir.

Tədqiqatın nəzəri əhəmiyyəti. Tədqiqat İnternet marketinqinin nəzəri əsaslarının inkişafına töhfə verir, istehlakçıların onlayn reklamla qarşılıqlı əlaqə proseslərini və rəqəmsal mühitdə istehlakçı davranışının formalaşması mexanizmlərini daha dərinləndirən başa düşməyə imkan yaradır. Tədqiqat reklam kampaniyalarının səmərəliliyinin proqnozlaşdırılması üçün yeni modellərin işlənilməsi, süni intellektə əsaslanan hədəfləmə marketinq fəaliyyətinin nəticələrinin daha dəqiq qiymətləndirilməsi üçün əhəmiyyətlidir. Tədqiqat fərdiləşdirilmiş reklam, süni intellektə əsaslanan hədəfləmə və s. kimi onlayn marketinq sahəsində yeni konsepsiya və yanaşmalara səbəb ola bilər.

Tədqiqatın praktiki əhəmiyyəti. Dissertasiya işində təklif olunan metod və alqoritmlər şirkətlərə reklam büdcələrindən daha səmərəli istifadə etməyə və marketinq məqsədlərinə çatmağa imkan verə bilər.

Fərdi məlumatlara və müştəri rəylərinə əsaslanan reklam, alıcılara daha uyğun məhsul və xidmətlər təklif etməyə, onların loyallığını artırmağa imkan verir. İnternet mühitində reklam və marketinq fəaliyyətinin səmərəliliyinin artırılması üçün işlənən metod və alqoritmlər marketinq qərarlarının qəbulunda mühüm rol oynayır.

İşin aprobasiyası. Dissertasiya işinin əsas nəticələri aşağıdakı yerli və beynəlxalq konfranslarda məruzə edilmişdir:

III Международная научно-практическая конференция (2011, Новосибирск); “Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları” adlı II Respublika elmi konfransı (2012, Sumqayıt, Azərbaycan); International Conference on European Science and Technology (2013, Germany); Elektron dövlət quruculuğu problemləri I Respublika elmi–praktiki konfrans (2014, Bakı, Azərbaycan); 2nd International Conference on Emerging Trends in Scientific Research 2014, (Malaziya); İnformasiya və Kommunikasiya Texnologiyalarının müasir vəziyyəti və inkişafı perspektivləri, AzTU, Beynəlxalq elmi-texniki konfrans, (2014, Bakı, Azərbaycan); Beynəlxalq Telekommunikasiya İttifaqının 150 illiyinə həsr olunmuş İnformasiya təhlükəsizliyinin multidissiplinar problemləri üzrə II respublika elmi–praktiki konfrans (2015, Bakı, Azərbaycan); Big data: imkanları, multidissiplinar problemləri və perspektivləri I respublika elmi – praktiki konfransı (2012, Bakı, Azərbaycan); “Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni informasiya texnologiyaları” adlı III Respublika elmi konfransı (2016, Sumqayıt, Azərbaycan); Proqram mühəndisliyinin aktual elmi–praktiki problemləri (2017, Bakı, Azərbaycan); İnformasiya təhlükəsizliyinin aktual multidissiplinar elmi–praktiki problemləri IV respublika konfrans (2018, Bakı, Azərbaycan); “İnformasiya təhlükəsizliyinin aktual multidissiplinar elmi–praktiki problemləri” adlı V respublika konfrans (2019, Bakı, Azərbaycan); Cybersecurity for Critical Infrastructure Protection via Reflection of Industrial Control Systems Science for Peace and Security Series (2022, NATO, Amsterdam).

Çap olunmuş elmi əsərlər: Dissertasiya işi üzrə 25 elmi iş çap olunmuşdur, bunlardan 12 məqalə [1-12], 13 konfrans materialıdır

[13-25]. 1 məqalə WoS (Scopus) beynəlxalq bazasına, 1 məqalə və 1 konfrans materialı PIIHQ bazasına daxildir.

Dissertasiya işinin yerinə yetirildiyi təşkilatın adı: AR Elm və Təhsil Nazirliyi İnformasiya Texnologiyaları İnstitutunda yerinə yetirilmişdir.

İşin strukturu və həcmi:

Dissertasiya işi girişdən, 4 fəsildən, işin əsas nəticələrindən, 157 adda istifadə olunmuş ədəbiyyat siyahısından, əlavələrdən, ixtisarların siyahısından ibarətdir. Dissertasiya işinin ümumi həcmi 165 səhifə, əsas həcmi isə 8 cədvəl, 14 şəkil olmaqla 165 (196766 işarə) səhifə təşkil edir. O cümlədən titul səhifəsi – 420 işarə, mündəricat – 1537 işarə, giriş – 14737 işarə, birinci fəsil – 68343 işarə, ikinci fəsil – 41130 işarə, üçüncü fəsil – 49354, dördüncü fəsil – 11049, nəticə – 818 işarədən ibarətdir.

İŞİN MƏZMUNU

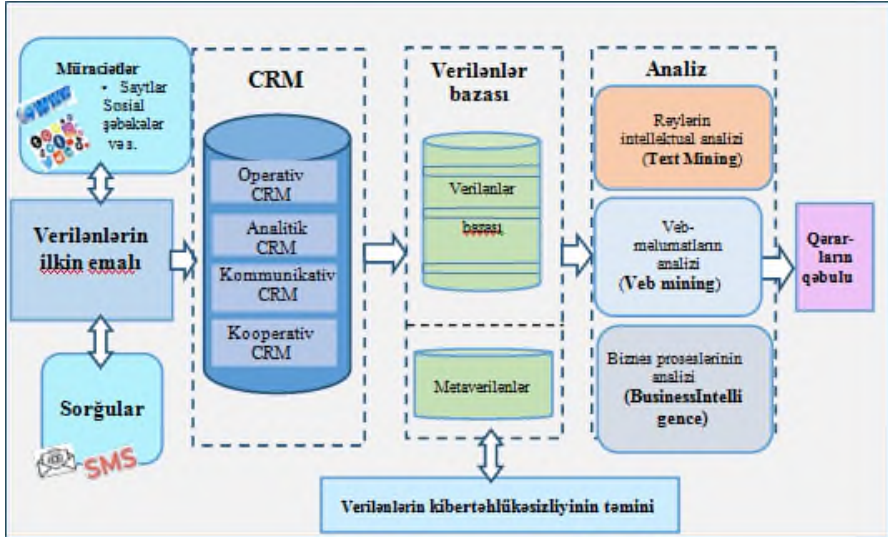
Girişdə dissertasiya işinin aktuallığı əsaslandırılmış, tədqiqatın məqsədi, vəzifəsi, tədqiqat obyekti, qarşıya qoyulan məsələlər, tədqiqat metodları müəyyən edilmişdir. Əldə edilmiş nəticələrin elmi yeniliyi və praktiki əhəmiyyəti göstərilmişdir.

Birinci fəsildə “İnternet mühitində reklam və marketing texnologiyalarının elmi-praktiki problemlərinin müasir vəziyyətinin analizi”nə həsr olunmuşdur. Bu fəsildə reklam və marketingin tarixi, təkamül dövrü, İnternetin reklam və marketingə təsiri, yeni mərhələsi, müasir texnologiyalarla tətbiq sahələri haqqında bəhs edilmiş, ABŞ, Rusiya, Yapon, Çin təcrübəsi və Azərbaycanda İnternet reklam haqqında araşdırmaların nəticələri qeyd edilmişdir. İnternetdə reklam və marketingin inkişaf mərhələləri araşdırılmış, təsnif olunmuş, bu sahədə problemlər müəyyənləşdirilmişdir [1, 25]. İnternet reklam texnologiyaları analiz edilərək, rəqəmsal marketingin biznesin inkişafında rolunun elmi nəzəri problemləri araşdırılmışdır [2, 3, 5].

İkinci fəsil “Onlayn mühitdə müştəri rəyləri əsasında reklam və marketing fəaliyyətinin səmərəliliyinin yüksəldilməsi üçün alqoritmin işlənməsi”nə həsr olunur. Bu fəsildə CRM (Customer Relationship Management) sistemi əsasında İnternet-reklamın təşkili məsələləri analiz edilmiş, rəqəmsal reklamın təşkili üçün konseptual model işlənməmişdir (şəkil 1) [18]. İkinci fəslin ikinci bölməsində İnternet mühitində reklam və marketing məsələlərinin səmərəli həlli üçün müştəri rəyləri əsasında veb-saytların qiymətləndirilməsi alqoritmi verilmişdir [9, 14]. Rəqəmsal marketing nəzəriyyəsində şirkətin bazar istiqamətinin dörd əsas konsepsiyası vardır². Bunlara istehsal, məhsul, satış, marketinq konsepsiyaları aiddir. CRM biznes prosesləri, prosedur

²Barry, C. In Search of Search Engine Marketing Strategy Amongst SME's in Ireland / C.Barry, D.Charleton // Communications in Computer and Information Science, –2009, 48, –pp.113-124.

və əməliyyatların avtomatlaşdırılması üçün nəzərdə tutulan ixtisaslaşdırılmış sistemdir.



Şəkil 1. CRM sistemi əsasında reklam və marketing fəaliyyətinin konseptual modeli

Konseptual modelin iş prinsipi aşağıdakı mərhələlərdən ibarətdir:

1. İstifadəçi məlumatları müxtəlif sayt, sosial media vasitəsi ilə toplanılır və strukturlaşdırılır;
2. Verilənlərin təmizlənməsi, aqreqatlaşdırılması və ilkin emalı aparılır;
3. Verilənlər bazası (verilənlər xəzinəsi) təşkil olunur;
4. Analitik sistemin CRM texnologiyaları ilə əlaqələndirilməsi həyata keçirilir;
5. Veb-mining, text-mining, biznes proseslərinin analizi və big data texnologiyaları ilə intellektual analiz və qiymətləndirmə aparılır;
6. Reklam və marketing fəaliyyətində verilənlərin kibertəhlükəsizliyinin təmini əsas mərhələlərdən biridir. Belə ki, rəqabət, fərdi məlumatların oğurlanması və informasiya hücumları (DoS hücumlar və s.) əsas problemlərdəndir.

7. Nəticə çıxışa ötürülür və qərarların qəbuluna əsaslanaraq məqsədə uyğun istifadə olunur.

Şəkil 1-dən göründüyü kimi konseptual model CRM üzərində qurulmuşdur. CRM-in strukturu 4 hissədən ibarətdir:

–Operativ CRM, müştəri cəlb etmə strategiyasının praktiki olaraq hər bir aspektinə xidmət üçün avtomatlaşdırma və məlumatların idarə edilməsində istifadə edilir.

–Analitik CRM, şirkətin müştəri məmnuniyyəti və müştərini saxlama dərəcələrini yaxşılaşdırmaq üçün qarşılıqlı əlaqə məlumatlarını topladığı CRM-in alt dəstidir. Analitik CRM-ə itkilərin təhlili, dəyərin hesablanması və s. daxildir.

–Kommunikativ CRM, analitik CRM-dən fərqli olaraq, müştəri ilə şirkət arasında bütün kommunikasiya kanallarının idarə olunmasıdır.

–Korporativ CRM kommunikasiya və tapşırıqların idarə edilməsini asanlaşdırır, prosesin uyğun platformada işini təmin edir.

İkinci fəslin ikinci bölməsində İnternetdə reklam və marketing məsələlərinin səmərəli həlli üçün müştəri rəyləri əsasında veb-saytların qiymətləndirilməsi alqoritmi işlənmişdir.

Onlayn ticarətlə veb-saytlar potensial müştərilərin təklif olunan məhsul və ya xidmətləri axtarmaq üçün istifadə etdikləri ən uyğun axtarış sorğularının seçilməsini təmin etməlidir³. Tələb olunan məhsulu tez əldə etmək üçün istifadəçinin müraciət etdiyi sayt haqqında ilkin məlumatı olmalıdır. Müştərilərin veb-saytlara verdikləri qiyməti bir qiymət vektoru kimi təsvir edilə bilər. Tutaq ki, CPV (Customer Price Vector) – reklam saytına hər bir müraciətin qiymətidir:

$$CPV = (p_1, p_2, \dots, p_n) \quad (1)$$

burada P_n – qiymət vektorunun müxtəlif mənbələrdən alınmış komponentləridir. m sayda müxtəlif müştərilərin verdikləri

³Солошенко, М. Методика оценки экономической ценности Internet–сайта как средства коммуникации // Маркетинг и маркетинговые исследования в России –2000. № 6. – с. 57-59.

qiymətlərdən müştəri qiymət matrisi, yəni CPM (Customer Price Matrix) – müştəri münasibətlərinin idarə matrisi formalaşır:

$$CPM = \begin{pmatrix} p_{11}, p_{12}, \dots, p_{1n} \\ \dots \\ p_{m1}, p_{m2}, \dots, p_{mn} \end{pmatrix} \quad (2)$$

Bu matrisdə hər sətir bir müştəriyə aiddir və sətirlərin sayı müxtəlif məqsədlər üçün sayta müraciət edən müştərilərin sayına bərabərdir. Sütunların sayı isə müştəri qiymətlərinin mənbələrinin sayıdır.

Veb-saytları qiymətləndirmək məqsədlə saytda müştərilərə şərh (komment) yazmaq imkanı yaratmaq və yazmağa həvəsləndirmək lazımdır.

Müştərinin saytda yerləşdirdiyi şərhlər, SMS şəklində göndərdiyi mesajlar və ya sorğulara mətn tipli cavabları həcm etibarı ilə kiçikdir. Veb-saytın vahid zamana düşən trafik həcmi aşağıdakı kimi hesablanır:

$$V = \sum_{i=1}^M f_m \cdot v_m \quad (3)$$

Burada, f_m – m -ci müştərinin hesablanmış müraciət tezliyi, v_m – i -ci müştərinin sayta hər müraciəti zamanı yaranan orta trafik həcmidir.

Hesablamadan alınan qiymət hər bir müştərinin və istifadəçinin müraciətləri tezliyindən ayrılıqda tək-tək əldə edilə bilməz. Bu qiymət aktiv istifadəçilərin müraciət tezliklərindən birlikdə, periodik olaraq və eyni vaxtda müştərilərin hamısı üçün formalaşdırıla bilər.

Müştəri hər dəfə sayta müraciət etdikdə bu müştəri üçün müraciət tezliyi hesablanmalıdır. Müraciət tezliyi aşağıdakı kimi olacaqdır:

$$\Delta t_m = T_m - T_{m-1}$$

burada, T_m – sonuncu cari müraciət vaxtı, T_{m-1} – sonuncudan əvvəlki müraciət vaxtıdır. Ona görə də m -ci müştərinin j -cu müraciət vaxtı üçün hesablanmış müraciət tezliyi aşağıdakı kimi təyin edilir:

$$f_{mj} = \frac{1}{\Delta t_{mj}} \quad (4)$$

Müştərilərin sayta müraciətləri əsasında aparılan qiymətləndirmədə sonuncu cari qiyməti yekun qiymət olaraq götürmək olmaz. Burada müraciət tezliklərinin dinamik dəyişmələri nəzərə alınmalıdır. Qiymətləndirmədə belə həll metodu təsadüfi qiymətlərin əldə olunmasının qarşısını alar. Məsələnin həlli üçün avtoregressiv metodlardan və xüsusi hallarda dəyişən (üzən) orta qiymətin müxtəlif variantlarının tətbiqindən istifadə edirik: $m \in [1, M]$ Bu şərti ödəməklə müştəri qiymətini formalaşdıracaq f_m müraciət tezliklərini eksponensial qanunla təyin etmək olar:

$$f_m^j = \alpha f_{m,j} + (1-\alpha) f_{m,(j-1)} \dots$$

Burada, $0 < \alpha < 1$ aralığında α -lara müxtəlif qiymətlər verməklə ən kiçik orta kvadratik fərq verən α tapıla bilər. Sonrakı hesablamaları sadələşdirmək üçün $f_m = f_m^j$ qəbul etmək olar.

Fərz edək ki, yekun olaraq hər hansı şəkildə ixtiyarı $m \in [1, M]$ şərti üçün müştərilərin müraciət tezlikləri (f_m) tapılmışdır. Bu qiymətlər müsbət olduğundan bunların üzərində sadə çevirmələr aparmaqla müraciət tezliklərindən $[-10, +10]$ aralığına düşən müştəri qiymətlərini formalaşdırmaq olar:

$$m - q_m = \frac{f_m}{\max\{f_m\}} 20 - 10 \quad (5)$$

(4) düsturu ilə tapılan müştəri qiyməti $P_{m,n}$ lərdən biridir. Yuxarıda deyilənləri ümumiləşdirərək veb-saytlara müştərilər tərəfindən verilən ümumi qiyməti yazmaq olar.

Əgər müştərilərin və mənbələrin çəki vektorlarını uyğun olaraq aşağıdakı kimi qəbul etsək:

$$W = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_N)$$

$$F = (\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_M)$$

Veb-səhifənin qiyməti (siteprice-SP) olacaqdır:

$$SP = \sum_{j=1}^M \omega_j \sum_{i=1}^N \varphi_i p_{ij} \quad (6)$$

ω_j – səhifəyə qiymət verən müştərilərin çəkisi, Φ_i – yuxarıda verilmiş müxtəlif mənbələrin çəkilərini göstərir. $P_{i,j}$ qiymətləri (5) düsturundan alınan və $[-10,+10]$ aralığında normallaşdırılan qiymətlərdir. Təklif olunan alqoritm və metodlar rəqəmsal reklam fəaliyyəti ilə məşğul olan, müştəri aktivliyini qiymətləndirmək istəyən veb-saytlar tərəfindən müvəffəqiyyətlə istifadə edilə bilər. Müştərilərin veb-saytlara münasibətlərinin qiymətləndirilməsi biznes fəaliyyətinin yaxşılaşdırılmasında müsbət rol oynamaqla həm müştəri, həm də istehlakçı məmnunluğuna səbəb olar.

Üçüncü fəsil “İnternet mühitində reklam və marketing fəaliyyətinin səmərəliliyinin artırılması üçün intellektual analiz metodları və alqoritmın işlənməsi”nə həsr olunur. Bu fəsildə İnternet reklamın səmərəliliyini qiymətləndirmək üçün əsas səmərəlilik göstəriciləri (ƏSG) analiz olunaraq müəyyənləşdirilmişdir [7, 12]. Üçüncü fəslin birinci bölməsində İnternetdə reklam və marketingin səmərəliliyinin artırılması üçün göstəricilərin sayının azaldılması (göstəricilərin ümumiləşdirilməsi) metodu işlənməmişdir. ƏSG analizi aşağıdakı mərhələlərlə həyata keçirilir:

- İnternet reklam fəaliyyətinin səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi;
- Səmərəlilik göstəricilərinin sayının azaldılması;
- Səmərəlilik göstəriciləri arasında yaxınlıq məsafəsinin təyini.

Reklam kampaniyalarının səmərəliliyinin qiymətləndirilməsi:

Reklam kampaniyalarının səmərəliliyi onun gətirdiyi gəlirin miqdarı ilə ölçülür [24].

Reklam və marketingin analizində səmərəlilik göstəricilərinin sayı kifayət qədər çoxdur və bu da analizin aparılması işini çətinləşdirir, alqoritmın yükünü artırır. Məsələnə sadələşdirmək üçün, göstəricilərin sayının azaldılması və optimal həll yolunun seçilməsi vacibdir.

Alqoritm 1: Hər bir göstərici üçün əldə edilmiş qiymətlərin sayını bərabərləşdirmək tələb olunur. Bu məqsədlə fərz edək ki, CU_i göstəricisinin elementlərinin sayı N_i -yə bərabərdir və bu göstəricilər Δ_{it} intervalı ilə aşağıdakı müddətdə toplanmışdır:

$$T_i = (N_i - 1)\Delta_{it} \quad (7)$$

Analizə cəlb edilən göstəricilərin toplama müddətlərinin maksimal qiymətini T ilə, saylarının maksimal qiymətini isə N ilə işarə edək:

$$T = \max_i \{T_i\} \text{ və } N = \max_i \{N_i\}$$

Toplanmış göstəriciləri sayı N olan C_i göstəriciləri kimi yazmaq olar. Belə yazılmış göstərici elementləri arasındakı interval $h = \frac{T}{N-1}$ olar.

$$C_i[m] = \begin{cases} CU_i[1]; & m=1; \\ CU_i[j] + \frac{CU_i[j+1] - CU_i[j]}{h \cdot m - j \cdot \Delta_{it}} \cdot \Delta_{it}; & 1 < m < N; \\ CU_i[N]; & m=N \end{cases} \quad (8)$$

burada $C_i[m]$ toplanmış səmərəlilik göstəricilərinin sayıdır, $j - hm \in [j\Delta_{it}; (j+1)\Delta_{it}]$ şərtindən təyin olunur.

Nəticədə göstəricilərin sayı N olmaqla elementləri T müddətində bərabər paylanmış olar. Qeyd etmək lazımdır ki, (7) və (8) düsturları vasitəsi ilə göstəricilərin sayını və müddətini azaltmaq olar. $T < \min \{T_i\}$ və $N < \min \{N_i\}$ şərtlər daxilində göstəricilərin elementlərinin sayı və paylanma müddəti azalar.

Alqoritm 2: Göstəricilərin qiymətlərinin $[-1;1]$ intervalında hesablanması üçün analizə cəlb edilən elementlərin qiymətlərinin mütləq maksimal qiyməti tapılır və $C_i[m]$ qiymətlərinin hər biri bu maksimal qiymətə bölünür:

$$C_{\max} = \max_{i=1}^i \{U^i C_i\} \quad (9)$$

$$C_i[m] = \frac{C_i[m]}{C_{\max}} \quad (10)$$

Analizə cəlb edilən səmərəlilik göstəricilərinin elementlərinin sayı bərabərləşir və qiymətləri $[-1;1]$ intervalına hesablanır. Səmərəlilik göstəriciləri arasında yaxınlıq məsafələrini təyin etmək üçün əlamətlər vektorunun elementlərini təyin edək. Orta qiymətin hesablanması:

$$V_i[1] = \bar{C}_i = \frac{\sum_{m=1}^N C_i[m]}{N} \quad (11)$$

Orta kvadratik fərqlin hesablanması:

$$V_i[2] = \sigma = \sqrt{\frac{\sum_{m=1}^N (C_i[m] - \bar{C}_i)^2}{N}} \quad (12)$$

Əgər $C(i)$ -lər spektral ayrılma komponentlərinin maqnitudaları olarsa:

$$S = \sum_{i=1}^N C(i) \quad (13)$$

Spektral ayrılma komponentlərinin sayı kifayət qədər çox ola bilər. Hər bir səmərəlilik göstəricisi üçün belə bir vektor yaradıla bilər. İki vektor arasındakı evklid məsafəsi uyğun iki səmərəlilik göstəricisi arasındakı yaxınlıq ölçüsü kimi götürülə bilər. İki i və j səmərəlilik göstəriciləri arasında evklid məsafəsini d_{ij} ilə işarə edək:

$$d_{ij} = \sqrt{\frac{\sum_{k=1}^N (V_i[k] - V_j[k])^2}{N}} \quad (14)$$

d_{ij} –in ən kiçik qiymətini təmin edən iki səmərəlilik göstəricisindən birini, müəyyən müddətə analiz prosesindən uzaqlaşdırmaq olar.

Üçüncü fəslin ikinci bölməsində İnternet reklam kampaniyasının səmərəliliyinin dinamik dəyişməsi modeli işlənmişdir. Reklam fəaliyyətinin səmərəliliyini qiymətləndirmək və onu xarakterizə edən parametrlərin dinamik dəyişikliklərini analiz etmək üçün ilk növbədə parametrlərin hesablanması dəqiqliyə və ardıcılığa nail olmaq lazımdır [4, 21].

Reklam fəaliyyətinin səmərəliliyini xarakterizə edən parametrlərin qiymətləri matrisinin qurulması:

Fərz edək ki, İnternet reklam və marketinq məlumatlarının dinamik dəyişikliklərinin analizinə N sayda göstərici parametr cəlb edilmişdir. Bu göstəricilərin hər birindən aralarında zaman intervalı olmaqla qiymətlər alınmış və ya hesablanmışdır. Beləliklə, biz müəyyən $T = M\Delta h$ olmaqla $[0, T]$ zaman aralığında hər bir seçilmiş

parametrdən M sayda qiymətlər əldə etmiş olarıq. Seçilmiş parametrlərin sayı N olduğundan hər bir $n \in [1, N]$ üçün bu qiymətlər P_n vektorunu alır.

$$P_n = P_{n1}, P_{n2}, \dots, P_{nM} \quad (15)$$

burada, $P_{nm}, n \in [1, N], m \in [1, M]$ olmaqla n -ci parametrin m -ci qiymətidir. Seçilmiş parametrlərin qiymətləri birlikdə aşağıdakı parametrlər matrisini verir:

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & \dots & P_{1M} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{n1} & \dots & P_{nM} \end{pmatrix} \quad (16)$$

Fərz edək ki, hər hansı $n \in [1, N]$ üçün P_n parametrinin qiymətləri Δh zaman fasiləsindən fərqli olan zaman fasilələri ilə əldə edilmişdir. Əgər bu fərqli zaman fasilələri ümumi zaman fasiləsindən çox fərqli olmazsa, uyğun qiymətlər vektoru qiymətlər arasındakı fasilə Δh olan vektora interpolasiya vasitəsi ilə gətirilə bilər. Aralarındakı zaman fasilələri Δh -dan fərqli olan parametrin qiymətlər vektoru olacaqdır:

$$P_n^f = (P_{n1}^f, P_{n2}^f, \dots, P_{nM}^f) \quad (17)$$

Bu vektorun i -ci və $i+1$ -ci qiymətləri arasındakı zaman fasiləsini Δh_m^f kimi işarə edək:

$$J \cdot \Delta h \in \left[\sum_{m=1}^{M-1} \Delta h_m^f, \sum_{m=1}^M \Delta h_m^f \right] \quad (18)$$

şərtini ödəyən ixtiyari J üçün yazı bilərik ($m = 1$):

$$P_{n1} = P_{n1}^f, \forall m \in [2, J] \quad (19)$$

Əgər elə k varsa: $m\Delta h = \sum_{i=1}^k \Delta h_i^f$, onda $P = P^f$ əks halda, əgər

$$m\Delta h \in \left[\sum_{i=1}^{k-1} \Delta h_i^f, \sum_{i=1}^k \Delta h_i^f \right]^{nm} \quad (20)$$

$$P_{nm} = \frac{n(k-1)[m \cdot \Delta h - \sum_{i=1}^k \Delta h_i^f] + p^f [\sum_{i=1}^k \Delta h_i^f - m\Delta h]}{\Delta h_k^f} \quad (21)$$

Hər bir parametr vektoru üzərində interpolasiya əməliyyatı həyata keçirildikdən sonra, parametrlər matrisinin yazılması üçün hər vektordan sonuncu elementdən başlayaraq bərabər sayda element götürmək olar. Bu say vektorlardakı elementlərin interpolasiyadan sonra qalan minimal sayı kimi təyin edilir. N sayda parametrin hər birindən M sayda qiymət əldə edərək (16) matrisi yaradılmış olur. Matrisi təşkil edən vektorlar arasında korrelyasiyanı yoxlamaq üçün qarşılıqlı korrelyasiya əmsalları hesablanır. Bu məqsədlə hər bir vektor elementlərinin orta qiyməti olacaqdır:

$$\mu_n = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M P_{nk}, \quad n \in [1, N], \quad (22)$$

hər bir vektor elementlərinin orta kvadratik fərqi olacaqdır:

$$\sigma_n = \sqrt{\frac{1}{M} \sum_{k=1}^M [P_{nk} - \mu_n]^2}, \quad n \in [1, N] \quad (23)$$

iki i və j vektor arasında korrelyasiya əmsalı olacaqdır:

$$\sigma_{ij} = \frac{1}{M} \sum_{k=1}^M (P_{ik} - \mu_i)(P_{jk} - \mu_j), \quad i, j \in [1, N] \quad (24)$$

$\rho_{ij} = \sigma_{ij} / (\sigma_i \sigma_j)$ kimi hesablanır. Alınmış korrelyasiya əmsalları da öz növbəsində korrelyasiya əmsalları matrisi əmələ gətirir. Fərz edək ki, K sayda parametr seçilmişdir:

$$P = \begin{pmatrix} P_{11} & \dots & P_{1M} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ P_{K1} & \dots & P_{KM} \end{pmatrix} \quad (25)$$

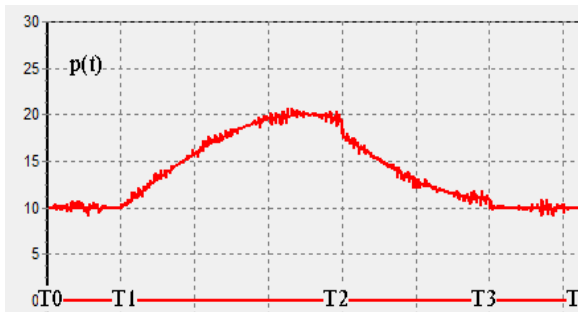
Seçilmiş parametrlərdən hər birinin İnternet reklam marketingin məlumatlarının dinamik dəyişikliklərinin analizi üçün əhəmiyyəti, çəkisi təyin edilə bilər. Bu çəkilər $\sum_{j=1}^k \omega_j = 1$ şərtini ödəyən

$w = (w_1, w_2, \dots, w_k)$ vektoru kimi yazıla bilər. Çəki vektorunu (25) matrisinə vursaq bir integral parametr qiymətlərini ala bilərik:

$$(w_1, w_2, \dots, w_k) \begin{pmatrix} P_{11} & \dots & P_{1M} \\ \dots & \dots & \dots \\ P_{K1} & \dots & P_{KM} \end{pmatrix} = (I_1, I_2, \dots, I_M) \quad (26)$$

$$I_m = \sum_{i=1}^k w_i P_{im} \quad (27)$$

Alınmış integral parametri (25) matrisinə əlavə edərək daha tam olan göstərici parametrlər matrisini alırıq. Modeli qurmaq üçün seçilmiş parametr qiymətlərinin dəyişməsinə nəzarətin T zaman anından, İnternet reklam kampaniyasının T_1 zaman anından başladığını fərz edək. Kampaniyanın işə başa çatmasını, parametrin qiymətlərinin reklam kampaniyasından əvvəlki qiymətlərə çatmasını və ümumi monitoring müddətində aparıldığını qəbul etmək olar. Praktiki təcrübələr vasitəsi ilə müvəffəqiyyətli İnternet reklam kampaniyalarının monitoring müddətində parametrlərin qiymətlərinin dəyişməsinə $P(t)$ zamandan asılı olaraq şəkil 2-də olduğu kimi vermək olar.



Şəkil 2. Müvəffəqiyyətli reklam kampaniyasının səmərəliliyinin parametr qiymətlərinin monitoring müddətində zamandan asılılığı qrafiki

Alınmış analitik funksiya üzərində zəruri əməliyyatların aparılması üçün hər bir zaman parçasına uyğun metod tətbiq edilməlidir.

Addım 1: $[T_0, T_1]$ parçasında $P_1(t) = C$, burada C sabit ədəd olaraq $[T_0, T_1]$ parçasında P -lərin orta qiymətinə bərabər götürülə bilər.

Addım2: $(T_1, T_2]$ yarımintervalında funksiya $P_2(t) = a_2 t^2 + b_2 t + c_2$ ilə verilə bilər. Kvadrat üçhədlinin əmsalları aşağıdakı üsulla təyin edilir: $(T_1, T_2]$ yarımintervalı daxil olan qiymətləri ayrıca $P_{21}, P_{22}, \dots, P_{2R}$ ardıcılığı şəklində yazaq. Burada, birinci indeks qiymətlərin ikinci yarımintervalı aid olduğunu göstərir. R -in qiyməti $T_1 + R \leq T_2$ şərtini ödəyən ən böyük R kimi tapılır.

Kvadrat üçhədlinin əmsalları elə tapılmalıdır ki, funksiyanın arqumentə $t_r = T_0 + r$, $r \in [1, R]$ qiymətləri verməklə alınan qiymətləri ilə ardıcılığın qiymətləri arasındakı orta kvadratik fərq ən kiçik olsun. Orta kvadratik fərqi $E = \frac{1}{R} \sum_{r=1}^R (P(t_r) - P_{2r})^2$ kimi yazsaq və

yuxarıdakıları nəzərə alsaq görürük ki, orta kvadratik fərq kvadrat üçhədlinin əmsallarından asılıdır.

Addım 3: $(T_1, T_3]$ yarımintervalı üçün analogi qayda ilə $P(t) = a_3 t^2 + b_3 t + c_3$ funksiyası yaradıla bilər. Beləliklə monitoring müddətində seçilmiş parametrin qiymətlərinin zamandan asılı olaraq dəyişməsi aşağıdakı kimi təyin edilə bilər:

$$P(t) = \begin{cases} P_1(t) = c, & t \in (T_0, T_1] \\ P(t) = a_2 t^2 + b_2 t + c_2, & t \in (T_1, T_2] \\ P(t) = a_3 t^2 + b_3 t + c_3, & t \in (T_2, T_3] \end{cases}$$

Alınmış funksiya aparılan İnternet reklam kampaniyasının səmərəlilik göstəricilərinin dinamik dəyişməsi modelidir. Bu funksiyanın hər hansı bir zaman parçasında orta qiyməti aşağıdakı kimi verilə bilər.

$$P = \frac{1}{T_m - T_n} \int_{T_n}^{T_m} P(t) dt \quad (28)$$

İnternet reklam kampaniyasının başladığı T_1 zaman anından sonra hər hansı $t \in (T_1, T_2]$ cari zaman anına olan dinamik dəyişikliyin ölçüsü olaraq aşağıdakı əmsal hesablanır:

$$\gamma_t = \frac{\int_{T_1}^t P(t)dt}{t - T_1} : \frac{\int_{T_0}^{T_1} P(t)dt}{T_1 - T_0} \quad (29)$$

Zaman keçdikcə yuxarıdakı əmsalin qiymətinin artması İnternet reklam kampaniyasının müvəffəqiyyətlə nəticələnməsinin göstəricisidir. Lakin γ_t əmsalin qiymətinin azalması artıq reklam kampaniyasının təsirinin azalmasını göstərir.

Üçüncü fəslin üçüncü bölməsində e-kommersiya mühitində müştəri maraqlarının proqnozlaşdırılmasında tövsiyə sistemi üçün alqoritm işlənmişdir [15, 22].

Sistem onun girişinə verilmiş sözü və ya söz birləşməsini öz kitabxanasında, bazasında olan açar sözlərlə müqayisə edərək, ən çox yaxın olan baza sözünü seçir. Nəticədə tapılmış sözə görə axtarış aparmaqla tövsiyə formalaşdırıla bilər. Bu məqsədlə iki sözün, iki çoxluğun və ya iki vektorun yaxınlıq ölçülərindən istifadə edilə bilər. İki vektor arasındakı seçilmiş yaxınlıq ölçüsü aşağıdakı xassələri ödəməlidir:

$d(x, y) \geq 0$ mənfi olmamaq xassəsi;

$d(x, y) = 0$ bərabərliyi ancaq x və y vektorları bərabər olduqda ödənilir. Vektorun özündən özünə qədər olan məsafə sıfıra bərabərdir;

$d(x, y) = d(y, x)$ simmetriklik xassəsi;

$d(x, y) = d(x, z) + d(y, z)$ üçbucaq xassəsi.

Sadə hallarda Jakkar yaxınlıq ölçüsündən istifadə etmək olar. İki A və B sözlərinin Jakkar yaxınlığı hesablanır:

$$\text{sim}(A, B) = \frac{n(A \cap B)}{n(A) + n(B) - n(A \cap B)} = \frac{n(A \cap B)}{n(A \cup B)} \quad (30)$$

Əgər fərqlilik ölçüsünü hesablamış olsaq, alırıq:

$$\text{dif}(A, B) = 1 - \frac{n(A \cap B)}{n(A) + n(B) - n(A \cap B)} = \frac{n(A \cup B) - n(A \cap B)}{n(A \cup B)} \quad (31)$$

Buradan görünür ki, $0 \leq \text{sim}(A, B) \leq 1$ xüsusi hallarda olacaqdır:

$$sim(A, B) = \begin{cases} 1, A = B \\ 0, A \cap B = \emptyset \end{cases}$$

İki söz əvəzinə iki cümlənin və ya iki mətnin yaxınlığından da danışmaq olar. Məqsədimiz istifadəçinin obyekt haqqında verdiyi mətn tipli qiymətlərdən mümkün ədədi qiymətlər formalaşdırmaqdır.

Beləliklə, istifadəçinin obyektə vermiş olduğu qiyməti aşağıdakı alqoritmlər vasitəsi ilə formalaşdırmaq olar:

Addım 1: Mətnin mətn vahidlərinə ayrılaraq T_{xt} massivinə yazılması, massivin ölçüsünün təyin edilməsi və integer tipli T_c parametrinə yazılması.

Addım 2: Əlifba massivindəki hər bir element T_{xt} massivindəki sözlərlə müqayisə edilir və Jakkar yaxınlıq ölçüsü düsturundan istifadə etməklə təyin edilir. Bu məqsədlə əvvəlcə ölçülər massivi sıfırlaşdırılır:

$$\forall j \in [1, N_i], T(j) = 0 \quad \forall j \in [1, N_i]$$

$$T(j) = \max \{ sim(L_j, T_{xt_1}), sim(L_j, T_{xt_2}), \dots, sim(L_j, T_{xt_{T_c}}) \} \quad (32)$$

Yekun qiymət olacaqdır:

$$m_q = \max \{ T(j), j \in [1, N_i] \}$$

Bu parametr müştərinin, istifadəçinin obyektlərə mətn şəklində verdiyi qiymətin ədədi ifadəsidir: $m_q \in [0, 1]$.

Miqyaslama vasitəsi ilə bu qiymət aralığını istənilən başqa aralığa gətirmək olar. Əgər biz m_q qiymətini $[-\alpha, \alpha]$ aralığına gətirmək istəsək, o halda, $m_q = 2am_q - a = a(2m_q - 1)$ yazmaq olar. Bu qiymət hesablandıqdan sonra mətnlərin yazılma tarixinə görə (32) düsturu vasitəsi ilə (31) zaman sırasına əlavə edilə bilər. Məlumdur ki, tövsiyə sistemləri müştərinin obyektə əvvəllər verdiyi qiymətləri nəzərə alaraq cari qiymət formalaşdırır və bu cari qiymət istifadəçi qiymətləri massivinə daxil edilir.

Əgər analiz edilən obyektin adının müxtəlif vasitələrdə rast gəlmə tezliyi digərindən çoxdursa, onda bu tezlik istifadəçilər üçün obyektin əhəmiyyətini göstərə bilər. Lakin bəzən iki obyektin birinin tezliyi

digərinin tezliyindən qat-qat çox ola bilər. Bu zaman onların arasındakı fərqlin azaldılması əhəmiyyətli ola bilər:

$$w_{t,d} = \begin{cases} 1 + \lg t f_{t,d} \\ 0 \end{cases}, \quad t f_{t,d} > 0, \quad (33)$$

Müştərilərin obyektlərə (əşyalara, mallara, xidmətlərə və s.) verdikləri qiymətlərdən bir matris formalaşıdır bilərik:

$$R = (r_{i,a})_{i=1,a=1}^{MN} \quad (34)$$

burada, r_i – i -ci müştərinin “ a ” obyektinə verdiyi qiymətdir. Bu matrisdə istifadəçilərin sayı M -ə, obyektlərin sayı N -ə bərabərdir. Hər bir sətirdə bir istifadəçinin müxtəlif obyektlərə verdiyi qiymətlər, hər bir sütunda isə bir obyektə müxtəlif istifadəçilərin verdikləri qiymətlər göstərilmişdir. Bu matrisdə hər bir sütun və hər bir sətir bir vektordur. Biz burada müxtəlif metodlarla iki vektorun yaxınlıq ölçüsünü hesablaya bilərik.

Biz əsasən Pirson korrelyasiya əmsalından və kosinus yaxınlıq ölçüsündən istifadə edəcəyik. Ona görə də bu ölçüləri R matrisinin elementlərindən istifadə edərək verək. İki istifadəçinin arasında oxşarlıq ölçüsü iki sətir vektor arasında Pirson korrelyasiya əmsalı:

$$\text{sim}(i, j) = \frac{\sum_{p \in P} (r_{i,p} - r_{i,a})(r_{j,p} - r_{j,a})}{\sqrt{\sum_{p \in P} (r_{i,p} - r_{i,a})^2} \sqrt{\sum_{p \in j} (r_{j,p} - r_{j,a})^2}} \quad (35)$$

burada i, j – istifadəçiləri göstərir; p – mallar və ya xidmətlər çoxluğunu işarə edir, $r_{i,p}$ – i -ci istifadəçisinin p obyektinə, malına və ya

xidmətinə verdiyi qiyməti göstərir; $r_{i,a}$ – i -ci istifadəçinin $P \in P$ obyektlərinə, mallarına və ya xidmətlərinə verdiyi orta qiyməti göstərir. Əgər P çoxluğunda N_p sayda obyekt olarsa, olacaqdır:

$$r_{i,a} = \frac{\sum_{p \in P} r_{i,p}}{N_p}$$

$r_{i,a}$ – j -ci istifadəçinin p obyektinə, malına və ya xidmətinə verdiyi qiyməti göstərir;

$r_{j,a}$ – j -ci istifadəçinin $p \in P$ obyektlərinə, mallarına və ya xidmətlərinə verdiyi orta qiyməti göstərir:

$$r_{j,a} = \frac{\sum_{p \in P} r_{a,p}}{N_p}$$

İki obyektə müxtəlif istifadəçilər tərəfindən verilən qiymətlərin yaxınlığı iki sütun vektor arasındakı kosinus yaxınlıq ölçüsü kimi verilə bilər:

$$\omega_{a,b} = \frac{\sum_i r_{i,a} r_{i,b}}{\sqrt{\sum_i r_{i,a}^2} \sqrt{\sum_i r_{i,b}^2}} \quad (36)$$

Tövsiyə sisteminin işinin müvəffəqiyyəti üçün (34) matrisinin ölçüsü azaldılmalıdır. Bu məqsədlə, matrisdən konkret istifadəçilərə uyğun sətirləri obyektlərə uyğun sütunları seçə bilərik. Ona görə də biz i -ci istifadəçinin hər hansı c obyekti ilə maraqlandığını bilsək, i -ci istifadəçiyə yaxın olan istifadəçilərə uyğun sətirlərlə, c obyektinə yaxın olan sütunların kəsişməsində olan obyektləri istifadəçiyə tövsiyə edə bilərik və seçilmiş mallar haqqında məlumatları ona təqdim etmək olar.

Yuxarıda qeyd etdiyimiz kimi sətirlər arasındakı yaxınlıq ölçüsünü Piron yaxınlıq ölçüsü kimi və sütunlar arasında yaxınlıq ölçüsünü kosinus yaxınlıq ölçüsü kimi götürək. Tövsiyə sisteminin həllər bərabərsizlikləri sistemi:

$$\begin{cases} \text{sim}(i, j) = \frac{\sum_{p \in P} (r_{i,p} - r_{i,a})(r_{j,p} - r_{j,a})}{\sum_r \sqrt{\sum_{p \in P} (r_{i,p} - r_{i,a})^2} * \sqrt{\sum_{p \in j} (r_{j,p} - r_{j,a})^2}} \leq \Delta_{sp} \\ \omega_{a,b} = \frac{r_{i,a} r_{i,b}}{\sqrt{\sum_i r_{i,a}^2} \sqrt{\sum_i r_{i,b}^2}} \leq \Delta_{\omega} \\ j \in [1, M]_{sp}, b \in [1, N] \end{cases} \quad (37)$$

Bu bərabərsizliklər sisteminə tövsiyə sisteminin həllər bərabərsizlikləri sistemi demək olar. sp – oxşarlıq həddidir. Bu parametrin çox kiçik qiymətlərində şərti ödəyən bir i -ci sətir ola bilər. $sim(i, j)$ – oxşarlıq həddini keçərsə, o zaman i və j istifadəçiləri kifayət qədər oxşardır. $\Delta\omega$ – seçilən sütunların enini təyin edən parametrdir.

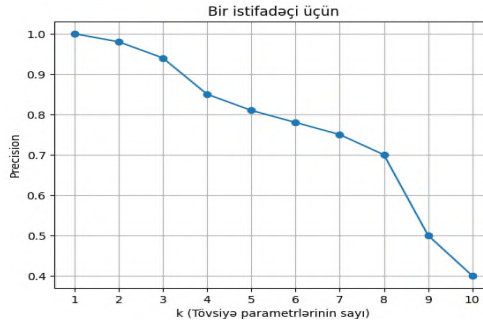
Tövsiyə sisteminin Precision, Recall və F1-ölçü metrikalarından istifadə edərək istifadəçi seçimlərinin nə dərəcədə dəqiq proqnozlaşdırıldığını qiymətləndirmək nəzərdə tutulur. Bütün istifadəçilər üçün hər bir metrikanın orta dəyəri hesablanır. Alınan nəticə bütün sistem üçün tövsiyələrin keyfiyyət qiymətləndirməsini təmin edir. Tövsiyə sistemini qiymətləndirmək üçün MAP metrikasından istifadə olunur. MAP (Mean Average Precision) — tövsiyələrin təqdim olunma ardıcılığına əsasən onların düzgünlüyünü qiymətləndirən metrikdir. Xüsusilə, tövsiyələrin ardıcılığının vacib olduğu rəqləşdirmə məsələləri üçün faydalıdır. MAP tövsiyələrin ardıcılığını nəzərə alır. Müvafiq məhsul siyahıda nə qədər yüksəkdirsə, son MAP dəyərinə bir o qədər çox təsir edir.

$$MAP = \frac{\sum_{i=1}^n (AP_{user_i})}{N_{user}} \quad (38)$$

AP_{user_i} – i -ci istifadəçi üçün Precision metrikasının orta qiymətidir. N_{user} – istifadəçilərin (müşəri) sayı. Hər bir istifadəçinin alış tarixi və ya məhsul reytingi var.

$$AP_{user} = \frac{\sum_{i=1}^n Precision_{at_k} \times rel_i}{total_{rel}} \quad (39)$$

$Precision_{at_k}$ – rəqləşdirilmiş siyahıda k -cı mövqeyinin dəqiqliyi; rel_i – relevantlıq indikatoru (əgər məhsul relevantdırsa 1, əks halda 0); $total_{rel}$ – istifadəçi üçün nəzərdə tutulan relevant məhsulların ümumi sayı. Şəkil 3-də tövsiyə olunan məhsullar siyahısının nə dərəcədə uyğun olduğu göstərilir.



Şəkil 3. Təvsiyə sistemində bir müştəri üçün MAP metrikasının göstəriciləri

Təvsiyə sisteminin işinin qiymətləndirilməsində nəticə *Cədvəl 1*-də göstərilir.

Cədvəl 1.

Təvsiyə sisteminin qiymətləndirilməsi

Metrikalar	Qiymətlər	Qeyd
Precision	0,85	Təvsiyə olunan məhsulların 85%-i istifadəçi üçün uyğundur.
Recall	0,92	Sistem bütün müvafiq məhsulların 92%-ni tapıb.
F1-ölçü	0,88	Precision və Recall metrikalarından əldə olunan qiymət.
MAP	0,95	İstifadəçilər siyahısında müxtəlif vəziyyətlər üzrə təvsiyələrin orta dəqiqliyi.

Eksperimentdə scikit-learn kitabxanalarında Python-dan istifadə edilmişdir. Hesablamalarda aşağıdakı siyahıdan istifadə olunmuşdur:

- Hər bir istifadəçi üçün aktual məhsulların siyahısı;
- Hər bir istifadəçi üçün təvsiyə olunan məhsulların siyahısı.

Hər bir sahəyə uyğun olaraq praktikadan gələn müxtəlif istiqamət və xarakterli təvsiyə sistemləri yaradıla bilər. İstifadəçi profillərində hər hansı bir obyektin müxtəlif cəhətlərinin müxtəlif üsullarla qiymətləndirilməsinə rast gəlmək mümkündür. Bir istifadəçinin müxtəlif mənbələrdə müxtəlif obyektlərə verdiyi qiymətləri obyektlərə görə seçərək verilmiş qiymətlər çoxluğunu yaratmaq olar.

Dördüncü fəsil “Təklif olunmuş metod və alqoritmlərin eksperimental yoxlanması”na həsr edilmişdir. Sonuncu fəsildə əldə edilmiş nəticələr “Delphi” və “C#” proqramın da işlənmişdir [6]. Dördüncü fəslin birinci bölməsində müştəri rəylərinə əsasən veb-səhifənin qiymətləndirmə alqoritminin proqram təminatı işlənmiş və sınaqdan keçirilmişdir. Müştərinin saytda ədədi qiymət şəklində yazdığı məlumatlardan ilk növbədə qiyməti formalaşdırmaq üçün alqoritm – əlifba yaradılmalıdır. Məsələn, müsbət münasibət üçün çəki vektoru ($p_1, p_2, \dots, p_n$) olan “əla”, “yaxşı”, “faydalı”, “yararlı”, “kafi” kimi sözlərdən, mənfi münasibət üçün daxili çəki vektoru ($m_1, m_2, \dots, m_n$) olan “çox pis”, “pis”, “faydasız”, “yararsız”, “zərərli” kimi sözlərdən münasibət əlifbası yaratmaq olar. Çəki vektorunda alqoritmın nəticəsi $[-10, +10]$ aralığında yazıla bilər: $P = (10, 8, 6, 4, 2, -2, -4, -6, -8, -10)$. Qiymətləndirmə uyğun olaraq sətir, cümlə tipli və real tipli N_l ölçülü, L və P vektorları şəklində yazıla bilər (cədvəl 2).

Cədvəl 2.
L və P vektorları arasında uyğunluq cədvəli

P	10	8	6	4	2	-2	-4	-6	-8	-10
L	əla	yaxşı	faydalı	xeyirli	kafi	zərərli	xeyirsiz	faydasız	pis	çox pis

Bu massivin ölçüsü doldurulma prosesi zamanı təyin edilir. Nümunə üçün göstərmək olar ki, $_l=10$ olan halda $L = (\text{“əla”, “yaxşı”, “faydalı”, “xeyirli”, “kafi”, “zərərli”, “xeyirsiz”, “faydasız”, “pis”, “çox pis”})$ kimi yaradıla bilər. Beləliklə, mətn şəklində olan mənbə qiymətini üç alqoritm bloku vasitəsi ilə formalaşdırmaq olar:

Addım 1: Mətnin mətn vahidlərinə ayrılaraq T_{txt} massivinə yazılması, massivin ölçüsünün təyin edilməsi və rəqəm tipli T_c parametrinə yazılması. Bu məsələni həll etmək üçün mətnin mətn vahidlərinə ayrılması (Natural separators N_s) massivi və onun

P vektoru aşağıdakı kimi təyin edilsə:

$$P = (10, 8, 6, 4, 2, -2, -4, -6, -8, -10)$$

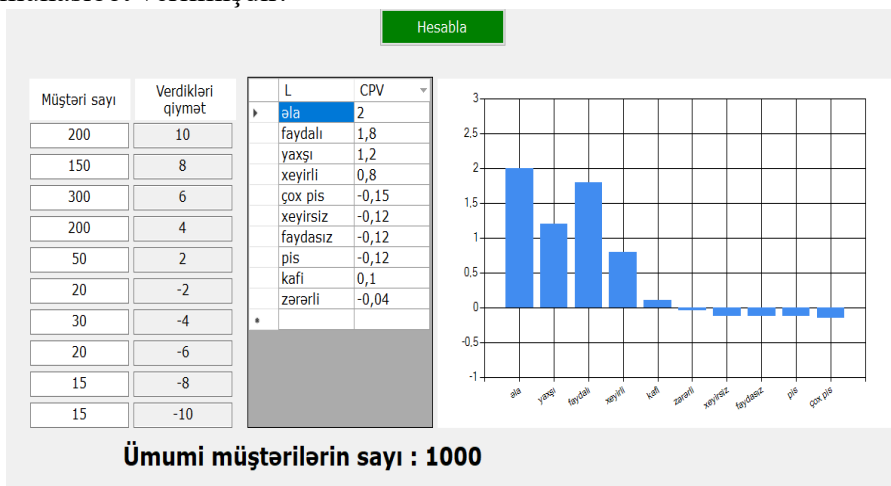
mətnin analizi nəticəsində əldə edilmiş saylar $T = (1, 2, 0, 3, 0, 0, 2, 0, 0, 0)$ olarsa, müştəri qiymətini (40) düsturuna əsasən alırıq:

$$m - q = \frac{1 \cdot 10 + 2 \cdot 8 + 3 \cdot 4 + 2 \cdot (-4)}{1 + 2 + 3 + 2} = 3.75 \quad (41)$$

Əgər saytı qiymətləndirən müştəri müştərilər siyahısında m -ci və qiymətləndirilən mənbə n -ci olarsa, CPM massivindəki qiymət aşağıdakı kimi olur:

$$p_{m,n} = m - q$$

Müştərilərin sayta verdikləri qiymət özləri tərəfindən deyil, dolayı yolla onların sayta müraciət tezliyinin hesablanması və qiymətləndirilməsinə əsasən alınır. Şəkil 4-də 1000 sayda müştəri və istifadəçi rəyləri haqqında saytda verdikləri qiymətləndirmə əsasında münasibət verilmişdir.



Şəkil 4. Müştərilərin sayta verdikləri qiymətləndirmə əsasında nəticə

Dördüncü fəslin ikinci bölməsində İnternet mühitində reklam və marketingin səmərəlilik göstəricilərinin istifadəsi üçün proqram modulu işlənmişdir.

Reklam əsasında satışın sayını artırmaq üçün ROI, CPA, CVR səmərəlilik göstəricilərindən kompleks istifadə təklif olunur:

$ROI = (Sərmayənin səmərəliliyini - Reklama çəkilən xərclər) / Reklama çəkilən xərclər \times 100\%$

$CPA = Reklam \ xərcləri / İstifadəçi \ sayı$

$CVR = Konversiya \ sayı / İstifadəçilərin \ sayı \times 100\%$

ROI, CPA və CVR göstəricilərinin birlikdə istifadəsi bizə marketing kampaniyalarının səmərəliliyi haqqında tam təsəvvür əldə etməyə və nəticələri yaxşılaşdırmaq üçün əsaslandırılmış qərarlar qəbul etməyə imkan verir.

Ümumiyyətlə, burada əsas faktor ROI-nin hesablanmasıdır. Reklam kampaniyalarının analizi zamanı səmərəlilik göstəricilərinin sayının çoxluğu analiz prosesini çətinləşdirə bilər. Ona görə də, analiz zamanı daha az sayda səmərəlilik göstəricilərindən istifadə etmək analiz prosesini sadələşdirə bilər. Səmərəlilik göstəricilərinin sayını azaltmaq üçün mənaca bir-birinə yaxın olan göstəricilərdən birini götürmək olar. Göstəricilərin müəyyən dövr ərzində əldə olunmuş müxtəlif qiymətlər ardıcılığına zaman sırası kimi baxıla bilər. Qiymətləri əldə edilmiş göstəricilərdən müxtəlif zaman sıraları yaradıla bilər və bu sıralar arasında statistik yaxınlıq göstərənlərin sayını azaltmaq olar.

Dissertasiya işi üzrə aparılmış tədqiqatlar zamanı qoyulmuş məsələlər həll edilmiş və aşağıdakı əsas elmi nəticələr əldə olunmuşdur.

NƏTİCƏ

Dissertasiya işinin işlənməsi prosesində təklif edilmiş mövzu üzrə qarşıya qoyulmuş məsələlər həll edilmişdir və əldə olunan nəticələr aşağıda göstərilmişdir:

1. İnternet reklam və marketinqin təşkili üçün CRM əsasında konseptual model işlənilmişdir [1, 2, 8, 9, 11, 18];
2. İnternet mühitində reklam və marketinq məsələlərinin səmərəli həlli üçün müştəri rəyləri əsasında WMA (weighted moving average) metodunun tətbiqi ilə veb-saytların qiymətləndirilməsi algoritmi təklif edilmişdir. Metod veb-saytlarda reklam kampaniyalarının optimallaşdırılması və marketinq fəaliyyətinin səmərəliliyinin artırılmasına imkan verir [3, 5, 10, 14, 20];
3. İnternetdə reklam və marketinqin səmərəliliyinin artırılması üçün Evklid məsafəsi və K-Nearest metoduna əsaslanan göstəricilərin sayının azaldılması metodu işlənmişdir. Bu metod qarşıya qoyulmuş məsələnin optimal həllini, reklamın daha ünvanlı aparılmasını təmin edir [7, 12, 16, 17, 24];
4. İnternet reklam kampaniyasının səmərəliliyinin dinamik dəyişməsi modeli təklif edilmişdir. Model reklam fəaliyyətində proqnozlaşdırma məsələlərinin səmərəli həlli və mənfəətin artması üçün əhəmiyyətli ola bilər [4, 6, 13, 21];
5. E-kommersiya mühitində müştəri maraqlarının proqnozlaşdırılmasında tövsiyə sistemi üçün Pirson korrelyasiya əmsali və kosinus yaxınlıq ölçüsü əsasında qurulmuş Hibrid metodu işlənmişdir. Metod müştəri maraqlarının proqnozlaşdırılması, müştəri məmnunluğunun yüksəldilməsi və satış sayının artırılmasına səbəb olan tövsiyə sistemi yaratmağa imkan verir [15, 19, 22, 23, 25].

DİSSERTASIYA MATERIALLARI ÜZRƏ AŞAĞIDAKI ELMİ ƏSƏRLƏR ÇAP EDİLMİŞDİR:

1. Haşımova, K.K. İnternet - reklamın cəmiyyətdə inkişafı // –Bakı: AMEA İqtisadiyyat İnstitutu elmi əsərlər, –2012. N: 2, –s.115-120.
2. Haşımova, K.K. İnternet reklamının xüsusiyyətləri, imkanları və problemləri // –Bakı: İnformasiya Cəmiyyəti Problemləri, – 2014. N: 2, –s. 87-93.
3. Hashimova, K.K. Online ads opportunities, challenges and CRM technologies // –USA: International Journal of Business, Humanities and Technology, –2015. 2 (31), – p. 17-23.
4. Hashimova, K.K. The role of Big Data in Internet advertising problem solution // –Hong Kong: International Journal of Education and Management Engineering, –2016. 4, – p.10-20.
5. Hashimova, K.K. Prospects of advertising-marketing optimization of the websites during the search // – Baku: Problems of the Information Society, Information Technology of ANAS, 2, – 2016. –p. 89-97.
6. Гашымова, К.К. Определение качества работы сайта на основе оценок клиентов // –Новосибирск: Международный Научный Институт Education IV, – 2016. – с. 40-43.
7. Hashimova, K.K. Analysis method of internet advertising-marketing information's dynamic changes // –Hong Kong: International Journal of Engineering and electronic Business I.J. – 2017. 5, – p.28-33.
8. Hashimova, K.K. Creation of Algorithms for Recommendation System Based on Users Data on Internet Advertisement Marketing // –Conscientia Beam: Review of Information Engineering and Applications, –2018. June, v. 5, N 2, – pp. 41-48.
9. Гашымова, К.К. Роль и научно-теоретические основы рекомендательной системы // –Воронеж: Экономика и менеджмент систем управления, **(РИНЦ)** – 2019. N: 2 (32). – с. 71-80.
10. Haşımova, K.K. İnternet məkanında reklam-marketinqin səmərəliliyinin artırılmasında sentiment analiz texnologiyalarının

- tətbiqi haqqında // – Bakı: İnformasiya Cəmiyyəti Problemləri, – 2020. 2, –s.116-124.
11. Hashimova, K.K. Development of an Effective Method of Data Collection for Advertising and marketing on the İnternet // –Hong Kong: I.J. Mathematical Sciences and Computing, – 2021. N: 3. – p.1
 12. Hashimova, K.K. Intelligent Management of a Network of Smart Billboards on the IoT Platform in Industry 4.0 // –Hong Kong: International Journal of Information Technology and Computer Science (**Web of Science**), –2022. vol.6, – p.39-48.
 13. Гашимова, К.К. Перспективы развития интернет-рекламы // Перспективы развития Информационных Технологии, III Международной научно-практической конференции, – Новосибирск, (**РИИЦ**) – 2011, 2, – с.191-195.
 14. Haşımova, K.K. Elektron dövlətin inkişafında İnternet reklamın rolu // Elektron dövlət quruculuğu problemləri I Respublika elmi–praktiki konfransı, –Bakı, –2014, –s. 222-224.
 15. Haşımova, K.K. İnformasiya texnologiyalarında reklamın rolu // Riyaziyyatın Tətbiqi Məsələləri və Yeni İnformasiya Texnologiyaları, II Respublika elmi konfransı, –Sumqayıt, –2012, –s. 155-157.
 16. Haşımova, K.K. İnternet reklamın növləri, problemləri və təhlükəsizlik məsələləri // İnformasiya və kommunikasiya texnologiyalarının müasir vəziyyəti və inkişaf perspektivləri Beynəlxalq elmi-texniki konfransı, – Sumqayıt, – 2014, – s. 110-116.
 17. Haşımova, K.K. İnternet mühitdə reklam xarakterli saytların optimallaşdırılması məsələləri // Beynəlxalq Telekomunikasiya İttifaqının 150 illiyinə həsr olunmuş İnformasiya təhlükəsizliyinin multidissiplinar problemləri üzrə II respublika elmi–praktiki konfransı, – Bakı, – 2015, – s. 264-267.
 18. Haşımova, K.K. İnternet reklam marketinq məlumatlarının effektivliyinin hesablanması // Riyaziyyatın tətbiqi məsələləri və yeni İnformasiya Texnologiyaları, III Respublika elmi konfransı, – Sumqayıt, – 2016, – s. 267-269.

19. Haşımova, K.K. Böyük verilənlər bazasının internet-reklam problemlərinin həllində rolu nədədir? // “Big data: imkanları, multidissiplinar problemləri və perspektivləri” I respublika elmi–praktiki konfransı, –Bakı, –2016, – s. 208-209.
20. Haşımova, K.K. İnternet-reklam marketinq məlumatlarının analizi üçün proqram təminatı // İnformasiya Texnologiyaları, – Bakı, – 2017, –s. 298-300.
21. Haşımova, K.K. İnternet-reklam marketinqində informasiya təhlükəsizliyi problemləri // İnformasiya təhlükəsizliyinin aktual multidissiplinar elmi–praktiki problemləri IV respublika konfransı. – Bakı, – 2018, – s. 147-149.
22. Haşımova, K.K. İnternet-reklam və marketinq fəaliyyətində fərdi məlumatların təhlükəsizliyi // İnformasiya təhlükəsizliyinin aktual multidissiplinar elmi–praktiki problemləri, V respublika konfransı –Bakı, –2019, –s. 130-133.
23. Hashimova, K.K. Branding and its Importance for Internet advertising // International Conference on European Science and Technology, –Germany: – 2013, – pp.389-393.
24. Hashimova, K.K. The Role of CRM Technology in online advertising // 2 nd International Conference on Emerging Trends in Scientific Research, – Malaziya, – 2014, – p.10.
25. Hashimova, K.K Issues and prospects of application of artificial intelligence in Internet advertising // NATO- Amsterdam, Cybersecurity of industrial control systems, –2021. 27-29 october, – p.158-159.



Dissertasiyanın müdafiəsi 16.05.2025–ci il tarixdə saat 14.00 də Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun nəzdində fəaliyyət göstərən ED 1.20 Dissertasiya şurasının iclasında keçiriləcək.

Ünvan: Az 1141, Bakı şəhəri, B.Vahabzadə küçəsi, 68

Dissertasiya işi ilə Azərbaycan Respublikası Elm və Təhsil Nazirliyi İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun kitabxanasında tanış olmaq mümkündür.

Dissertasiya və avtoreferatın elektron versiyaları AR Elm və Təhsil Nazirliyi İdarəetmə Sistemləri İnstitutunun rəsmi internet saytında yerləşdirilmişdir.

Avtoreferat 14.04.2025–ci il tarixində zəruri ünvanlara göndərilmişdir.

Çapa imzalanıb: 11.04.2025
Kağızın formatı: 60 x 80^{1/16}
Həcm: 35722 işarə
Tiraj: 100 nüsxə