

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

გიორგი კუჭავა

კომერციული საიტის
პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფა და
ტრაფიკის შეფასების სტატისტიკური მოდელები

წარმოდგენილია დოქტორის აკადემიური ხარისხის

მოსაპოვებლად

სადოქტორო პროგრამა „ინფორმატიკა“

შიფრი 0401

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

თბილისი, 0175, საქართველო

2019 წ.

საავტორო უფლება © 2019 წელი, გიორგი კუჭავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტი

ჩვენ, ქვემოთ ხელისმომწერი ვადასტურებთ, რომ გავეცანით გიორგი კუჭავას მიერ შესრულებულ სადისერტაციო ნაშრომს დასახელებით: “კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფა და ტრაფიკის შეფასების სტატისტიკური მოდელები“ და ვაძლევთ რეკომენდაციას საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის საუნივერსიტეტო სადისერტაციო საბჭოში მის განხილვას დოქტორის აკადემიური ხარისხის მოსაპოვებლად.

_____, 2019 წელი

ხელმძღვანელი: პროფ. თენგიზ მაჭარაძე

რეცენზენტი: _____

რეცენზენტი: _____

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

2019 წ.

ავტორი: გიორგი კუჭავა

დასახელება: კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულ-
ყოფა და ტრაფიკის შეფასების სტატისტიკური მოდელები.

სადოქტორო პროგრამა: „ინფორმატიკა“

ხარისხი: აკადემიური დოქტორი

სხდომა ჩატარდა:

ინდივიდუალური პიროვნებების ან ინსტიტუტების მიერ ზემო-
მოყვანილი დასახელების დისერტაციის გაცნობის მიზნით მოთხოვნის
შემთხვევაში მისი არაკომერციული მიზნებით კოპირებისა და გავრცელების
უფლება მინიჭებული აქვს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტს.

ავტორის ხელმოწერა

ავტორი ინარჩუნებს დანარჩენ საგამომცემლო უფლებებს და არც
მთლიანი ნაშრომის და არც მისი ცალკეული კომპონენტების გადაბეჭდვა ან
სხვა რაიმე მეთოდით რეპროდუქცია დაუშვებელია ავტორის წერილობი-
თი ნებართვის გარეშე.

ავტორი ირწმუნება, რომ ნაშრომში გამოყენებულ საავტორო უფლე-
ბებით დაცულ მასალებზე მიღებულია შესაბამისი ნებართვა (გარდა იმ
მცირე ზომის ციტატებისა, რომლებიც მოითხოვენ მხოლოდ სპეციფიურ
მიმართებას ლიტერატურის ციტირებაში, როგორც ეს მიღებულია სამე-
ცნიერო ნაშრომების შესრულებისას) და ყველა მათგანზე იღებს პასუხის-
მგებლობას.

რეზიუმე

კომერციული დანიშნულების ვებ-საიტები ინტერნეტ-რესურსების ერთ-ერთ ყველაზე გავრცელებულ სახეობას წარმოადგენს, რომელთა დაპროექტების, მხარდაჭერისა და ანალიზის ინსტრუმენტები და მეთოდები აქტიურად ვითარდება. ნაშრომში ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ ეს განვითარება ორი ძირითადი მიმართულებით ხდება: 1) კომერციული დანიშნულების საიტის ახალი აპარატურული და პროგრამული საშუალებების შემუშავება და არსებულთა დახვეწა; 2) კომერციული საიტის ფუნქციონის კვლევის ახალი მეთოდებისა და მოდელების შემუშავება.

ელექტრონული კომერციის მთავარი ამოცანა მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის უზრუნველყოფა და შენარჩუნებაა. მიუხედავად პროგრამული სისტემებისა და პლატფორმების დიდი მრავალფეროვნებისა მათი გამოყენება მოითხოვს საიტის სერვერის მნიშვნელოვან რესურსებს და ყოველთვის ვერ უზრუნველყოფს მის ნორმალურ ფუნქციონას მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში. ეს გარემოება აქტუალურს ხდის არსებული პროგრამული სისტემების დახვეწას და ახალი სისტემების დაპროექტებას.

ნაშრომში შემუშავებულია კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფის მეთოდიკა და შესაბამისი პროგრამული პროდუქტი, რომელიც დაფუძნებულია დაპროგრამების სისტემა Python-ის გამოყენებაზე. Django და Flask ვებ-კარკასების ბაზაზე დაპროექტებულია საიტის კონტენტის მართვის ჰიბრიდული CMS სისტემა, შემუშავებულია მისი ფაილური სტრუქტურა და სამომხმარებლო ინტერფეისი. პროგრამულ უზრუნველყოფაში ჩაშენდა მთელი რიგი ახლად შედგენილი და მოდიფიცირებული პროგრამული მოდულებისა, რომლებიც მის ეფექტიან ფუნქციონას განაპირობებენ. შემუშავებული პროგრამული პროდუქტი აპრობირებულია აღნიშნული მეთოდიკის საფუძველზე დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის საიტისათვის. ნაჩვენებია, რომ ახალი პროგრამული სისტემა, არსებულთაგან განსხვავებული ლოგიკით ამუშავებს საიტის სერვერს და მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებშიც კი მისი აპარატურული რესურსების უფრო ეფექტიანად გამოყენების საშუალებას იძლევა.

თანამედროვე ელექტრონული კომერციის მეორე აქტუალურ ამოცანას წარმოადგენს კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის უზრუნველყოფის, შეფასებისა და პროგნოზირების ამოცანა, აგრეთვე მთლიანობაში საიტის ფუნქციონის ეფექტიანობის გამოკვლევა. ანალიზი აჩვენებს, რომ ამ ამოცანათა გადაწყვეტა ორი ძირითადი მეთოდიკით ხდება: 1) საიტზე განთავსებული ვებ-სტატისტიკის სტანდარტული ინსტრუმენტების მეშვეობით, რომლებიც საიტის ექსპლუატაციის პროცესში მისი ფუნქციონის ძირითადი მაჩვენებლების (მეტრიკების) კონტროლის საშუალებას იძლევიან; 2) საიტის ფუნქციონის ანალიზური მეთოდებისა და მოდელების გამოყენებით, რომელთა მეშვეობით შესაძლებელია საიტის ფუნქციონის შეფასება და პროგნოზირება ჯერ კიდევ მისი დაპროექტების სტადიაში.

ვებ-სტატისტიკის ინსტრუმენტებით მიღებული საიტის ფუნქციონის მაჩვენებლები, წარმოადგენენ მისი ექსპლუატაციის პროცესში მიღებულ შემთხვევითი სიდიდეების სტატისტიკურ შეფასებებს, რაც ეხმარება მენეჯ-

მენტს საიტის სტრუქტურისა და მასში ნავიგაციის პროცესის ოპტიმიზაციაში. ეს მაჩვენებლები ახასიათებენ მომხმარებლის მიერ საიტით სარგებლობის პროცესის ცალკეულ ასპექტებს, მაგრამ არ იძლევიან სრულ სურათს კომერციული საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციობის თაობაზე. საკითხის კვლევა აჩვენებს, რომ არანაკლებ მნიშვნელოვანია კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკისა და მისი ფუნქციობის შეფასება საიტის დაპროექტების ეტაპზე, რაც საშუალებას იძლევა სწორად შეირჩეს საიტის აპარატურული და პროგრამული უზრუნველყოფა, გაკეთდეს სამომავლო პროგნოზი, შეფასდეს კომერციულ საიტში ინვესტიციების ჩადების მოცულობა და მოსალოდნელი ეფექტიანობა. ამ ამოცანის გადაწყვეტას ემსახურება ანალიზური და სტატისტიკური მეთოდები და მოდელები, რომლებიც ძირითადად დაფუძნებულია მასობრივი მომსახურების თეორიისა და მარკოვის პროცესების აპარატზე და იკვლევენ „მომხმარებელი-საიტი“ ტიპის დისკრეტული სისტემის ქცევას. ეს მოდელები, მართალია ითვალისწინებენ საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციობის პროცესის შემთხვევით ხასიათს, მაგრამ მათი გამოყენება მოითხოვს დიდი რაოდენობის ალბათური მახასიათებლების სარწმუნო შეფასებების მიღებას და მნიშვნელოვან გამოთვლით პროცედურებს, რაც ართულებს მათ პრაქტიკულ გამოყენებას.

ნაშრომში შემუშავებულია ახალი კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის შეფასების ორი სტატისტიკური მოდელი, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს რაოდენობრივად ავლწეროთ ტრაფიკის დინამიკა. შემოთავაზებული მოდელები, თავისუფალია საიტის ფუნქციობის შეფასების არსებული მოდელებისათვის დამახასიათებელი სირთულეებისაგან და მოსახერხებელია პრაქტიკული გამოყენებისათვის. მოდელების აპრობაცია ჩატარდა ნაშრომში შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფის ბაზაზე დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის ტრაფიკის სტატისტიკური მონაცემებისათვის. რეგრესიული, სტატისტიკური და დისპერსიული ანალიზის მეთოდებით შეფასდა მოდელების პარამეტრები, დადგენილ იქნა მათი ადეკვატურობა და სტატისტიკური სარწმუნოება. მოდელების პრაქტიკული გამოყენება საშუალებას იძლევა გაკეთდეს საიტის ტრაფიკის სამომავლო პროგნოზი და შეფასდეს კომერციულ საიტში ინვესტიციების ჩადების მიზანშეწონილობა. შემუშავებული მოდელები, გარკვეული მოდიფიკაციით, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს არაკომერციული დანიშნულების ინტერნეტ-საიტების სამომხმარებლო ტრაფიკის ანალიზისათვისაც.

ნაშრომში აგრეთვე შემუშავებულია დამყარებულ რეჟიმში ინტერნეტ-მაღაზიის ტრაფიკის, როგორც შემთხვევითი პროცესის დროითი მწკრივის ალბათურ-სტატისტიკური მახასიათებლებისა და სტრუქტურის გამოკვლევის მეთოდიკა და ინფორმაციული ტექნოლოგია. ნაჩვენებია, რომ ამ რეჟიმში ტრაფიკი წარმოადგენს სტაციონარულ შემთხვევით პროცესს მონაცემთა ნორმალური განაწილებით, რომელიც შეიცავს მხოლოდ შემთხვევით მდგენელს და მისი ელემენტები შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც საშუალო მნიშვნელობის ირგვლივ შემთხვევითი რხევები. მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მომავალ კვლევებში ტრაფიკის დროითი მწკრივის პროგნოზირების ავტორეგრესიული მოდელების აგებისას.

Abstract

Commercial websites are one of the most common types of Internet resources, tools and methods of design and analysis of which are actively developing. The analysis shows that this development takes place in two directions: 1) development of new and improvement of existing hardware and software of the commercial site; 2) development of new methods and models for the study of the functioning of the commercial site.

Ensuring and maintaining high consumer traffic is the main objective of a commercial website. Despite the variety of software systems and platforms, their use requires significant resources of the site server and does not ensure its normal operation in conditions of high traffic. This fact makes it relevant to improve existing and develop new software systems.

In this paper we developed a method of improving the software of a commercial site and the corresponding software product, which is based on the use of Python programming system. On the basis of web frameworks Django and Flask, designed hybrid CMS system for site content management, developed its file structure and user interface. A number of new and modified software modules have been built into the software to ensure its effective functioning. It is shown that the new software system provides work with the site server with different from the existing logic and allows more efficient use of its hardware resources. The developed software has been tested for the website of the online store, which is designed on the basis of the methodology proposed by the author. The results of testing show that even in the case of high user traffic significantly reduces the load on the hardware resources of the site server.

The second major problem of electronic Commerce is the problem of ensuring, assessing and forecasting user traffic website and also, Issledovanie effective functioning of the whole site. The analysis shows that this problem is solved in two main ways: 1) the use of web statistics tools located on the site, which make it possible to monitor the main performance indicators of the site during the operation; 2) the use of analytical methods and models that can be used to assess and predict the functioning of the site at the design stage.

Website performance indicators obtained by web statistics tools are statistical estimates of random variables used by management to optimize the structure and process of site navigation. These data characterize certain aspects of the process of visiting the site by the user, but do not take into account the random nature and dynamics of the process and do not give a complete picture of the traffic and functioning of the commercial site.

Studies have shown that it is equally important to evaluate user traffic and the functioning of a commercial site at the stage of its design. This will give the opportunity to choose the right hardware and software site, make a forecast for the future, to assess the feasibility of investments and investment volumes. The solution to this problem are analytical and statistical models, which are based on the application of the theory of Queuing and Markov processes and investigate the behavior of a discrete system such as "user-Sait". These models, although taking into account the random nature of traffic and the functioning of the site, but require reliable estimates of a large number of probabilistic indicators and significant computational procedures, which complicates their practical application.

The paper proposes two statistical models to evaluate the user traffic of a commercial site. The models allow quantitative description of traffic dynamics, are free from the shortcomings of existing methods and are convenient for practical use. Approbat-

ion of models is carried out for statistical data of the online store designed on the basis of the software developed in the dissertation. Methods of regression, statistical and variance analysis evaluated the parameters of the models, the adequacy and statistical reliability of the models. Practical application of models makes it possible to make a forecast for the future, to assess the feasibility of investing in a commercial site. Models, with a small modification, can also be used to analyze user traffic of non-commercial sites.

The paper also developed a methodology and appropriate information technology for the study of probabilistic and statistical characteristics and traffic structure of the online store in the established mode of operation. It is shown, that in this mode, user traffic is a time series of stationary random process, with normal data distribution law, which contains only a random component and its elements can be considered as random oscillations around a certain average value. The obtained results can be used in further studies to build autoregressive models for predicting the user traffic time series.

შინაარსი

შესავალი	14
ლიტერატურის მიმოხილვა	
თავი I. კომერციული საიტების აგებისა და ანალიზის მეთოდები და ინსტრუმენტები.....	18
1.1. ელექტრონული კომერცია.....	18
1.1.1. ელექტრონული კომერციის თანამედროვე მდგომარეობა და განვითარების პერსპექტივები.....	18
1.1.2. ელექტრონული კომერციის ორგანიზაციული მოდელები.....	19
1.1.3. ელექტრონული კომერციის სისტემის არქიტექტურა და ინფორმაციული ტექნოლოგიები.....	21
1.2. კომერციული საიტების ვებ-პლატფორმები.....	25
1.2.1. კონტენტის მართვის სისტემები (CMS)	26
1.2.2. ვებ-კარკასები და დაპროექტების MVC კონცეპცია.....	30
1.3. საიტის ტრაფიკი.....	32
1.3.1. ტრაფიკის წყაროები.....	33
1.3.2. ტრაფიკის აღრიცხვა.....	34
1.3.3. საიტის საძიებო წაწვევა და SEO ოპტიმიზაცია	35
1.4. კომერციული საიტის ფუნქციონის ანალიზის ინსტრუმენტები	38
1.4.1. ინტერნეტ-სტატისტიკის სერვისები	39
1.4.2. სისტემა Google Analytics	39
1.4.3. მოდული Google Analytics E-commerce	41
1.4.4. სისტემა Yandex.Metric	42
1.5. საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციონის შეფასების ანალიზური მეთოდები	43
1.5.1. საიტის ტრაფიკი როგორც შემთხვევითი პროცესი.....	44
1.5.2. საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციონის შეფასების სტოქასტური მოდელები.....	46
1.5.2.1. მარკოვის მოდელები.....	46
1.5.2.2. მასობრივი მომსახურების სისტემათა მოდელები.....	48
1.6. დასკვნა I თავისათვის	52

შედგები და მათი განსჯა

თავი II. კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფა.....	53
2.1. ამოცანის დასმა.....	53
2.2. დაპროგრამების სისტემის შერჩევა.....	56
2.3. ვებ-კარკასისა და მონაცემთა ბაზის სტრუქტურა.....	58
2.4. კომერციული საიტის კონტენტის მართვის სისტემა	60
2.5. ინტერნეტ-მაღაზიის დაპროექტება.....	67
2.6. ჩაშენებული პროგრამული მოდულები.....	70
2.6.1. მომხმარებელთა სტატისტიკის მოდული.....	70
2.6.2. ბრაუზერთა სტატისტიკის მოდული.....	71
2.6.3. საძიებო სისტემების სტატისტიკის მოდული.....	72
2.6.4. სოციალური ქსელების მოდული.....	73
2.6.5. საკვანძო სიტყვების მოდული.....	74
2.6.6. პოპულარული პოსტების მოდული.....	74
2.6.7. IP მისამართების მოდული.....	75
2.6.8. SSL მოდული.....	75
2.6.9. Anti-Spam მოდული.....	76
2.6.10. შიდა ბმულების მოდული.....	76
2.6.11. მონაცემთა ქეშირების მოდული.....	77
2.7. მონაცემთა ბაზასთან ურთიერთქმედება.....	78
2.8. პროგრამული უზრუნველყოფის ეფექტიანობის ანალიზი.....	80
2.8.1. საიტის სერვერის დატვირთვის ანალიზი.....	80
2.8.2. პროგრამული მოდულების ფუნქციონის შეფასება.....	84
2.9. დასკვნა II თავისათვის	85
თავი III. კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის სტატისტიკური მოდელირება და ანალიზი.....	87
3.1. ტრაფიკის შეფასების სტატისტიკური მოდელები.....	87
3.1.1. მოდელების აგების წინაპირობები	87
3.1.2. ტრაფიკის ანალიზური და სტატისტიკური მოდელები	88

3.1.3. სტატისტიკური მოდელის აპრობაცია და ანალიზი.....	92
3.1.4. ტრაფიკის მოდელის მოდიფიკაცია.....	99
3.1.5. მოდიფიცირებული მოდელის აპრობაცია და ანალიზი.....	102
3.2. სამომხმარებლო ტრაფიკის ანალიზი საიტის ფუნქციონის დამყარებულ რეჟიმში.....	105
3.2.1. დროითი მწკრივების მოდელები	105
3.2.2. საიტის ტრაფიკი როგორც დროითი მწკრივი.....	108
3.2.3. ტრაფიკის ანალიზი ნორმალურ განაწილებაზე.....	110
3.2.4. ტრაფიკის შემოწმება სტაციონარულობაზე.....	114
3.2.5. ტრაფიკის ავტოკორელაციური ანალიზი.....	116
3.3. დასკვნა III თავისათვის	123
დასკვნა.....	125
გამოყენებული ლიტერატურა.....	127
დანართი 1	131
დანართი 2	138

ცხრილების ნუსხა

ცხრილი 1. CMS სისტემები და მათი მახასიათებლები	27
ცხრილი 2. ვებ-კარკასები და მათი მახასიათებლები.....	30
ცხრილი 3. ინტერნეტ-მაღაზიის სტრუქტურული კომპონენტები.....	68
ცხრილი 4. რეგრესიული ანალიზის სტატისტიკა.....	95
ცხრილი 5. გაწვრივებული მოდელის დისპერსიული ანალიზი.....	95
ცხრილი 6. მოდელის სტატისტიკური და დისპერსიული ანალიზი.....	97
ცხრილი 7. მოდიფიცირებული მოდელის სტატისტიკური ანალიზი.....	103
ცხრილი 8. ტრაფიკის შემოწმება ნორმალურ განაწილებაზე.....	112
ცხრილი 9. ტრაფიკის შემოწმება სტაციონარულობაზე.....	115
ცხრილი 10. ტრაფიკის მონაცემთა ავტოკორელაციის კოეფიციენტები.....	119
ცხრილი 11. ტრაფიკის მონაცემთა ავტოკორელაციური ანალიზი.....	122

ნახაზების ნუსხა

ნახ. 1. ელექტრონული კომერციის ბაზრის დინამიკა.....	19
ნახ. 2. მოდელის „ბიზნესი–მომხმარებელი“ სქემა.....	21
ნახ. 3. კლიენტ–სერვერის არქიტექტურა	22
ნახ. 4. ელექტრონული კომერციის ინფორმაციული ტექნოლოგიები.....	23
ნახ. 5. CMS–ზე აგებული საიტის მუშაობის სქემა	26
ნახ. 6. MVC კონსტრუქციის არქიტექტურა	31
ნახ. 7. საიტის ტრაფიკის სტატისტიკა Google Analytics სისტემაში.....	40
ნახ. 8. კონვერსიის ანალიზი Yandex Metric სისტემაში	42
ნახ. 9. ოპერატიული მეხსიერების დატვირთვის დონეები.....	55
ნახ. 10. ORM ტექნოლოგიის ფუნქციური სქემა.....	59
ნახ. 11. მონაცემთა ბაზის სტრუქტურა და ცხრილებს შორის კავშირები.....	60
ნახ. 12. CMS სისტემის ფუნქციური ნაწილი.....	61
ნახ. 13. CMS სისტემის ადმინისტრირების ნაწილი.....	62
ნახ. 14. CMS სისტემის ფაილური სტრუქტურა.....	66
ნახ. 15. ინტერნეტ–მაღაზიის ფუნქციონის MVT ლოგიკა.....	67
ნახ. 16. ვიზიტებისა და ვიზიტორთა დინამიკის დიაგრამა.....	71
ნახ. 17. საძიებო სისტემათა გამოყენების სტატისტიკა.....	73
ნახ. 18. საკვანძო სიტყვების პანელი.....	74
ნახ. 19. ვიზიტორის მოთხოვნის ოპერატიულ მეხსიერებაში დამახსოვრების პროცესი.....	79
ნახ. 20. განმეორებითი შემოსვლისას ვიზიტორის მოთხოვნის დამუშავების პროცესი.....	79
ნახ. 21. საიტზე ვიზიტორების შემოსვლის 10 დღიანი სტატისტიკა.....	81
ნახ. 22. ოპერატიული მეხსიერების დატვირთვა 10 დღის მანძილზე.....	81
ნახ. 23. საიტზე ვიზიტების დინამიკა 3 თვის მანძილზე.....	82

ნახ. 24. ოპერატიული მეხსიერების დატვირთვა 3 თვის მანძილზე.....	83
ნახ. 25. სერვერის აპარატურული რესურსების დატვირთვა.....	83
ნახ. 26. გვერდის ჩატვირთვის დროის ანალიზი.....	85
ნახ. 27. მოდელის განტოლების ამონხსნის Maple–desolve პროცედურა.....	91
ნახ. 28. ტრაფიკის გალოგარითმებული მონაცემების აპროქსიმაცია.....	93
ნახ. 29. მოდელის ფუნქციით საიტის ტრაფიკის აპროქსიმაციის გრაფიკი.....	98
ნახ. 30. ფერხიულსტის ფუნქცია.....	100
ნახ. 31. მოდიფიცირებული მოდელის განტოლების ამონხსნის Maple–desolve პროცედურა.....	101
ნახ. 32. მოდელის მრუდით ტრაფიკის აპროქსიმაციის გრაფიკი.....	104
ნახ. 33. საიტის ტრაფიკის დროითი მწკრივი.....	109
ნახ. 34. ემპირიული და თეორიული სიხშირეების განაწილება.....	113
ნახ. 35. ტრაფიკის დროითი მწკრივის ავტოკორელაციის ფუნქცია	121
ნახ. 36. ტრაფიკის დროითი მწკრივის ავტოკორელოგრამა.....	121

შესავალი

ელექტრონული კომერცია თანამედროვე ინტერნეტ-ტექნოლოგიებისა და ბიზნესის სწრაფად განვითარებადი სფეროა, რომლის წილიც მსოფლიო გაყიდვების მოცულობაში განუხრელად იზრდება. აქედან გამომდინარე, ინტერნეტ-რესურსების ერთ-ერთ ყველაზე გავრცელებულ სახეობას კომერციული დანიშნულების ვებ-საიტები წარმოადგენს, რომელთა დაპროექტირების, მხარდაჭერისა და ანალიზის ინსტრუმენტები და მეთოდები სულ უფრო აქტიურად ვითარდება. ეს განვითარება ორი ძირითადი მიმართულებით ხდება: 1) კომერციული დანიშნულების საიტის ახალი აპარატურული და პროგრამული პლატფორმების შემუშავება და არსებულის დახვეწა; 2) კომერციული საიტის ფუნქციობის ეფექტიანობის კვლევის მეთოდებისა და მოდელების შემუშავება.

თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიები და მათი შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა სულ უფრო მეტ კომპიუტერულ რესურსებს მოიხმარს, რაც ახალ მოთხოვნებს უყენებს საინფორმაციო სისტემებისა და ქსელების აპარატურულ უზრუნველყოფას. ეს გარემოება განსაკუთრებით იჩენს თავს ინტერნეტ სივრცეში, კერძოდ, ელექტრონული კომერციის სფეროში, სადაც სულ უფრო მზარდი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში მწვავედ დგას კომერციული საიტის ეფექტიანი ფუნქციობის პრობლემა. საკითხს ორი ასპექტი აქვს: ერთის მხრივ თუ საიტზე არ გვექნება ტევადი შიგთავსი და ახალი პროგრამული აპლიკაციები, რომლებიც პასუხობენ მომხმარებელთა მზარდ მოთხოვნებს, საიტს არ ეყოლება მუდმივი სტუმრები და რეგისტრირებული მომხმარებლები; მეორეს მხრივ, ეფექტიანი ინფორმაციული უზრუნველყოფა გაზრდილ მოთხოვნებს უყენებს ქსელის აპარატურულ რესურსებს. მაგალითად, არც თუ იშვიათია შემთხვევა, როცა კომპიუტერები და სერვერები, რომლებზეც განთავსებულია ვებ-საიტები, ვერ უძლებენ დატვირთვას და საიტი ავტომატურად ითიშება. ამგვარი მტყუნებები განსაკუთრებით მიუღებელია კომერციაზე პირდაპირ ორიენტირებული საიტებისათვის, მაგალითად, ინტერნეტ-მაღაზიებისათვის, სადაც განუწყვეტილად ხდება ფინანსური ოპერაციები. მართალია, ასეთი პრობლემების დროს

ტრაფიკის შესანარჩუნებლად და გასაზრდელად, ინტერნეტ-სივრცის პროვაიდერები (host-provider) გვთავაზობენ საიტის უფრო მძლავრ სერვერზე გადატანას, მაგრამ ხშირად, განსაკუთრებით დამწყები ბიზნესისათვის, ეს პრობლემის კომერციულად წამგებიანი გადაწყვეტაა. აღნიშნულიდან გამომდინარე, კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფა აპარატურული რესურსების ოპტიმალურად გამოყენებისა და მზარდი სამომხმარებლო ტრაფიკის უზრუნველყოფის მიზნით, ელექტრონული კომერციის აქტუალური ამოცანაა, რომლის გადაწყვეტა ხელს შეუწყობს საიტის ეფექტიან ფუნქციობას მზარდ კონკურენტულ გარემოში.

თანამედროვე ელექტრონული კომერციის მეორე აქტუალურ პრობლემას წარმოადგენს კომერციული საიტის ტრაფიკით უზრუნველყოფის, მისი შეფასებისა და პროგნოზირების პრობლემა, აგრეთვე მთლიანობაში საიტის ფუნქციობის ეფექტიანობის გამოკვლევა.

მნახველთა მოზიდვა ნებისმიერი დანიშნულების საიტის მთავარი ამოცანაა. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია იგი კომერციული საიტებისათვის. შესაბამისად, ტრაფიკის მოცულობა ანუ დროის გარკვეული პერიოდის მანძილზე საიტის მომნახულებელთა რაოდენობა კომერციული საიტის მნიშვნელოვანი მაჩასიათებელია. კერძოდ, იგი აუცილებელია კონვერსიის განსაზღვრისათვის, რომელიც კომერციული საიტის ეკონომიკური ეფექტიანობის მთავარი მაჩვენებელია. ხარისხიანი მიზნობრივი ტრაფიკი საშუალებას იძლევა გაფართოვდეს კლიენტთა ბაზა, გაიზარდოს კომერციული საიტის გაყიდვათა მოცულობა, ინვესტორებისა და რეკლამის მიმწოდებელთა რიცხვი. ტრაფიკის ანალიზისას ყურადღება უნდა მიექცეს მის დინამიკას და აქტივაციის პერიოდებს, აგრეთვე, ტრაფიკის სტრუქტურას: ანუ თუ მნახველთა რა რაოდენობა შემოდის საიტზე სხვადასხვა საკომუნიკაციო არხებიდან მიღებულ ინფორმაციაზე დაყრდნობით.

ანალიზი აჩვენებს, რომ კომერციული საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციონების შეფასება ორი მეთოდიკით ხდება: 1) საიტზე განთავსებული ვებ-ანალიტიკის უნივერსალური ინსტრუმენტების მეშვეობით, რომლებიც საშუალებას იძლევიან საიტის ექსპლუატაციის პროცესში ვაკონტროლოთ საიტის

ფუნქციობის ძირითადი მაჩვენებლები (მეტრიკები); 2) საიტის ფუნქციობის შეფასების ანალიზური მეთოდებისა და მოდელების გამოყენებით, რომელთა მეშვეობით ხდება საიტის ფუნქციობის შეფასება მისი დაპროექტების სტადიაში.

ვებ-ანალიტიკის ინსტრუმენტებით მიღებული საიტის ფუნქციობის მაჩვენებლები, წარმოადგენენ მისი ექსპლუატაციის პროცესში მიღებულ შემთხვევითი სიდიდეების სტატისტიკურ შეფასებებს. ეს მაჩვენებლები ახასიათებენ მომხმარებლის მიერ საიტზე ნავიგაციის პროცესის ცალკეულ ასპექტებს, მაგრამ არ ითვალისწინებენ კავშირებს ამ ასპექტებს შორის, პროცესის შემთხვევით ხასიათსა და დინამიკას და არ იძლევიან სრულ სურათს საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციობის თაობაზე. საიტის ექსპლუატაციის პროცესში მიღებული ამ მაჩვენებლების მთავარი დანიშნულებაა დაეხმაროს საიტის მენეჯმენტს უკვე მოქმედი კომერციული საიტის სტრუქტურისა და მასში ნავიგაციის პროცესის ოპტიმიზაციაში.

საკითხის კვლევა აჩვენებს, რომ არანაკლებ მნიშვნელოვანია კომერციული საიტის ტრაფიკისა და მისი ფუნქციობის შეფასება საიტის დაპროექტების ეტაპზე, რაც საშუალებას იძლევა სწორად შეირჩეს საიტის აპარატურული და პროგრამული უზრუნველყოფა, გაკეთდეს სამომავლო პროგნოზი, შეფასდეს კომერციულ საიტში ინვესტიციების ჩადების მოსალოდნელი ეფექტიანობა. ამ ამოცანის გადაწყვეტას ემსახურება ანალიზური მეთოდები და მოდელები, რომლებიც იკვლევენ „მომხმარებელი-საიტი“ ტიპის დისკრეტული სისტემის ქცევას და დაფუძნებული არიან ანალიზური მოდელირების პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებულ მასობრივი მომსახურების თეორიისა და მარკოვის პროცესების აპარატურაზე. აღნიშნული მოდელები, მართალია ითვალისწინებენ საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციობის პროცესის შემთხვევით ხასიათს, მაგრამ მათი გამოყენება მოითხოვს დიდი ოდენობის ალბათურ მახასიათებელთა სარწმუნო შეფასებების მიღებას და მნიშვნელოვან გამოთვლით პროცედურებს, რაც ართულებს მათ გამოყენებას საიტის დაპროექტების ეტაპზე ტრაფიკის ანალიზისა და პროგნოზირებისათვის.

აღნიშნულიდან გამომდინარე, ელექტრონული კომერციის აქტუალური

ამოცანა ტრაფიკის შეფასების ისეთი მარტივი და ეფექტიანი მოდელების შემუშავება, რომლებიც თავისუფალი იქნება არსებული მოდელების ნაკლისაგან და საშუალებას მოგვცემს, ჯერ კიდევ დაპროექტების სტადიაში, გავაკეთოთ სამომავლო პროგნოზი, შევაფასოთ კომერციული დანიშნულების საიტში ინვესტიციების ჩადების ეფექტიანობა.

ზემოთქმულიდან გამომდინარე, ნაშრომში *კვლევის მიზანს* წარმოადგენს შემდეგი ამოცანების გადაწყვეტა, რაც განაპირობებს მის *სამეცნიერო და პრაქტიკულ ღირებულებას*:

– გამოკვლევულ იქნეს კომერციული დანიშნულების საიტების აგებისა და ანალიზის მეთოდები და ინსტრუმენტები და გამოკვეთილ იქნეს მათ წინაშე მდგომი პრობლემები;

– შემუშავდეს კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფის მეთოდიკა და შესაბამისი პროგრამული პროდუქტი, რომელიც არსებულთაგან განსხვავებული ლოგიკით ამუშავებს საიტის სერვერს და აპარატურული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების საშუალებას იძლევა;

– გამოკვლევულ იქნეს შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფის ეფექტიანობა მის საფუძველზე დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის ფუნქციონირების მაგალითზე;

– შემუშავდეს ახალი კომერციული საიტის ტრაფიკის შეფასების პრაქტიკული გამოყენებისათვის მოსახერხებელი სტატისტიკური მოდელები, რომლებიც რაოდენობრივად აღწერენ საიტის გამოყენების დინამიკას და საშუალებას იძლევიან ჯერ კიდევ დაპროექტების ეტაპზე, გაკეთდეს სამომავლო პროგნოზი, შეფასდეს კომერციული დანიშნულების საიტში ინვესტირების ჩადების სამომავლო ეფექტიანობა;

– ვებ-ანალიტიკის ინსტრუმენტებით მიღებულ სტატისტიკურ მონაცემებზე დაყრდნობით გამოკვლევულ იქნეს მოდელების პრაქტიკული ეფექტიანობა და შეფასდეს მათი სტატისტიკური სარწმუნოება.

აღნიშნულ ამოცანათა გადაწყვეტა აამაღლებს მმართველობით გადაწყვეტილებათა მიღების ეფექტიანობას ელექტრონული კომერციის სფეროში.

თავი I

კომერციული საიტების აგებისა და ანალიზის მეთოდები და ინსტრუმენტები

თავში მოყვანილია კომერციული საიტების დაპროექტებისა და ფუნქციონირების შეფასების არსებული მეთოდების და ინსტრუმენტების, აგრეთვე მათ წინაშე მდგომი პრობლემების მიმოხილვა და ანალიზი, რომელიც შესაბამის ლიტერატურულ წყაროებზეა დაფუძნებული.

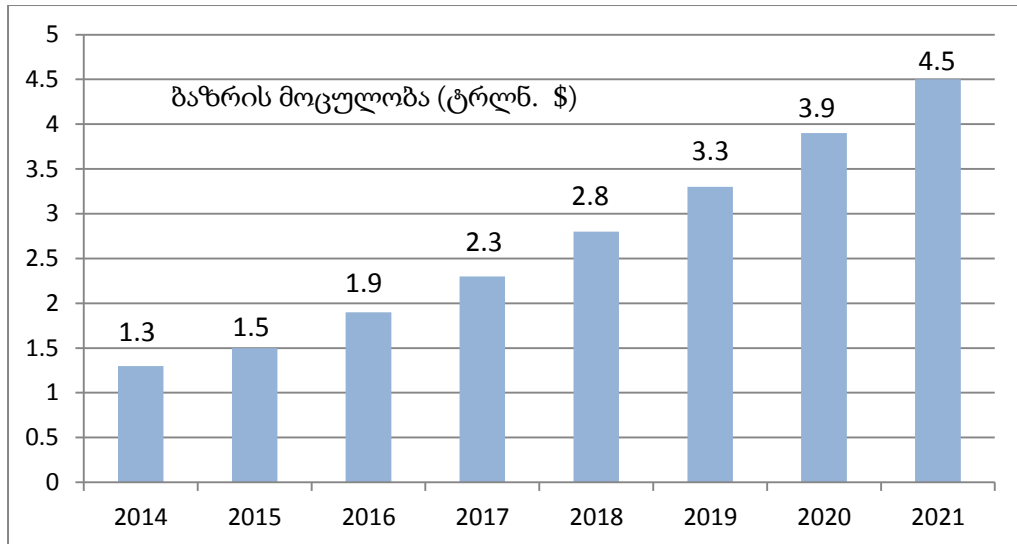
1.1. ელექტრონული კომერცია

თანამედროვე სამეცნიერო ლიტერატურაში, ელექტრონული კომერციის არსისა და დანიშნულების გადმოსაცემად, მიღებულია UNCTAD(United Nations Conference on Trade and Development)–ის განსაზღვრება, რომლის თანახმად: ელექტრონული კომერციის ქვეშ იგულისხმება ორგანიზაციებისა და ფიზიკური პირების ყველა სახის კომერციული და გარიგებითი საქმიანობა, რომელიც დაფუძნებულია ციფრული ინფორმაციის დამუშავებასა და გადაცემაზე. უფრო კონკრეტული განმარტებით: ელექტრონული კომერცია გულისხმობს ინტერნეტის საშუალებით საქონლისა და მომსახურების გაყიდვა-შემენას. ეს არის ტექნოლოგიებისა და სერვისის ერთობლიობა, რომელთა მეშვეობითაც შესაძლებელია ონლაინ-სივრცეში წარმოდგენილი იქნეს საქონელი და მომსახურება, მიიღონ შეკვეთები და გადახდები, წარდგეს ანგარიშები, განხორციელდეს ფულადი გზავნილები სხვ. [1-3]

1.1.1. ელექტრონული კომერციის თანამედროვე მდგომარეობა და განვითარების პერსპექტივები

ელექტრონული კომერცია სწრაფი ტემპით ვითარდება. 2019 წლისათვის მისი ბაზრის მთლიანმა მოცულობამ შეადგინა \$ 3.3 ტრილიონი, რაც მთელ მსოფლიოში გაყიდვების მოცულობის 10%-ს შეადგენს. ბოლო წლების მანძილზე ელექტრონული კომერციის მსოფლიო ბაზარი წელიწადში საშუალოდ 15%-ით იზრდება. ეს ერთ-ერთი ყველაზე დინამიურად და სწრაფად განვითარებადი ბაზარია და ვარაუდობენ, რომ 2021 წლისათვის მისი მო-

ცულობა \$ 4.8 ტრილიონს მიაღწევს (ნახ. 1). აღნიშნულ სფეროში მოწინავე პოზიციები უკავიათ და ბაზრის მოცულობის მიხედვით ლიდერობენ ისეთი ქვეყნები როგორცაა: ჩინეთი (მსოფლიო ბაზრის 30%), აშშ, დიდი ბრიტანეთი, იაპონია, გერმანია, საფრანგეთი, სამხრეთ კორეა, კანადა. [4,5]



ნახ. 1. ელექტრონული კომერციის მსოფლიო ბაზრის დინამიკა

ელექტრონული კომერციის ბაზარი ვითარდება საქართველოშიც. ამ მხრივ მნიშვნელოვანია ის გარემოება, რომ 2017 წლიდან, ეკონომიკისა და მდგრადი განვითარების სამინისტროს სააგენტომ „აწარმოე საქართველოში“, ევროკავშირისა და გერმანიის საერთაშორისო თანამშრომლობის საზოგადოების (GIZ) პროექტის–„მცირე და საშუალო ბიზნესის განვითარება და DCFTA (Deep and Comprehensive Free Trade Area) საქართველოში“ მხარდაჭერით, მუშაობა დაიწყო ელექტრონული კომერციის სტრატეგიის შემუშავებაზე, რომლის მიზანია, ელექტრონული პლატფორმების მეშვეობით მაღალი პოტენციალის მქონე პროდუქტების იდენტიფიცირება და მათი გაყიდვების ხელშეწყობა.

1.1.2. ელექტრონული კომერციის ორგანიზაციული მოდელები

იმისდა მიხედვით, თუ ვინ გამოდის მომხმარებლად განხორციელებულ ინტერნეტ-ტრანზაქციებში, ელექტრონულ კომერციაში განიხილავენ კომერციული საქმიანობის ორგანიზაციის განსხვავებულ, მარკირებულ მოდელებს. ლიტერატურული წყაროების ანალიზი აჩვენებს, რომ მკვლევართა უმ-

რავლესობა მათგან ოთხ ძირითად მოდელს გამოყოფს: [2,3, 6-9]

- B2B –ბიზნესი–ბიზნესი (Business to Business);
- B2C –ბიზნესი–მომხმარებელი (Business to Consumer);
- C2B– მომხმარებელი–ბიზნესი (Consumer to Business);
- C2C–მომხმარებელი–მომხმარებელი (Consumer to Consumer).

B2B (ბიზნესი–ბიზნესი) მოდელში ურთიერთობა ხდება ორ ორგანიზაციას შორის. მისი გამოყენების გავრცელებული სფეროა საწარმოებს შორის საბითუმო ვაჭრობა. ეს ელექტრონული კომერციის თანამედროვე მოდელია, რომელსაც ბაზრის მოცულობის დიდი ნაწილი უკავია.

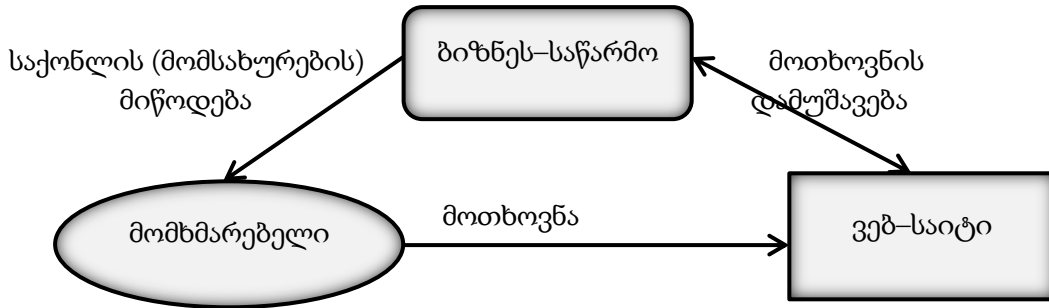
C2B (მომხმარებელი–ბიზნესი) ელექტრონული კომერციის მზარდი მოდელია. მასში მთავარი აქტორია ფიზიკურ პირები (ინდივიდუალურ მეწარმეები), რომელთაგანაც ბიზნესი შეიძენს საქონელსა და მომსახურებას.

C2C (მომხმარებელი–მომხმარებელი) მოდელი გულისხმობს ორი მომხმარებლის ურთიერთქმედებას, რომლებიც არ წარმოადგენს იურიდიულ პირებს. მისი გამოყენების მაგალითებია, განცხადებათა დაფები და ინტერნეტ-აუქციონები.

B2C (ბიზნესი–მომხმარებელი) ელექტრონული კომერციის ყველაზე გავრცელებული მოდელია. ის გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა საწარმოთა კლიენტებს წარმოადგენს არა იურიდიული, არამედ ფიზიკური პირები. ამ სქემით მუშაობენ ინტერნეტ-მაღაზიები, სადაზღვევო კომპანიები, სხვადასხვა მომსახურების გამწევი ორგანიზაციები. ეს არის ელექტრონული კომერციის ყველაზე მარტივი, ხოლო გაყიდვათა მოცულობის სიდიდით მეორე ფორმა. ნახ. 2-ზე მოყვანილია ამ მოდელის ფუნქციონის სქემა.

უზრუნველყოფს რა კომერციული გარიგების ხელსაყრელ ფორმას, როგორც კლიენტის ისე მიმწოდებლისათვის, B2C მოდელი განსაკუთრებულ გამოყენებას პოულობს საცალო ვაჭრობაში. კერძოდ, ამ სქემით მუშაობს ელექტრონული კომერციის ისეთი მნიშვნელოვანი და დიდი სეგმენტი, როგორცაა ინტერნეტ-მაღაზიები. მოდელის გამოყენების წარმატებულ მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ საყოველთაოდ ცნობილი ინტერნეტ-მაღა-

ზიის საიტი Amazon.com, რომელიც ახორციელებს წიგნებით საცალო ვაჭრობას მსოფლიო მასშტაბით და დაახლოებით ერთი მილიონი მუდმივი კლიენტი ჰყავს. [10]



ნახ. 2. მოდელის „ბიზნესი-მომხმარებელი“ სქემა

ნაშრომში მოყვანილი თეორიული და პრაქტიკული გადაწყვეტები დაფუძნებული იქნება სწორედ „ბიზნესი-მომხმარებელი“ ტიპის მოდელის გამოყენებაზე.

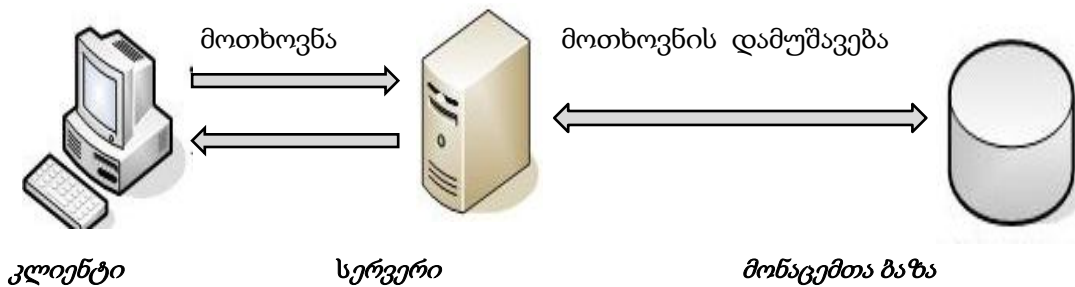
1.1.3. ელექტრონული კომერციის სისტემის არქიტექტურა და ინფორმაციული ტექნოლოგიები

ელექტრონული კომერციის განვითარების ძირითადი მიმართულება კლიენტთა დიდ რაოდენობაზე (საიტის დიდ ტრაფიკზე) ორიენტაციაა, რაც თავის მხრივ, თანამედროვე და ეფექტიანი ინფორმაციული ტექნოლოგიებით მის უზრუნველყოფაზეა დამოკიდებული. ელექტრონული კომერციის ფუნქციონის ძირითად გარემოს გლობალური ქსელი ინტერნეტი წარმოადგენს, რომელშიც რეალიზებულია შესაბამისი დანიშნულების ვებ-საიტი. აღნიშნული განაპირობებს იმ ინფორმაციული ტექნოლოგიების არეალსა და ხასიათს, რომელზეც ელექტრონული კომერციის სფეროა დაფუძნებული.

ინფორმაციის გაცვლა მომხმარებელსა და ელექტრონული კომერციის სისტემას შორის ეფუძნება კლიენტ-სერვერის ტიპურ არქიტექტურას (ნახ. 3), რომელიც შემდეგ ძირითად კომპონენტებს შეიცავს:

- კლიენტი, რომელიც უზრუნველყოფს მომხმარებლის ინტერფეისს;
- საკომუნიკაციო აპარატურული და პროგრამული უზრუნველყოფა, რომლის მეშვეობით მოთხოვნები და პასუხები გადაიცემა კლიენტიდან სერვერზე და პირუკუ;

- პროგრამული დანართებისა და აპლიკაციების სერვერი, რომელიც უზრუნველყოფს სისტემის ფუნქციობას გარკვეული ბიზნეს-ლოგიკის მიხედვით;
- მონაცემთა ბაზის სერვერი, რომელიც უზრუნველყოფს მონაცემთა წვდომას, შენახვასა და დაცვას.



ნახ. 3. კლიენტ-სერვერის არქიტექტურა

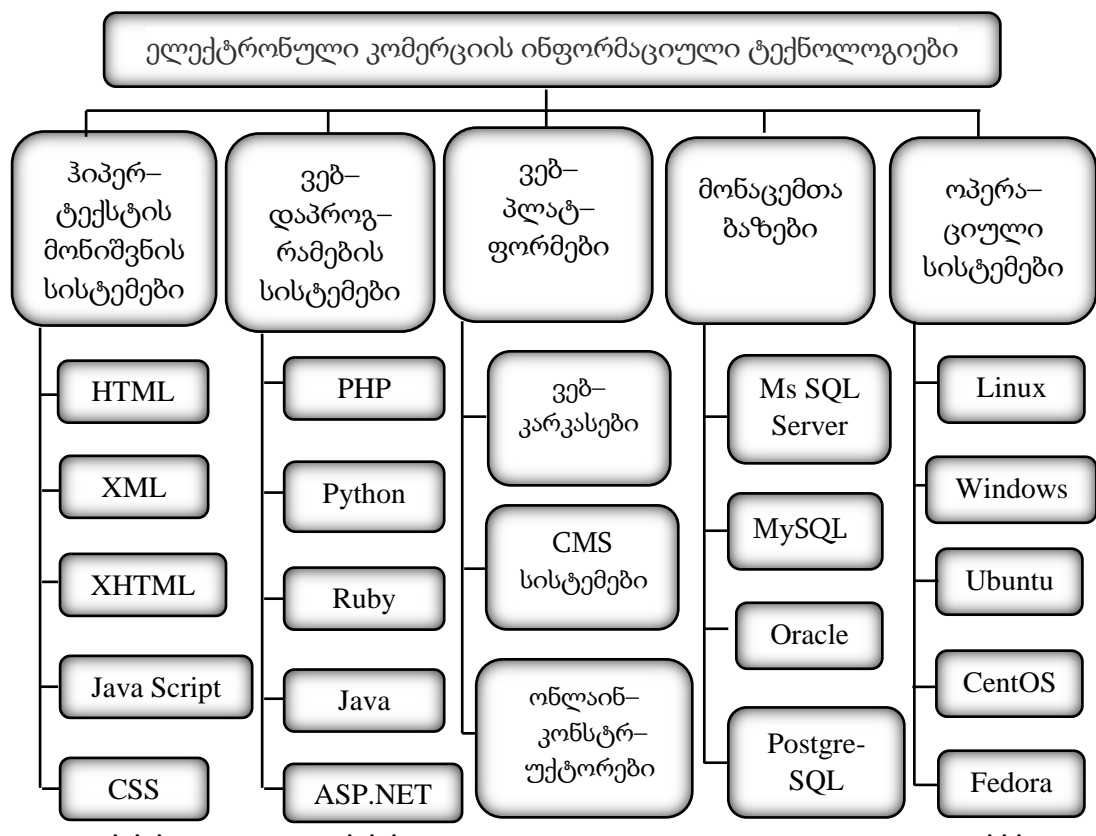
კლიენტის მხარეს წარმოადგენს მომხმარებლის კომპიუტერი და ბრაუზერი. მათი საშუალებით იგი უკავშირდება ბიზნეს-საწარმოს ვებ-საიტს, რომელიც მონაცემთა საცავთან ერთად სერვერის მხარედ გვევლინება. საკომუნიკაციო გარემოს კლიენტისა და სერვერის მხარეებს შორის შეიძლება წარმოადგენდეს ნებისმიერი კომპიუტერული ქსელი (როგორც წესი ინტერნეტი), რომელიც მათ დასაკავშირებლად HTTP, IP, TCP, ქსელურ პროტოკოლებს იყენებს.

ბრაუზერი სერვერს უგზავნის HTTP-მოთხოვნებს, რომელთა მეშვეობით აცნობებს მას თუ რა ინფორმაცია და როგორი სახით უნდა მიიღოს. სერვერის მხარე ახდენს ამ მოთხოვნათა დამუშავებას და კლიენტის მხარეს გადასცემს მოთხოვნილ ინფორმაციას HTML დოკუმენტების სახით. ბრაუზერი აანალიზებს მათ, ქმნის ვებ-გვერდს და ასახავს მას მომხმარებლის კომპიუტერის ეკრანზე. [3,6,11]

კლიენტ-სერვერის არქიტექტურის ინფორმაციულ ტექნოლოგიებსა და შესაბამის პროგრამულ უზრუნველყოფაში ორი გამოკვეთილი ნაწილი გვაქვს: 1) ნაწილი რომელსაც კლიენტის მხარე იყენებს; 2) ნაწილი, რომელსაც იყენებს სერვერის მხარე. შესაბამისად, განსხვავებულია მათი მოქმედების არეალი და ფუნქციური დანიშნულება. ნახ. 4-ზე მოყვანილი სქემა, ელექტ-

რონული კომერციის პროგრამული უზრუნველყოფის სწორედ ამ ნიშნის მიხედვით დაჯგუფებას ასახავს.

ჰიპერტექსტის მონიშვნის სისტემები გამოიყენება კლიენტის მხარეს. ისინი მოიცავენ სპეციალურ ენებს (Hypertext Markup Languages) და CSS (Cascading Style Sheets) სტილების ცხრილებს, რომელთა მეშვეობით დოკუმენტებში თავსდება სპეციალური ინფორმაცია მათი აგებულების შესახებ, რაც აუცილებელია დაფორმატებული ტექსტის გადაცემისა და გამოტანისათვის. ამ ინსტრუმენტების გამოყენება აუცილებელია ელექტრონული კომერციის იმ საშუალებების დაპროექტებისას, რომელიც გამოიყენება საინფორმაციო, სარეკლამო, სავაჭრო და საშუამავლო სფეროებში.



ნახ. 4. ელექტრონული კომერციის ინფორმაციული ტექნოლოგიები

დაპროგრამების სისტემები გამოიყენება სერვერის მხარეს. ჯგუფი მოიცავს ვებ-დაპროგრამების ენებს, რომელიც განკუთვნილია ინტერნეტ-ტექნოლოგიებთან სამუშაოდ. მონიშვნის ენებისაგან განსხვავებით, მათი მეშვეობით აღიწერება პროგრამული აპლიკაციების ლოგიკა. ამ ჯგუფის ინსტრუმენტები ელექტრონულ კომერციაში გამოიყენება ინტერაქტიური სისტემე-

ბის დაპროექტებისას, რომელიც უზრუნველყოფს მუდმივ კავშირს საძიებო, ინფორმაციულ-ანალიტიკურ, მოდელირების, პროგნოზირებისა და ეკონომიკურ-ფინანსური მაჩვენებლების გაანგარიშების სისტემებთან. ლიტერატურული წყაროების ანალიზი აჩვენებს, რომ ელ. კომერციის სისტემების დაპროექტებისას უფრო ხშირად იყენებენ PHP, Java, Ruby, Python, ASP.NET დაპროგრამების ტექნოლოგიებს [11-13].

ვებ-კარკასები, CMS სისტემები და საიტის კონსტრუქტორები წარმოადგენენ კომერციული საიტის დაპროექტების პლატფორმებს. ამჟამად პროგრამული პროდუქციის ბაზარზე ამ ტიპის, როგორც ფასიანი ისე უფასო ტექნოლოგიების ფართო არჩევანია. [2,3, 12-14]

CMS (Content Management System) სისტემა წარმოადგენს საიტის შემცველობის (კონტენტის) მართვის პროგრამულ უზრუნველყოფას. ის რეალიზებულია ვებ-დანართის სახით და გამოიყენება საიტის დინამიური შიგთავსის შექმნისა და კონტროლისათვის. CMS სისტემა გვამლევს მზა შაბლონს საიტის დასაპროექტებლად, რომლის გარკვეული წესით მომართვის შემდეგ ის მზადაა ფუნქციონისათვის. ამდენად, სისტემა ამარტივებს საიტის შემცველობის დაპროექტების, რედაქტირებისა და მართვის პროცესებს.

ვებ-კარკასი (web-Framework) საიტის დაპროექტების ინსტრუმენტულ-მეთოდოლოგიურ საშუალებათა ერთობლიობაა, რომელიც გარკვეულ დაპროგრამების სისტემაზეა დაფუძნებული. CMS სისტემისაგან განსხვავებით ის არ წარმოადგენს მზა შაბლონს და საშუალებას იძლევა მათ ბაზარზე დაპროექტდეს ნებისმიერი ფუნქციური შესაძლებლობის მქონე საიტი. [14]

საიტის კონსტრუქტორები. საიტის კონსტრუქტორები წარმოადგენს „ღრუბლოვან“ პროგრამულ უზრუნველყოფას, რომელიც საშუალებას აძლევს მომხმარებელს დამოუკიდებლად, ონლაინ-რეჟიმში, ვიზუალური რედაქტორის გამოყენებით. მარტივად და სწრაფად შექმნას სხვადასხვა დანიშნულების საიტები.

მონაცემთა ბაზის სერვერი კომერციული საიტის მნიშვნელოვანი კომპონენტია, სადაც ინახება ვებ-საიტის მონაცემები. აქ ინახება ინფორმაცია პრო-

დუქციის, შეკვეთების, გარიგებებისა და მომხმარებლების შესახებ. CMS სისტემების უმრავლესობა მონაცემთა ბაზაში ინახავს აგრეთვე ვებ-საიტის შემცველობას. მონაცემთა ბაზის შერჩევა დამოკიდებულია ისეთ ფაქტორებზე, როგორცაა გამოყენებული დაპროგრამების ტექნოლოგია, ვებ-სერვერის სტრუქტურა და სხვ. ელექტრონული კომერციის სფეროში გავრცელებულ მონაცემთა ბაზებს წარმოადგენს MySQL, Ms SQL Server, Oracle, PostgreSQL.

ოპერაციული სისტემა წარმოადგენს საიტის ფუნქციური ნაწილის ფუნდამენტს. უმრავლესი საიტებისათვის ბაზური ოპერაციული სისტემებია: ღია კოდის მქონე Linux სისტემა და ლიცენზირებული Ms Windows სისტემა.

თემატური წყაროების ანალიზი აჩვენებს, რომ ინფორმაციული ტექნოლოგიების თანამედროვე ბაზარი ელექტრონული კომერციის სისტემების დაპროექტების ინსტრუმენტების მრავალფეროვან არჩევანს გვთავაზობს. საჭირო ტექნოლოგიების შერჩევა ხდება კონკრეტული დასაპროექტებელი სისტემის მიზნობრივი და ფუნქციური დანიშნულებიდან გამომდინარე.

1.2. კომერციული საიტების ვებ-პლატფორმები

ინფორმაციული და ინტერნეტ-ტექნოლოგიების სწრაფი განვითარება მოითხოვს იმ მიდგომებისა და მოდელების მუდმივ ადაპტაციას, რომლებიც ვებ-რესურსების დამუშავების პროცესში გამოიყენება. ინტერნეტ-რესურსების ერთ-ერთ ყველაზე გავრცელებულ სახეობას კომერციული დანიშნულების ვებ-საიტები წარმოადგენს, რომელთა დაპროექტებისა და მხარდაჭერის ინსტრუმენტები აქტიურად ვითარდებიან, გვთავაზობენ მართვის უფრო მოხერხებულ მექანიზმებს, უზრუნველყოფენ საიტის შემცველობის საიმედო დაცულობას და საშუალებას იძლევიან შეიქმნას მათი აგებისა და ანალიზის უფრო მოქნილი მოდელები. განსაკუთრებული ადგილი ამგვარ ინსტრუმენტებს შორის უკავიათ ვებ-კარკასებს (web-Frameworks) და CMS (Content Management System) სისტემებს და საიტის ონლაინ-კონსტრუქტორებს, რომლებიც წარმოადგენენ ინტერნეტ-რესურსების, მათ შორის კომერციული საიტების დაპროექტების პლატფორმებს.

თანამედროვე ვებ-პლატფორმების აღწერილობა და პრაქტიკული გამოყენების საკითხები მრავალ ლიტერატურულ და ინტერნეტ-წყაროშია განხილული. სწორედ მათ ანალიზს ეფუძნება ქვემოთ გადმოცემული მასალა. [2,3,5, 11–26]

1.2.1. კონტენტის მართვის სისტემები (CMS)

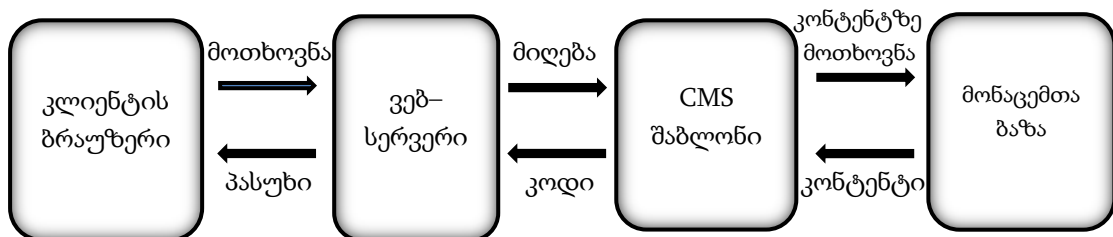
CMS (Content Management System) წარმოადგენს პროგრამულ უზრუნველყოფას, რომელიც ემსახურება ვებ-საიტის შემცველობის (კონტენტის) შექმნას, მართვასა და რედაქტირებას. CMS სისტემა გვამძლევს მზა შაბლონს საიტის დასაპროექტებლად, რომლის გარკველი წესით მომართვის შემდეგ ის მზადაა ფუნქციონისათვის. CMS სისტემების გამოყენებას შემდეგი უპირატესობები აქვს:

- ბაზური ფუნქციების მქონე მზა შაბლონის გამოყენება საშუალებას იძლევა სწრაფად შევქმნათ მომუშავე საიტი;

- CMS სისტემასთან მუშაობა მოითხოვს მინიმალურ გამოცდილებას პროგრამისტისაგან;

- სწრაფი გადაწყვეტის შედეგად მცირეა საიტის დაპროექტების ხარჯები.

CMS სისტემების ნაკლად ითვლება მათი, როგორც მზა შაბლონის გარკვეული ჩაკეტილობა და ორიენტაცია ვიწრო წრის ამოცანათა გადაწყვეტაზე, რაც ართულებს საიტის განვითარებისათვის პროგრამული უზრუნველყოფის მოდიფიკაციას.



ნახ. 5. CMS-ზე აგებული საიტის მუშაობის სქემა

საიტის კონტენტის ქვეშ იგულისხმება ყველაფერი რაც საიტზეა განთავსებული: ტექსტური შინაარსი, გრაფიკული გამოსახულებები, აუდიო, ვიდეო და სხვა ტიპის ფაილები. CMS სისტემის გამოყენებისას საიტის ფუნქციონის კლიენტ-სერვერის სქემას ნახ. 5-ზე მოყვანილი სახე აქვს. ამ შემ-

თხვევაში, CMS სისტემა წარმოადგენს შუალედურ რგოლს ვებ-სერვერსა და მონაცემთა ბაზის სერვერს შორის, რომელშიც საიტის მთელი შიგთავსი და CMS სისტემის შაბლონები ინახება. სქემა ასე მუშაობს:

–კლიენტის ბრაუზერი აგზავნის HTTP მოთხოვნას ვებ-გვერდის მისაღებად;

–ვებ-სერვერი მიიღებს მოთხოვნას და გადასცემს მას CMS სისტემას. ეს უკანასკნელი შეასრულებს მოთხოვნის ფაილში მოთავსებულ პროგრამულ კოდს და შესაბამის მოთხოვნას უგზავნის მონაცემთა ბაზის სერვერს;

–მონაცემთა ბაზის სერვერი ამუშავებს მოთხოვნას და შედეგებს უბრუნებს CMS სისტემას, რომელიც მათ შაბლონის მიხედვით გარდაქმნის და გადასცემს ვებ-სერვერს;

–ვებ-სერვერი საბოლოო შედეგს HTML ფაილის სახით გადასცემს კლიენტის მხარეს.

ვებ-ტექნოლოგიების თანამედროვე ბაზარი CMS სისტემების ფართო არჩევანს გვთავაზობს. არსებობენ როგორც ფასიანი, ისე უფასო სისტემები. ცხრილი 1-ში მოყვანილია გავრცელებული CMS სისტემების ჩამონათვალი და ზოგადი მახასიათებლები. მათი გამოყენებით მომუშავე საიტების რაოდენობა ნაჩვენებია 2018 წლის მდგომარეობით. [25]

ცხრილი 1

CMS სისტემა	წვდომის ტიპი	დაპროგრამების ენა, მონაცემთა ბაზა	აქტიური საიტები (მლნ.)
WordPress	უფასო	PHP, MySQL	26.7
Joomla	უფასო	PHP, JavaScript, MySQL	2.09
Drupal	უფასო	PHP, MySQL	0.965
Magento		PHP, MySQL	0.372
Bitrix	ფასიანი	PHP, MySQL	0.200
TYPO3	უფასო	PHP, MySQL, ORACLE, PostgreSQL	0.583
PrestaShop	უფასო	PHP, MySQL	0.262
DLE	ფასიანი	PHP, MySQL	0.350
OpenCart	უფასო	PHP, MySQL	0.270

უნდა აღინიშნოს, რომ უფასო სისტემები ხარისხითა და ფუნქციური შესა-

ძლებლობებით არამცთუ ჩამოუვარდებიან ფასიან სისტემებს, არამედ ხშირად აღემატებიან კიდევ მათ.

WordPress–ცხრილი 1–დან ჩანს, რომ ეს ყველაზე გავრცელებული CMS სისტემაა. ეს იმიტია განპირობებული, რომ ის პერსონალური საიტებისა და ბლოგების შექმნაზეა ორიენტირებული და მარტივია მომართვებასა და ექსპლუატაციაში. WordPress თავისთავად არ წარმოადგენს კომერციული საიტის, კერძოდ ინტერნეტ–მაღაზიის პლატფორმას. ამისათვის საჭიროა სპეციალური პროგრამული მოდულები (ე.წ. პლაგინები–plug-in), რომლებიც დინამიკურად უერთდება სისტემას და აფართოებს მის შესაძლებლობებს აღნიშნული კუთხით. ამ ტიპის ყველაზე ცნობილი პლაგინებია WooCommerce და WP e-commerce. სისტემის უარყოფითი მხარეები შემდეგია: პლაგინების დაყენება საგრძნობლად ანელებს საიტის მუშაობას, რაც იწვევს მტყუნებებს საიტის მაღალი ტრაფიკის პირობებში. მათ გარეშე კი სისტემა გამოდგება მხოლოდ ბლოგებისა და მცირე საინფორმაციო საიტების შესაქმნელად; საიტი არასაკმარისად არის დაცული სპამისა და უსანქციო წვდომისაგან; სისტემა ერთი შეხედვით მარტივია, მაგრამ საიტის რედაქტირება მოითხოვს დამატებით ცოდნას და უნარებს.

Joomla–უნივერსალური CMS სისტემაა და WordPress–თან შედარებით გამოყენების ფართო სფეროები აქვს. მისთვის დამუშავებულია პლაგინებისა და შაბლონების დიდი რაოდენობა (მათ შორის ინტერნეტ–მაღაზიებისათვის), რაც რთული, მრავალფუნქციური საიტების შექმნის საშუალებას იძლევა. სისტემის მართვა მარტივია, შესაძლებლობები–პრაქტიკულად შეუზღუდავი, რაც განაპირობებს მის მეორე ადგილს პოპულარობის მხრივ. სისტემის ნაკლია მაღალი მგრძობელობა საიტის დიდი ტრაფიკის მიმართ.

Drupal–საიტის შექმნა ამ სისტემის ბაზაზე წინა ორთან შედარებით, საკმაოდ რთული და შრომატევადია, მაგრამ შეიძლება მოგვცეს სასურველი საიტი. სისტემას ბევრი პლაგინი და შაბლონი აქვს, რაც აფართოებს მის ფუნქციურ შესაძლებლობებს. Drupal–ის ბაზაზე შეიძლება შეიქმნას ყველა ტიპის საიტი მათ შორის ინტერნეტ–მაღაზიები. სისტემის ნაკლია ის გარემოება, რომ ამ სისტემასთან ყველა ჰოსტინგი კორექტულად ვერ მუშაობს.

Magento–ამ სისტემას აქვს როგორც ფასიანი, ისე უფასო ვერსიები. ორიენტირებულია ინტერნეტ-მაღაზიების აგებაზე. სისტემა საკმაოდ რთული და სერვერის რესურსებისადმი მომთხოვნია, მაგრამ ამავე დროს ფუნქციურად მძლავრია. კერძოდ, აქვს შესაძლებლობა ერთიან ადმინ-პანელში მართოს სხვადასხვა მაღაზიები.

Bitrix-ერთ-ერთი საუკეთესო და მძლავრი ფასიანი სისტემაა, რომელიც ფართოდ გამოიყენება კომერციული საიტების დასაპროექტებლად. ის მოიცავს მზა პლაგინებისა და შაბლონების დიდ რაოდენობას, უზრუნველყოფს ინფორმაციული უსაფრთხოების მაღალ დონეს და მწარმოებელი ფირმის ტექნიკურ მხარდაჭერას. მის უარყოფით მხარეებია: საიტის მომართვა და ექსპლუატაცია მოითხოვს პროგრამისტის მაღალ კვალიფიკაციას; გაზრდილი მოთხოვნები სერვერის რესურსებისადმი.

TUPO3– უნივერსალური, მძლავრი და მოქნილი CMS სისტემაა, რომელიც იოლად ტრანსფორმირდება გამოყენების ხასიათის მიხედვით. აქვს კომპორტული ინტერფეისი და ყველა ფუნქცია დიდი დინამიკური საიტების შესაქმნელად. იოლად შეიძლება დაემატოს ახალი ფუნქციები, მაგრამ მოითხოვს კვალიფიციური სპეციალისტის მომსახურებას.

PrestaShop-სისტემა ორიენტირებულია ინტერნეტ-მაღაზიებზე. აქვს კომპორტული ინტერფეისი, ბევრი ფუნქციური მოდული და შაბლონი. სისტემა სამართავად მარტივია და სწრაფად მუშაობს.

DLE–პოპულარული ფასიანი სისტემაა. საკმაოდ მარტივია დასაყენებლად და არ მოითხოვს სერვერისაგან დიდ რესურსებს, აქვს დიდი რაოდენობის ფუნქციური პლაგინები და შაბლონები. სისტემის გამოყენების ძირითადი სფეროა ინფორმაციული პორტალების შექმნა.

OpenCart–სისტემა სპეციალურადაა შექმნილი ინტერნეტ-მაღაზიებისათვის. შეიცავს პროგრამული მოდულებისა და ორიგინალობით გამორჩეული შაბლონების დიდ რაოდენობას. აქვს ფართო ფუნქციური შესაძლებლობები, მათ შორის Excel-ში მონაცემთა იმპორტ-ექსპორტის შესაძლებლობა. გამოირჩევა ინფორმაციული უსაფრთხოების მაღალი დონით. დასაყენებლად და სამუშაოდ მარტივია.

1.2.2. ვებ-კარკასები და დაპროექტების MVC კონცეფცია

ვებ-კარკასი (web-Framework) საიტის დაპროექტების პროგრამული პლატფორმაა. ეს არის ინსტრუმენტულ-მეთოდოლოგიურ საშუალებათა ერთობლიობა, რომელიც დაფუძნებულია გარკვეულ დაპროგრამების სისტემაზე და წარმოდგენილია პროგრამულ ბიბლიოთეკათა ნაკრებით. [14]

ვებ-კარკასების გამოყენების მთავარი უპირატესობები შემდეგია:

–CMS სისტემისაგან განსხვავებით, ვებ-კარკასი არ წარმოადგენს მზა ყალიბს, რაც მათ ბაზაზე ნებისმიერი ფუნქციური შესაძლებლობის მქონე საიტის დაპროექტების საშუალებას იძლევა;

–ვებ-კარკასი უზრუნველყოფს მის ბაზაზე შექმნილი საიტის წარმადობისა და უსაფრთხოების მაღალ დონეს.

აღნიშნული ინსტრუმენტების ნაკლად შეიძლება ჩაითვალოს საიტის დაპროექტების პროცესის მეტი სირთულე და ბიუჯეტური ხარჯები.

დღესდღეობით მრავალი ვებ-კარკასი არსებობს. მათგან ზოგიერთი პოპულარული კარკასი ცხრილი 2-შია მოყვანილია. მიუხედავად იმისა, რომ ისინი დაპროგრამების სხვადასხვა ტექნოლოგიებს (PHP, Python, Java, Ruby, Perl და სხვ.) იყენებენ, ყველა მათგანი დაფუძნებულია ვებ-დანართების (საიტების) დაპროექტების საერთო MVC კონცეფციაზე. [26, 27]

ცხრილი 2

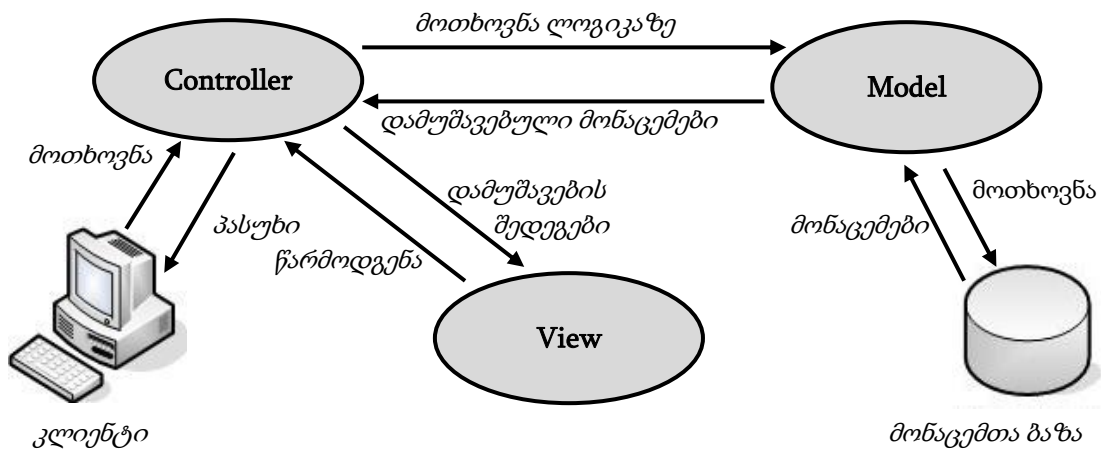
ვებ-კარკასი	დაპროგრამების სისტემა	ვებ-კარკასი	დაპროგრამების სისტემა
Zend	PHP	Angular	Javascript
Symfony	PHP	Vue.js	Javascript
Lavarel	PHP	Ruby on Rails	Ruby
Django	Python	Phoenix	Ruby
Flask	Python	Spring	Java
Pyramid 0	Python	Struts 0	Java

MVC (Model-View-Controller=მოდელი-წარმოდგენა-კონტროლერი) არქიტექტურულ-კონსტრუქციული შაბლონია, რომელიც აღწერს: ა) ვებ-დანართის სტრუქტურის აგების წესს; ბ) ამ სტრუქტურის ცალკეულ ნაწილებს; გ) სტრუქტურის ცალკეული ნაწილების დანიშნულებას და ურთიერთკავ-

შირებს. კონცეპცია წამოაყენეს და დეტალურად აღიწერა ჯერ კიდევ 1979 წ. (ტ. რენსკაუგი), როცა ვებ-ტექნოლოგიები საერთოდ არ არსებობდა. იგი პოპულარული გახდა მას შემდეგ, რაც ჩართეს და გამოიყენეს ვებ-კარკასებში Struts და Ruby on Rails. ამ გარემოებამ განსაზღვრა ვებ-კარკასების შემდგომი განვითარების მიმართულება სწორედ ამ მიდგომის საფუძველზე.

MVC კონცეფციის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ ვებ-დანართში მკაფიოდ განისაზღვროს და განცალკევდეს პასუხისმგებლობა სხვადასხვა ფუნქციების შესრულებაზე. ეს ფუნქციები MVC (Model-View-Controller) სქემაში (ნახ. 6) ასე ნაწილდება:

Model ნაწილი შეიცავს ვებ-დანართის (საიტის) მთელ ფუნქციურ ლოგიკას (ბიზნეს-ლოგიკას), რომელიც მისი დანიშნულების შესაბამისი ამოცანების გადაწყვეტას ემსახურება (ბლოგი, ფორუმი, მაღაზია, ბანკი და სხვ.). ეს რგოლი გარკვეული ალგორითმით ამუშავებს კლიენტის მოთხოვნის შესაბამის მონაცემებს და გადასცემს მას კონტროლერს;



ნახ. 6. MVC კონსტრუქციის არქიტექტურა

View კომპონენტი უზრუნველყოფს მოდელიდან მიღებული მონაცემების ასახვას მომხმარებლის ინტერფეისზე. მონაცემთა წარმოდგენის ფორმები შეიძლება სხვადასხვა იყოს. მოცემული სიტუაციის შესატყვის წარმოდგენის ფორმას შეარჩევს კონტროლერი;

Controller ნაწილი შეიცავს ვებ-დანართის ორგანიზაციულ ლოგიკას და უზრუნველყოფს კავშირს კლიენტსა და დანარჩენ სისტემას შორის. იგი მართავს მოთხოვნებს, რომელიც მიიღება მომხმარებლის ინტერფეისიდან

HTTP-Get და HTTP-Post გზავნილების სახით. მისი დანიშნულებაა გამოიძახოს და კოორდინაცია გაუწიოს მომხმარებლის მოთხოვნის შესრულებით სათვის საჭირო რესურსებსა და ობიექტებს. კერძოდ, კონტროლერი მიმართავს ამოცანის შესაბამის მონაცემებსა და ალგორითმს Model ნაწილში და ირჩევს დამუშავების შედეგების View ნაწილში წარმოდგენის ფორმას.

MVC კონცეპციის გამოყენებას შემდეგი უპირატესობები აქვს:

–MVC კონსტრუქცია მკვეთრად მიჯნავს მომხმარებლის წარმოდგენების ლოგიკას ვებ-დანართის ფუნქციური ლოგიკისაგან;

–მიუხედავად იმისა თუ რა ტიპის მომხმარებლებთან და მოწყობილობებთან მუშაობს ვებ-დანართი, Model კომპონენტი მოთხოვნაზე ყოველთვის ერთნაირ მონაცემებს აბრუნებს, Controller კომპონენტი კი ყველა კონკრეტულ შემთხვევაში ირჩევს წარმოდგენის საჭირო ფარმას.

–MVC კონცეპცია საგრძნობლად აიოლებს დიდი დანართების დაპროექტებას. პროგრამული კოდი გამოდის უკეთ სტრუქტურირებული, რაც ამარტივებს მის ტესტირებას და შემდგომ მხარდაჭერას.

MVC კონსტრუქციაზე დაფუძნებული ვებ-კარკასის გამოყენებისას ბაზური MVC სტრუქტურა უკვე არსებობს და დაპროექტების ამოცანაა მისი გაფართოება, გამომდინარე ვებ-დანართის კონკრეტული დანიშნულებიდან, შესაბამის დირექტორიებში საჭიროა ფაილების მოთავსების გზით.

1.3. საიტის ტრაფიკი

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, ელექტრონული კომერციის მთავარი ამოცანა კლიენტთა დიდ რაოდენობაზე და შესაბამისად მზარდ მოგებაზე ორიენტაციაა. აქედან გამომდინარე, ტრაფიკის მოცულობა, ანუ დროის გარკვეული პერიოდის მანძილზე საიტზე შემოსულ მომხმარებელთა რაოდენობა, კომერციული საიტის უმნიშვნელოვანესი მახასიათებელია. კერძოდ, იგი აუცილებელია კონვერსიის განსაზღვრისათვის, რომელიც კომერციული საიტის ფუნქციობის ეფექტიანობის მთავარი მაჩვენებელია. ტრაფიკის ანალიზისას ყურადღება უნდა მიექცეს მის დინამიკას და აქტივაციის პერიოდებს, აგრეთვე, ტრაფიკის სტრუქტურას: ანუ თუ მნახველთა რა რაოდენობა შემო-

დის საიტზე სხვადასხვა საკომუნიკაციო არხებიდან მიღებულ ინფორმაციაზე დაყრდნობით (სოციალური ქსელები, მასმედია, რეკლამა, პირადი კონტაქტები და სხვ.). [28-32]

ტრაფიკი შეიძლება იყოს არა მხოლოდ შემავალი, არამედ გამომავალიც, როდესაც დამთვალეირებლები გამოდიან საიტიდან გარე მიმართულების (ბმულების) საშუალებით. ითვლება, რომ შემავალი ტრაფიკის გამომავალში სწორად კონვერტაცია საიტის კომერციული წარმატების საწინდარია.

ტრაფიკი შეიძლება იყოს მიზნობრივი და არამიზნობრივი. მიზნობრივი დამთვალეირებლები შემოდიან საიტზე მკაფიოდ გამოკვეთილი მიზნებით, მათთვის საჭირო ინფორმაციის მისაღებად და წარმოადგენს საიტის მომხმარებელთა ყველაზე ღირებულ ჯგუფს. ხარისხიანი მიზნობრივი ტრაფიკის უზრუნველყოფა უპირველესი ფაქტორია, რომელიც კომერციული საიტის გაყიდვათა მოცულობის გაზრდის საშუალებას იძლევა. არამიზნობრივი ტრაფიკს შეადგენენ მომხმარებლები, რომლებიც საიტზე შემთხვევით, გამოკვეთილი მიზნებისა და საჭიროების გარეშე მოხვდნენ.

1.3.1. ტრაფიკის წყაროები

არსებობს კომერციული საიტის ტრაფიკის სამი ძირითადი წყარო:

1. *ტრაფიკი საძიებო სისტემებიდან (ორგანული ტრაფიკი).* ეს საიტთა უმრავლესობისათვის ტრაფიკის მთავარი წყაროა. მას ქმნის მომხმარებელი, რომელიც საიტზე საძიებო სისტემების გამოყენებით შემოდის. იმისათვის, რომ საძიებო ტრაფიკის გაიზარდოს, საჭიროა:

–საიტის კონტენტი იყოს რელევანტური ე.ი. უნდა შეესაბამებოდეს იმას, რასაც მომხმარებელი ეძებს;

–საიტი რეგულარულად უნდა შეივსოს საძიებო სისტემებისადმი ოპტიმიზირებული უნიკალური კონტენტით;

საძიებო ტრაფიკისათვის აქტიური კონკურენცია არსებობს. ამიტომ დაწყებული საიტების წაწევა რეკომენდებულია დაიწყოს ნაკლებ კონკურენტული, დაბალსიხშირული მოთხოვნების მიხედვით და მხოლოდ გარკვეული დროის შემდეგ ჩავრთოთ იგი მაღალსიხშირული საკვანძო ფრაზებისათვის

კონკურენციაში. დაბალსიხშირული მოთხოვნების მოძიებისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს საკვანძო სიტყვების ავტომატურად შემგროვებელი უფასო მექანიზმი SeoPult. შემდგომ, ამავე მექანიზმის ფარგლებში შესაძლებელია საიტის საძიებო სისტემებში წაწევა და მისი საძიებო SEO(Search Engine Optimization) ოპტიმიზაცია.

2. სხვა საიტებიდან გადმოსვლა ანუ რეფერალური ტრაფიკი. ამ ტრაფიკს ქმნის მომხმარებლები, რომლებიც სხვა ინტერნეტ-რესურსებიდან ბმულების (Link) მეშვეობით მოხვდნენ საიტზე. უმრავლეს შემთხვევაში, ამგვარი მნახველები მიეკუთვნებიან მიზნობრივ აუდიტორიას. კომერციული საიტის მენეჯმენტი უნდა ეცადოს ჰქონდეს რაც შეიძლება მეტი და მომხმარებელში პოპულარული მომართვა მონათესავე საიტებიდან, ბლოგებიდან, ფასიანი სარეკლამო ქსელებიდან, სოციალური ქსელის ფორუმებიდან და ჯგუფებიდან.

3. შემოსვლები სამისამართო სტრიქონიდან ანუ პირდაპირი ტრაფიკი. ტრაფიკის ამ მდგენელს ქმნის მომხმარებელი, რომელიც საიტზე შემოსავლელად მის URL მისამართს იყენებენ. ეს ის მომხმარებლებია, რომლებიც უკვე წარმოადგენენ საიტის კლიენტებს ან გაიგეს მისი არსებობის შესახებ პირადი კავშირებით, სარეკლამო განცხადებებით და სხვ. ამ ტიპის ტრაფიკის გასაზრდელად მენეჯმენტმა უნდა იზრუნოს იმაზე, რომ საიტის დომენური სახელი იყოს მოკლე და იოლად დასამახსოვრებელი.

4. სარეკლამო ტრაფიკი. ეს ფასიანი ტრაფიკია, რომლის წყაროს შიძლება წარმოადგენდეს: კონტექსტური რეკლამა, რეკლამა სოციალურ ქსელსა და მასმედიაში და სხვ.

1.3.2. ტრაფიკის აღრიცხვა

საიტისა და საზოგადოდ ინტენეტ-რესურსის პოპულარობა შეიძლება შეფასდეს მისი ტრაფიკის გაზომვით დროის გარკვეული პერიოდის (დღის, კვირის, თვის, წლის) მანძილზე. მნიშვნელოვანია, რომ ეს მაჩვენებელი იყოს სტაბილურად ზრდადი, რაც საიტის სწორი მიმართულებით განვითარებაზე მიუთითებს.

ტრაფიკის რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების თვალყური, მისი ცვლილებების სწრაფი კონტროლისა და საიტის წაწევის სტრატეგიაში დროული კორექტივების შეტანის საშუალებას იძლევა, რაც აუცილებელია მაქსიმალური შედეგების მისაღწევად.

იმისათვის, რომ ტრაფიკს თვალი გავადევნოთ, საიტის გვერდებზე დგება სპეციალური მექანიზმები (მთვლელები) რომლებიც საიტის დამთვალიერებლების სტატისტიკას აღრიცხავს. ამგვარი სტატისტიკური მომსახურების ცნობილ მიმწოდებლებს წარმოადგენს LiveInternet, Google Analytics, SimilarWeb Pro, Yandex Metric. მთვლელები საშუალებას იძლევიან არა მხოლოდ თვალყური ვადევნოთ საიტის ნახვადობას ონლაინ-რეჟიმში, არამედ მივიღოთ ინფორმაცია: სესიის საშუალო დროის, ტრაფიკის წყაროს, მნახველთა ადგილმდებარეობის, საძიებო სისტემებში შეტანილი ძებნის კრიტერიუმების, მნახველთა ასაკისა და სხვ. შესახებ. მიღებული ინფორმაცია აუცილებელია არა მხოლოდ საიტზე ვიზიტების დინამიკის კონტროლისათვის, არამედ ტრაფიკის ხარისხისა და მთლიანად კომერციული საიტის ეფექტიანობის შესაფასებლად.

1.3.3. საიტის საძიებო წაწევა და SEO ოპტიმიზაცია

როგორც აღვნიშნეთ საიტის ტრაფიკის მთავარი წყარო საძიებო ტრაფიკია, რომელიც განმსაზღვრელი ფაქტორია საიტის ცნობადობის მაღალ დონეზე შენარჩუნებისათვის. ღონისძიებები, რომლებიც საძიებო (და არა მხოლოდ) ტრაფიკის გაზრდას უკავშირდება საინფორმაციო წყაროებში მოიხსენება ტერმინით „საიტის საძიებო წაწევა“ ან უბრალოდ „საიტის წაწევა“. საიტის წაწევა მოითხოვს მნიშვნელოვან დროით და ფინანსურ დანახარჯებს, მაგრამ უზრუნველყოფს სტაბილურ და ხანგრძლივ შედეგს ტრაფიკის ზრდის თვალსაზრისით. ამასთან, ამ დროს ხდება არა მხოლოდ ტრაფიკის ზრდა, არამედ საიტი, მთლიანობაში, ხდება მომხმარებლებისათვის უფრო სასარგებლო და მიმზიდველი, რაც საბოლოო ჯამში დადებითად მოქმედებს კომერციული საიტის ეფექტიანობის მთავარ მახასიათებელზე კონვერსიაზე.

აღნიშნული ამოცანის გადაწყვეტის მთავარი ინსტრუმენტია საიტის ოპტიმიზაცია საძიებო სისტემების მიმართ ანუ ე.წ. SEO (Search Engine Optimization) ოპტიმიზაცია. თუ საიტის გვერდებზე ინფორმაცია სწორადაა სტრუქტურირებული, ხოლო საძიებო რობოტები დააფიქსირებენ, რომ მას შეუძლია საქონლის შეძენის მსურველი მომხმარებლებისათვის სარგებლობის მოტანა, საიტი სულ უფრო მაღლა აიწევს ძებნის შედეგების ჩამონათვალში. ამასთან, რაც მეტი ყურადღება დაეთმობა SEO-ს, მით უკეთესი იქნება შედეგი. [33-35]

კომერციული საიტის SEO-ოპტიმიზაცია შემდეგ ასპექტებს მოიცავს:

- კონკურენტთა საიტების ანალიზი;
- SEO-სტრატეგიის შემუშავება;
- საიტის სემანტიკური ბირთვის შედგენა, რაც გულისხმობს იმ საკვანძო სიტყვების შერჩევას, რომლებიც საიტის ცნობადობას და წაწევას განაპირობებს;
- საიტის ტექსტური კონტენტის შედგენა, რომელიც შეიცავს საკვანძო სიტყვებს;
- კომერციული საიტზე რეფერალური მიმართვების შესყიდვა;
- ტექნიკური სამუშაო, რომელიც გულისხმობს დუბლირებული გვერდების წაშლას, სამსახურებრივი გვერდების დაცვას ინდექსაციისაგან, მეტატეგების შვსებას, robots.txt ფაილის შექმნას (ეს ტექსტური ფაილია საიტის ძირეულ კატალოგში, რომელშიც იწერება საძიებო სისტემებისათვის განკუთვნილი სპეციფიკური ინფორმაცია), შიგა მიმართვების ორგანიზაციას და სხვ.

ეფექტიანი SEO ოპტიმიზაციისათვის, საიტის დაპროექტების პროცესში განსაკუთრებული ყურადღება უნდა მიექცეს შემდეგ კომპონენტებსა და პროცედურებს:

საიტის სემანტიკური ბირთვი. საიტის ოპტიმიზაციის მნიშვნელოვანი პირობაა სწორად შერჩეული სემანტიკური ბირთვი, რომელიც ასახავს კომერციული საიტის თემატიკას. დაკვირვებით შედგენილი სემანტიკური ბირთვი საიტის სწორი სტრუქტურის შექმნის საფუძველია. მისი შედგენა, უპ-

ირველეს ყოვლისა, გულისხმობს საძიებო სისტემებისათვის განკუთვნილი საკვანძო სიტყვების (Key Words) სიის შედგენას და მათ თემატურ მიზმას საიტის ცალკეულ გვერდებზე. სწორედ მათი მეშვეობით ხვდებიან მნახველები საიტის მთავარ გვერდზე და თუ აქ მოთავსებული ინფორმაცია საინტერესო და სასარგებლო აღმოჩნდება, გარანტირებულია საიტზე მომდევნო შემოსვლები და დიდია ალბათობა იმისა, რომ საიტზე მიმართვები გამოჩნდეს სოციალურ ქსელებში;

დომენური სახელი. მიზნობრივი აუდიტორიის მოსაზიდად გულდასმით უნდა მოხდეს საიტის დომენური სახელის შერჩევა. როგორც წესი, ის სრულად უნდა ასახავდეს მასზე მოთავსებული ინფორმაციის შინაარსს;

საიტის შიგთავსი (კონტენტი). საიტზე განთავსებული ინფორმაცია უნდა იყოს მკაფიოდ და მიმზიდველად გადმოცემული, ცალკეული ბლოკების სათაურები კი ლაკონური. ეს ფაქტორები იპყრობს საიტის მნახველის ყურადღებას, იწვევს სურვილს დაყოვნდეს და გააგრძელოს მისი თვალიერება. საიტის კონტენტი გამუდმებულ განახლებას უნდა ექვემდებარებოდეს;

კომფორტული ინტერფეისი. საიტის დაპროექტებისას ყურადღება უნდა მიექცეს მის სასიამოვნო დიზაინს და მოხერხებულ ინტერფეისს. გვერდები არ უნდა გადაიტვირთოს ზედმეტი ინფორმაციით, რომელიც გაზრდის ჩატვირთვის დროს. საიტის სხვა გვერდებზე მიმართვები უნდა განთავსდეს ისეთ ადგილებზე, რომ შეუძლებელი იყოს მათი ვერ შემჩნევა;

საიტის ცნობადობა. ყველაზე მარტივი და გავრცელებული საშუალებაა შესაბამისი ლინკების განთავსება თემატურ ბლოგებსა და ფორუმებზე ან მათი შექმნა.

კონტენტის მართვის თანამედროვე სისტემები ითავსებენ SEO-ოპტიმიზაციის რიგ ფუნქციებს. მაგალითად, ცნობილი CMS სისტემა Joomla შეიცავს SEO-ოპტიმიზაციის ბევრ ჩადგმულ ფუნქციას: გამორიცხავს დუბლირებულ გვერდებს, მეტატეგების გენერაცია ხდება როგორც ავტომატურად, ასევე შესაძლებელია მათში სასურველი საკვანძო სიტყვების ჩაწერა, სისტემა ავტომატურად ახდენს საიტის რუკის Sitemap ფაილის ფორმირებას, რაც აჩქარებს საძიებო სისტემების მიერ საიტის გვერდების ინდექსაციას.

ხარისხიანი SEO-ოპტიმიზაცია უზრუნველყოფს მიზნობრივი აუდიტორიის სტაბილურ ტრაფიკს საძიებო სისტემებიდან. ამავე დროს, SEO-ოპტიმიზაცია ხანგრძლივი პროცესია. მისი პირველი შედეგები თავს იჩენს მხოლოდ თვეების შემდეგ.

1.4. კომერციული საიტის ფუნქციობის ანალიზის ინსტრუმენტები

ელექტრონული კომერციის სფერო სწრაფად ვითარდება. ამ დარგის ბევრი პროექტი ვერ უძლებს კონკურენციას და სწრაფად იხურება. იმისათვის, რომ პროექტი სიცოცხლისუნარიანი გამოდგეს, საჭიროა გამუდმებული მუშაობა მის დახვეწაზე. ამ საქმეში დიდი დახმარების გაწევა შეუძლია ვებ-ანალიტიკის ინსტრუმენტებს. არსებობენ სპეციალური ანალიტიკური სისტემები, რომელთა საიტზე დაყენება ხელს უწყობს მენეჯმენტს საიტის ოპტიმიზაციაში, კერძოდ, მისი ტრაფიკის ანალიზსა და გაზრდაში. ამდენად, კომერციული საიტისათვის მოხერხებული და მრავალფუნქციური ანალიტიკური სისტემის შერჩევა, მისი წარმატების ერთ-ერთი უმთავრესი კომპონენტია.

საიტის ოპტიმიზაციის მიზნით შეიძლება ერთდროულად ვებ-ანალიტიკის რამდენიმე სერვისი იქნეს გამოყენებული, თუმცა ხშირად, საიტის მენეჯმენტი, არჩევანს ერთ მათგანზე აკეთებს. არჩევანის გაკეთებისას გასათვალისწინებელია სისტემის ისეთი მახასიათებლები როგორცაა: მიღებულ მონაცემთა ხარისხი; ინფორმაციის კონკრეტიზაცია; მონაცემთა ექსპორტის შესაძლებლობა; სხვადასხვა სერვისებთან და პროგრამებთან შესაძლო ინტეგრაცია.

კომერციული საიტის ანალიტიკა გულისხმობს საიტის აუდიტორიის შესახებ ცნობების განუწყვეტელ შეგროვებას, ანალიზს და დამუშავებას, აგრეთვე საკვანძო მეტრიკებთან მუშაობას. მისი მთავარი ამოცანებია:

- საიტის მუშაობის ხარისხის ამაღლება;
- კომერციული საქმიანობის ეფექტიანობის ამაღლება;
- მნიშვნელოვან გადაწყვეტილებათა მისაღებად აუცილებელი ინფორმა-

ციის მიღება;

- კლიენტების, შეკვეთების და მოგების გაზრდა დანახარჯების მინიმიზაციის პირობებში.

1.4.1. ინტერნეტ-სტატისტიკის სერვისები

ვებ-ანალიტიკის ინსტრუმენტები, რომლებიც ემსახურებიან კომერციული საიტის ფუნქციონირების შესახებ სტატისტიკურ მონაცემთა შეგროვებას, პირობითად ორ ჯგუფად შეიძლება დავყოთ. [36]

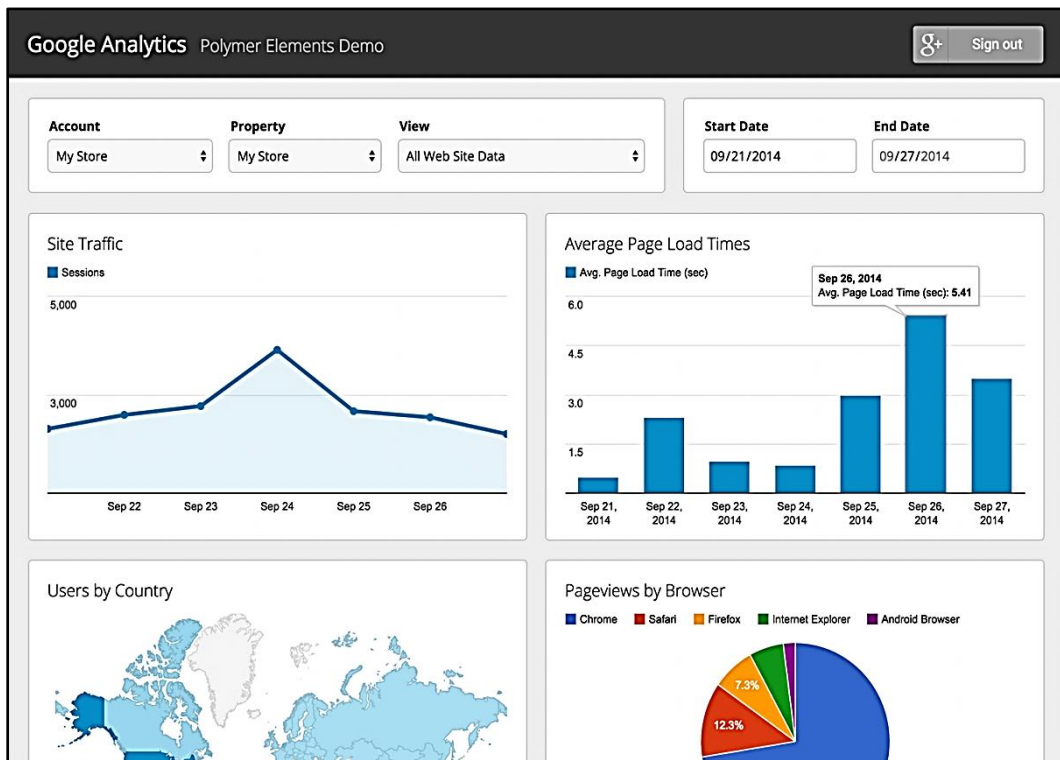
პირველ ჯგუფს მიეკუთვნებიან *ვებ-სტატისტიკის სისტემები*, რომლებიც წარმოადგენს საიტს გარეთ განთავსებულ პროგრამებს. მათთან მუშაობა რომ შევძლოთ, საიტს უნდა დავუმატოთ პროგრამული კოდი, რომელიც შესაბამის ინსტრუმენტთან კავშირს უზრუნველყოფს. შეგროვილი ინფორმაცია შეიტანება მონაცემთა ბაზაში, რომელიც ინახება მომსახურების გამწევ სერვერზე და საიტის მფლობელისათვის ამ ბაზასთან წვდომა თავისუფალია. ვებ-სტატისტიკის ინსტრუმენტებს კომფორტული ინტერფეისი აქვთ და მარტივია მოხმარებაში. ინფორმაციას წარმოადგენს თვალსაჩინოდ-გრაფიკების, დიაგრამების, ცხრილების სახით. ანალიზის პოპულარული ინსტრუმენტებია: Google Analytics, Яндекс Метрика, OpenStat, Liveinternet.

ვებ-სტატისტიკის ინსტრუმენტების მეორე ჯგუფს მიეკუთვნებიან სპეციალური პროგრამები ე.წ. *ლოგ-ანალიზატორები*, რომლებიც მოხმარებლის ვინჩესტერზე თავსდებიან. ეს პროგრამები გარკვეული პერიოდულობით ქმნის ე.წ. *ლოგ-ფაილებს*, რომლებიც საიტის შიგა არქივში ინახება. ამ ტიპის ყველაზე გავრცელებული ინსტრუმენტებია Webalizer и AWStats. საზოგადოდ, *ლოგ-ანალიზატორებთან* მუშაობა უფრო რთულია, ვიდრე ვებ-სტატისტიკის ზემოთ განხილულ სისტემებთან და ამიტომ, ისინი შეზღუდულად გამოიყენება.

1.4.2. სისტემა Google Analytics

Google Analytics ვებ-ანალიტიკის ყველაზე გავრცელებული სისტემაა, რომელიც საიტის ხარისხის განუხრელად ამაღლებისა და გლობალურ ქსელში მისი წაწვევის პროცესის დაჩქარების საშუალებას იძლევა. კერძოდ, ამ

სისტემის მეშვეობით მარტივადაა შესაძლებელი კომერციული საიტის მენეჯმენტისათვის მნიშვნელოვანი მეტრიკების ანალიზი. სერვისის მეშვეობით შეიძლება შემდეგი მაჩვენებლების კონტროლი: გახსნილი გვერდების სია და საერთო რაოდენობა; საიტზე მომხმარებლის „გზის“ დეტალური ანალიზი—თუ რომელი გვერდები და რამდენჯერ მოინახულა; საიტზე მომხმარებელთა დაყოვნების დრო; მომხმარებელთა ჯამური რაოდენობა; ახალი მომხმარებლების რაოდენობა; მომხმარებელთა დაჯგუფება მიზნობრივ სეგმენტებად; მომხმარებელთა ადგილმდებარეობა; ტრაფიკის წყაროები და არხები; საიტზე მოსახვედრად გამოყენებული საკვანძო სიტყვები. [35, 36]



ნახ. 7. საიტის ტრაფიკის ანალიზი Google Analytics სისტემაში

სისტემის დადებითი მხარეა:

კონვერსიის კონტროლის ეფექტიანი საშუალებანი: მჭიდრო კავშირი კონტექსტური რეკლამის მიმწოდებელ სისტემასთან Google Adwords; სპეციალიზებული მოდულის E-commerce არსებობა ინტერნეტ-მაღაზიებისათვის; A/B ტესტირების ჩატარების შესაძლებლობა; ანგარიშების პერსონალიზაცია.

ანალიზის შედეგების წარმოდგენისათვის Google Analytics სისტემას მოხერხებული და დახვეწილი ვიზუალის ინტერფეისი აქვს. აქტიურადაა გა-

მოყენებული ცხრილები, მრავალფეროვანი გრაფიკები და დიაგრამები. საილუსტრაციოდ, ნახ.7-ზე, მოყვანილია საიტის ტრაფიკის ანალიზის შედეგების ეკრანული ფორმა.

სისტემის ნაკლად შეიძლება ჩაითვალოს: მომხმარებელთა კრებსითი დემოგრაფიული მონაცემების არარსებობა; საიტით სარგებლობის მოხერხებულობის შეფასებისათვის თვალსაჩინოების არარსებობა; იშვიათად მონაცემების დამახინჯება.

განსაკუთრებული აღნიშვნის ღირსია, რომ Google Analytics ინტეგრირებულია რეკლამის მიმწოდებელ Google Adwords სისტემასთან და ამ უკანასკნელის მენეჯმენტს შეუძლია მოახდინოს სარეკლამო და მარკეტინგული კომპანიების ოპტიმიზაცია Google Analytics სისტემიდან მიღებული მონაცემების ანალიზის საფუძველზე.

1.4.3. მოდული Google Analytics E-commerce

კომერციული საიტების უმრავლესობა ფუნქციობის სტატისტიკური ანალიზისათვის Google Analytics სისტემის სპეციალურად ამ სფეროზე ორიენტირებულ E-commerce მოდულს იყენებს. საიტზე ამ მოდულის დასაყენებლად საკმარისია საჭირო გვერდზე მისი კოდის დამატება. მოდულის მიერთების შემდეგ საიტის მენეჯმენტისათვის მისაწვდომი იქნება ისეთი ანალიტიკური მონაცემების ფართო სპექტრი როგორცაა: [36,37]

- შემოსავლიანობა (გაყიდვების მოცულობა);
- ტრანზაქციათა ანუ მომხმარებელთა მიერ შეძენათა რაოდენობა;
- გაყიდული საქონლის ნუსხა და რაოდენობა;
- უნიკალური გაყიდვების (შეკვეთების) რაოდენობა;
- ტრანზაქციის კოეფიციენტი (ტრანზაქციათა რიცხვის შეფარდება სეანსების რაოდენობასთან);
- საშუალო სტატისტიკური ტრანზაქცია და სხვ.

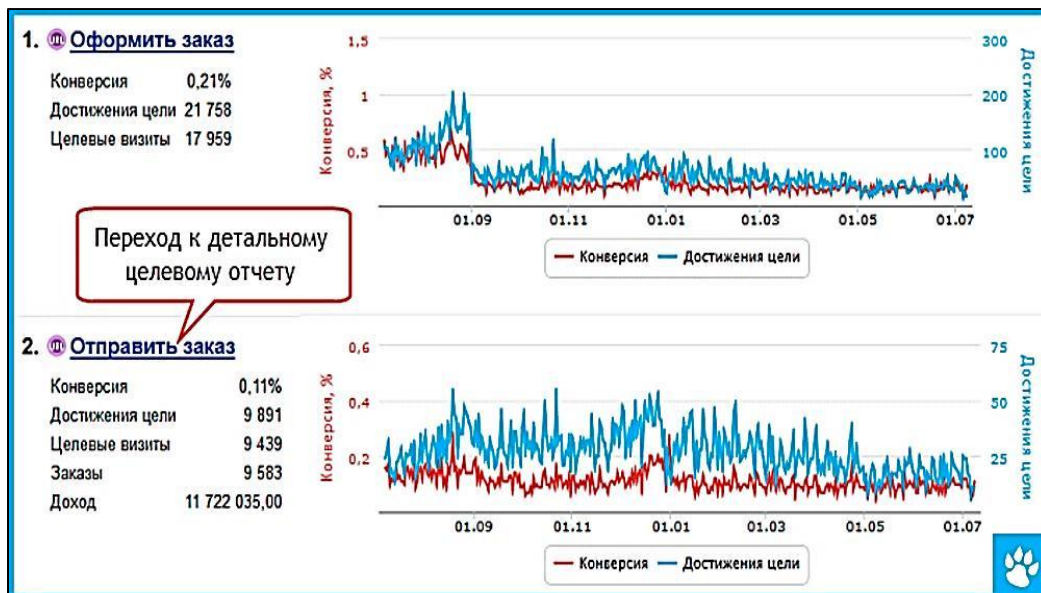
აღსანიშნავია, რომ ყველა ამ ანგარიშის ფორმირება შესაძლებელია ტრაფიკის ცალკეული არხებისათვის, რაც საშუალებას იძლევა შევადაროთ ტრაფიკის სხვადასხვა წყაროს ეფექტიანობა, გადავხედოთ დანახარჯებს და გავზარდოთ ბიზნესის მოგება.

1.4.4. სისტემა Yandex.Metric

სერვისი Yandex.Metric გამოიყენება საიტის ტრაფიკის, აუდიტორიის ქცევისა და სარეკლამო კომპანიების პროდუქტიულობის შესაფასებლად. სერვისის ფუნქციების თვალსაზრისით ეს სისტემა Google Analytics სისტემის ანალოგურია. მისი უპირატესობები შემდეგია: [38]

- შერწყმულია კონტექსტური რეკლამის Yandex Direct სისტემასთან;
- შეუძლია აკონტროლოს მომხმარებელთა ზარები Yandex Direct და Yandex Marcet სისტემებიდან;
- შემოსავლიანობის შეფასების შესაძლებლობა;
- შკვთებზე უარის თქმათა სარწმუნო მაჩვენებლები;
- ტრაფიკის დემოგრაფიული მაჩვენებლები;
- ანალიზის შედეგების ასახვა მობილურ გაჯეტებზე.

ნახ 1–ზე მოყვანილია Yandex Metric სისტემაში კონვერსიის თაობაზე ანგარიშის ნიმუში. მასზე ასახულია მომხმარებლის მიერ მითითებული შემდეგი რიცხვითი მაჩვენებლები:



ნახ. 8. კონვერსიის ანალიზი Yandex Metric სისტემაში

- კონვერსიის პროცენტული მაჩვენებელი;
- მიზნობრივი ტრაფიკის მოცულობა;
- შეკვეთათა რაოდენობა;
- ჯამური შემოსავლიანობა.

Yandex Metric სისტემის უარყოფით მხარედ შეიძლება ჩაითვალოს ის გარემოება, რომ მისი მეშვეობით შეუძლებელია მომხმარებელთა დაყოფა მიზნობრივ სეგმენტებად და შესაბამისი ანგარიშების მიღება.

1.5. საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციობის შეფასების ანალიზური მოდელები

კომერციული დანიშნულების საიტის ტრაფიკისა მისი ფუნქციობის ეფექტიანობის პროგნოზირება და შეფასება თანამედროვე ელექტრონული კომერციის აქტუალური ამოცანაა. კომერციული საიტების ტრაფიკის შეფასება საჭიროა შემდეგი მიზნებისათვის: 1) მომხმარებლებისათვის მთლიანად საიტისა და მისი ცალკეული გვერდების მიმზიდველობის გამოსაკვლევა; 2) კონვერსიის ასამაღლებლად; 3) საიტის სტრუქტურისა და ნავიგაციის პროცესის ოპტიმიზაციისათვის. 4) დაპროექტების სტადიაში საიტის ეფექტიანობის პროგნოზირებისათვის.

საიტის ტრაფიკის შეფასების არსებულ მაჩვენებელთაგან, ინფორმატიულობის თვალსაზრით, ყველაზე ხშირად გამოიყენება შემდეგი მეტრიკები: ა) საიტზე ვიზიტების სიხშირე (უნიკალური მნახველები); ბ) საიტზე და მის ცალკეულ გვერდებზე დაყოვნების საშუალო დრო; გ) დათვალიერებული გვერდების რაოდენობა; დ) საიტის თვალიერების მარშრუტები. აღნიშნული მაჩვენებლების გამოყენება საიტის ფუნქციობის შესაფასებლად არ ითვალისწინებს საიტზე შესვლისა და ნავიგაციის პროცესის მთავარ დამახასიათებელ თვისებას, კერძოდ, მის შემთხვევით ხასიათს (სტოქასტურობას). ეს იმითაა განპირობებული, რომ ვებ-ანალიტიკის ინსტრუმენტებით მიღებული ცალკეული პარამეტრების სტატისტიკური შეფასებები ახასიათებენ ამ პროცესის მხოლოდ გარკვეულ ასპექტებს და არ ითვალისწინებენ კავშირს ამ ასპექტებს შორის. ამგვარი მიდგომა ყოველთვის არ იძლევა სრულ სურათს საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციობის თაობაზე და ანალიზის არასანდო შედეგებს გვაძლევს. [39]

ვინაიდან საიტზე მიმდინარე პროცესებს გამოკვეთილად შემთხვევითი ხასიათი აქვთ, მათი დროითი მახასიათებლების შეფასებისათვის შესაძლებელია ანალიზური მოდელირების მეთოდების გამოყენება. რიგ ლიტერა-

ტურულ წყაროებში განხილულია საიტის ეფექტიანობის მაჩვენებლების შეფასებისა და პროგნოზირების მოდელები, რომლებიც დაფუძნებულია სტატისტიკური ანალიზის მეთოდებსა და მათემატიკური მოდელირების პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებულ დროითი მწკრივების ანალიზის, მასობრივი მომსახურების თეორიისა და მარკოვის დისკრეტული პროცესების აპარატზე.

მნიშვნელოვანია ის გარემოებაც, რომ ანალიზური მოდელების შემუშავება და გამოყენება საშუალებას იძლევა შევადგინოთ ტრაფიკის მახასიათებლები არა მხოლოდ საიტის ფუნქციონის პროცესში, არამედ მის შექმნამდეც, ე.ი. დაპროექტების პროცესში. ეს საშუალებას იძლევა გაკეთდეს სამომავლო პროგნოზი, შეფასდეს კომერციული დანიშნულების ინტერნეტ-საიტში ინვესტირების ჩადების სარგებლიანობა, მოხდეს მისი სტრუქტურისა და მასში ნავიგაციის პროცესის ოპტიმიზაცია.

1.5.1. საიტის ტრაფიკი როგორც შემთხვევითი პროცესი

საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკი თავისი არსით წარმოადგენს შემთხვევით პროცესს, რომელიც დროში მასზე ვიზიტების ინტენსივობას აღწერს.

მათემატიკური აღწერილობით, საიტის ტრაფიკის შესაბამისი პროცესი წარმოადგენს $X(t)$ ფუნქციას, რომლის მნიშვნელობები, დროის ნებისმიერ მომენტში, შემთხვევითი სიდიდეებია. მკაცრად თეორიული მიდგომით, $X(t)$ შემთხვევითი პროცესი განიხილება როგორც დროის $x_k(t)$ ფუნქციების (ე.წ. ანსამბლების) ერთობლიობა, რომელთაც საერთო ალბათური და სტატისტიკური კანონზომიერებები გააჩნია. $X(t)$ შემთხვევითი პროცესის რეგისტრაციისას გარკვეულ დროით ინტერვალზე, ხორციელდება პროცესის უამრავ შესაძლო რეალიზაციებიდან, ერთეულოვანი $x_k(t)$ რეალიზაციის ფიქსაცია, რომელსაც შემთხვევითი პროცესის შერჩევითი ფუნქცია ეწოდება. ცალკეული შერჩევითი ფუნქცია არ ახასიათებს შემთხვევით პროცესს მთლიანობაში, მაგრამ გარკვეულ პირობებში, მის საფუძველზე, შესაძლებელია მიღებულ იქნეს მთელი პროცესის ალბათური და სტატისტიკური შეფასებები. [40–45]

ტრაფიკის, როგორც შემთხვევითი პროცესის ანალიზის აქტუალური საკითხია მისი განაწილების კანონის განსაზღვრა, რაც გულისხმობს შემთხვევითი სიდიდის შესაძლო მნიშვნელობებსა და მათი დაკვირვების ალბათობებს შორის შესაბამისობის დადგენას. ამ კანონის მათემატიკურ გამოხატულებას წარმოადგენს შემთხვევითი სიდიდის ალბათობის განაწილების ფუნქცია $F(x, t_i)$, რომელიც გვიჩვენებს ალბათობას იმისას, რომ დროის t_i მომენტში $X(t_i)$ შემთხვევითი სიდიდის მნიშვნელობა არ გადააჭარბებს x მნიშვნელობას:

$$F(x, t_i) = P\{X(t_i) \leq x\}.$$

საიტის ტრაფიკის, როგორც შემთხვევითი პროცესის კვლევის მნიშვნელოვან ასპექტს წარმოადგენს მისი სტაციონარულობა-არასტაციონარულობის ანალიზი. არასტაციონარული პროცესის ალბათური და სტატისტიკური თვისებები დროზე დამოკიდებული და მათი შეფასება შესაძლებელია მხოლოდ დროის ცალკეული მომენტებისათვის, პროცესის მაფორმირებელი შერჩევითი ფუნქციების (ანსამბლების) გასაშუალოების გზით. პრაქტიკაში, მეტწილად, არ არის შესაძლებელი მივიღოთ შემთხვევითი პროცესის იმ რაოდენობის რეალიზაციები, რაც მისი მახასიათებლების სარწმუნოდ შეფასების საშუალებას მოგვცემდა. ეს ართულებს არასტაციონარული პროცესების ანალიზს.

სტაციონარული პროცესის მახასიათებლები დროში არ იცვლება. მას აქვს გარკვეული საშუალო მნიშვნელობის გარშემო შემთხვევითი რხევების ხასიათი. განასხვავებენ სტაციონარულ პროცესებს ვიწრო და ფართო გაგებით. შემთხვევით პროცესს ეწოდება სტაციონარული ვიწრო გაგებით, თუ მისი ალბათობათა განაწილების ფუნქცია არ იცვლება დროის t_1, t_2, \dots, t_n მომენტების Δt სიდიდით წანაცვლებისას:

$$f(x_1, t_1; x_2, t_2; \dots; x_n, t_n) = f(x_1, t_1 + \Delta t; x_2, t_2 + \Delta t; \dots; x_n, t_n + \Delta t).$$

შემთხვევითი პროცესი სტაციონარულია ფართო გაგებით, თუ მისი მათემატიკური მოლოდინი $M_x(t)$ არის მუდმივი, ხოლო კორელაციური ფუნქცია დამოკიდებული მხოლოდ არგუმენტთა სხვაობაზე:

$$M_x(t) = \text{const}; R_x(\tau) = R_x(t_2 - t_1).$$

ფართო გაგებით სტაციონარულობა საგრძნობლად ამარტივებს შემთხვევითი პროცესების პრაქტიკულ მოდელირებასა და ანალიზს.

შემთხვევითი სტაციონარული პროცესების მნიშვნელოვან თვისებას წარმოადგენს მათი *ერგოდიულობა*. პროცესი ერგოდიულია, თუ მისი ყველა სტატისტიკური თვისება შეიძლება განისაზღვროს ერთი ნებისმიერი რეალიზაციის მიხედვით. ერგოდიული აგრეთვე შეიძლება ვუწოდოთ პროცესს, რომლისთვისაც საშუალო მნიშვნელობა დროის მიხედვით, ტოლია საშუალო მნიშვნელობისა ანსამბლის მიხედვით. ეს გარემოება შესაძლებელს ხდის საშუალო სიდიდის გამოყენებას ტრაფიკის, როგორც შემთხვევითი პროცესის საკმაოდ გრძელი რეალიზაციისათვის.

1.5.2. საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციობის შეფასების სტოქასტური მოდელები

სამეცნიერო ლიტერატურაში განხილულია რიგი მოდელებისა, რომლებიც ითვალისწინებენ მომხმარებელთა მიერ საიტით სარგებლობის შემთხვევით ხასიათს. ამ მეთოდის საფუძველზე აიგება სტოქასტური მოდელები, რომლებიც დაფუძნებულია მათემატიკური მოდელირების პრაქტიკაში ფართოდ გავრცელებულ მასობრივი მომსახურების თეორიისა და მარკოვის პროცესების აპარატზე. [46,47]

მარკოვის მოდელები, ძირითადად, აღწერენ მომხმარებლის ქცევას საიტზე ნავიგაციის პროცესში, ხოლო მასობრივი მომსახურების მოდელების საშუალებით შეიძლება მივიღოთ საიტის ფუნქციობის დროითი მახასიათებლები მისი დაპროექტებისა და ექსპლუატაციის პროცესში.

1.5.2.1. მარკოვის მოდელები

კომერციული საიტი შეიძლება განხილულ იქნეს, როგორც სტოქასტური ხასიათის დისკრეტული სისტემა, რომელში მიმდინარე პროცესებს ხშირად მარკოვის ან მასთან გარკვეულად დაკავშირებული პროცესის ხასიათი აქვს.

ლიტერატურული წყაროების ანალიზი აჩვენებს, რომ საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციობის შეფასების მარკოვის მოდელები ემსახურებიან საიტზე მომხმარებლის ქცევის ანალიზს და გამოიყენება ისეთ ამოცანათა გადასაწყვე-

ტად, როგორცაა: [48]

–ტრაფიკის მოცულობის მიხედვით საიტის გვერდების რანგირება (მაგალითად, ოპტიმალური სარეკლამო სტრატეგიის განსაზღვრის მიზნით);

–თავად საიტების რანგირება მომხმარებელთათვის მათი სარგებლიანობის დადგენის მიზნით;

–საიტის სტრუქტურისა და ნავიგაციის პროცესის ოპტიმიზაცია.

აღნიშნული მოდელების აგებასა და ანალიზს ეძღვნება რიგი სამეცნიერო ნაშრომებისა [49–54], რომლებშიც ხაზგასმულია ის გარემოება, რომ „კლიენტი–საიტი“ დისკრეტული სისტემის ქცევას კარგად ეთანადება მარკოვის პროცესების მახასიათებელი თვისებები, ვინაიდან ალბათობა იმისა, რომ რომელიმე გვერდზე შესული კლიენტი დათვალიერების გაგრძელების შემდგომ მარშრუტს წინმსწრები მარშრუტის ხასიათის მიხედვით აირჩევს, ძალზე მცირეა. ზოგადი მიდგომა მარკოვის მოდელების აგებისადმი, რომელსაც ეფუძნება უმრავლესი ლიტერატურული წყარო შემდეგია:

კომერციული საიტი, როგორც „კლიენტი–საიტი“ ტიპის დისკრეტული სისტემა დროის ყოველ მომენტში სისტემა შეიძლება იმყოფებოდეს $K+1$ რაოდენობის S_0, S_1, \dots, S_K მდგომარეობებში ნომრებით $k=0, 1, \dots, K$, სადაც S_0 –ინტერნეტის ნებისმიერ სხვა რესურსზე მომხმარებლის ყოფნის მდგომარეობაა; S_1 –მოცემული საიტის მთავარ გვერდზე ყოფნის მდგომარეობაა; S_k – k ნომრის მქონე საიტის გვერდზე ყოფნის მდგომარეობაა. ვინაიდან მომხმარებელს ნებისმიერ S_1, \dots, S_K მდგომარეობაში მოხვედრა შეუძლია მხოლოდ სხვა საიტიდან ან ბრაუზერის სამისამართო სტრიქონში $1, \dots, K$ გვერდებიდან ერთ–ერთის მისამართის აკრეფით, ცალკეულ მდგომარეობებში ყოფნის ალბათობათა საწყის განაწილებას აქვს სახე:

$$P_0(0)=1, P_i(0)=0, i=1, 2, \dots, K.$$

მარკოვის პროცესი სრულადაა განსაზღვრული თუ ალბათობათა საწყის განაწილებასთან ერთად ცნობილია მდგომარეობებში გადასვლების პირობით ალბათობათა C_{ij} მატრიცა ($i=0, \dots, K; j=0, \dots, K$) და ცალკეულ მდგომარეობებში ყოფნის საშუალო დროები T_i . ამისათვის, საჭიროა საიტის ტრაფიკზე დაკვირვება დროის ისეთი პერიოდის მანძილზე, რომელიც საკმარისია

სტატისტიკურად სარწმუნო მონაცემების მისაღებად. დაკვირვების პროცესში, ვებ-სტატისტიკის ინსტრუმენტების მეშვეობით, მიღებულ უნდა იქნეს საიტის ფუნქციობის შემდეგი მაჩვენებლები:

–ერთი გვერდიდან სხვა გვერდებზე გადასვლები. ეს არის მოვლენები, რომელთაც შეესაბამება გადასვლათა C_{ij} მატრიცის ელემენტები;

–საიტზე შემოსვლები. ეს არის მოვლენები, რომლებსაც შეესაბამება მატრიცის C_{0j} სტრიქონის ელემენტები;

$$P_k = \sum_{j=0}^K C_{jk} \cdot P_j, \text{ როცა } k = 0, 1, \dots, K, \sum_{k=0}^K P_k = 1.$$

შემდგომ, განისაზღვრება ცალკეულ მდგომარეობებში ყოფნის F_i ფინალური ალბათობები, რომლებიც შეწონილია მდგომარეობებში დაყოვნების T_i საშუალო დროებით:

$$F_i = P_i T_i \left(\sum_{j=0}^k P_j T_j \right)^{-1}.$$

F_i ფინალური ალბათობები მთავარი შინაარსობრივი პარამეტრებია, რომელთა საფუძველზე შეიძლება განხორციელდეს საიტის გვერდების რანგირება ისეთი მიზნებისათვის როგორცაა: რეკლამის ოპტიმალური განთავსება, გვერდების ტრაფიკის შედარებითი შეფასება, მომხმარებლებისათვის გვერდების სარგებლიანობის ხარისხის დადგენა.

მკვლევარები აღნიშნავენ საიტის ფუნქციობის შესაფასებლად მარკოვის მოდელების პრაქტიკული გამოყენების გარკვეულ სირთულეებს და შრომატევადობას, რაც უკავშირდება საკვლევი სისტემის ალბათური მახასიათებლების ზუსტი შეფასებების მიღებას და ალგებრულ განტოლებათა, (არასტაციონარული ტრაფიკის შემთხვევაში კი დიფერენციალურ განტოლებათა) ამოხსნის საჭიროებას. [52,54]

1.5.2.2. მასობრივი მომსახურების სისტემათა მოდელები

კომერციული საიტის ტრაფიკის ეფექტიანობის მნიშვნელოვან მახასიათებელს წარმოადგენს საიტზე მომხმარებლის დაყოვნების დრო. როდესაც საიტი უკვე შექმნილია, ამ მაჩვენებლის შეფასება შესაძლებელია ვებ-ანა-

ლიტიკის ინსტრუმენტების საშუალებით, მაგრამ არანაკლებ მნიშვნელოვანია საიტის დროითი მახასიათებლების შეფასება მის შექმნამდე, ე.ი. პროექტირების პროცესში.

ლიტერატურის ანალიზი აჩვენებს, რომ რიგი ავტორებისა, მიუთითებს რა საიტზე მიმდინარე პროცესების ალბათურ ხასიათზე, დაპროექტების ეტაპზე ვებ-საიტის ტრაფიკის დროითი პარამეტრების შესაფასებლად იყენებს მასობრივი მომსახურების თეორიის მეთოდებს. ამ შემთხვევაში, კომერციული საიტის მოდელი წარმოდგენილია მასობრივი მომსახურების გახსნილი ქსელის სახით, რომლის ყოველი კვანძი (გვერდი) წარმოადგენს მასობრივი მომსახურების სისტემას და საიტის გვერდებზე მომხმარებლის დაყოვნების დროის მოდელირებას ახდენს. [55–58]

მასობრივი მომსახურების სისტემათა მოდელების საშუალებით, საიტის დაპროექტების ეტაპზე შეიძლება გადაწყვეტილი იქნეს შემდეგი ამოცანები:

–საიტის მომსახურებელთა მაქსიმალურად შესაძლო ნაკადის განსაზღვრა საიტზე დაყოვნების მოცემული დროისა და საიტზე ერთდროულად მყოფი მომხმარებლების მაქსიმალურად შესაძლო რიცხვის შემთხვევაში;

–გვერდზე მომხმარებლის დაყოვნების მაქსიმალური დროის შეფასება, დაყოვნების საშუალო დროისა და საიტის დამთვალიერებელთა ნაკადის ინტენსივობის მოცემული მნიშვნელობების პირობებში;

–გვერდზე მომხმარებლის დაყოვნების მაქსიმალური დროის, საიტის დამთვალიერებელთა მაქსიმალური რიცხვისა და შემავალი ნაკადის ინტენსივობისაგან დამოკიდებულების გამოკვლევა, საიტზე ყოფნის საშუალო დროის მოცემული მნიშვნელობისას.

მოდელის აგების ამოცანა შემდეგნაირად დაისმის: [55]

ცნობილია საიტის გვერდების n რაოდენობა და შემდეგი პარამეტრები:

T_{s_i} – i -ურ გვერდზე მომხმარებლის ყოფნის საშუალო დრო $i=1, \dots, n$;

λ_i –გვერდზე შემავალი ნაკადის ინტენსივობა. ეს პარამეტრი, ფაქტიურად, აღნიშნავს გვერდზე გარედან და არა ამ საიტის სხვა გვერდებიდან შესულ მომხმარებელთა რაოდენობას;

$\|P_{ij}\|$, $i=0, \dots, n$ – საიტის გვერდებს შორის გადასვლების ალბათობათა მატრიცა. ნულოვანი კვანძის ($i=0$) ქვეშ იგულისხმება მომსახურებაზე განაცხადის გარე წყარო;

P_m – საიტის მომხმარებელთა ის წილი, რომლისთვისაც გამოითვლება დაყოვნების მაქსიმალური დრო.

აღნიშნულ პარამეტრებზე დაყრდნობით საჭიროა განისაზღვროს:

T_{q_0} – საიტზე მომხმარებლის დაყოვნების საშუალო დრო;

$T_{q_{m_0}}$ – საიტზე მომხმარებლის დაყოვნების მაქსიმალური დრო. ეს არის დრო, რომელიც რომლის გადამეტება შესაძლებელია მხოლოდ მომხმარებელთა გარკვეული P_m რაოდენობისათვის. ჩვეულებრივ, ამ დროისათვის იღებენ სტანდარტულ მნიშვნელობას $P_m=0.9$ ან $P_m=0.95$;

T_{q_i} , $i=1, \dots, n$ – i -ურ გვერდზე მომხმარებლის დაყოვნების საშუალო დრო;

P_i , $i=1, \dots, n$ – მომსახურებაზე უარის თქმის ალბათობა. ამ პარამეტრის ქვეშ იგულისხმება i -ურ გვერდზე მომხმარებლის შესვლის შეუძლებლობა.

მასობრივი მომსახურების სისტემაში ან ქსელში მოთხოვნის (მომხმარებლის) ყოფნის საშუალო დრო, სტაციონარული რეჟიმისათვის, განისაზღვრება როგორც იმ დროითი ინტერვალების მათემატიკური მოლოდინი, რომელიც გასულია სისტემაში მოთხოვნის შესვლის მომენტიდან გამოსვლის მომენტამდე და არ არის დამოკიდებული მომსახურების რეგიტობაზე:

$$T_q = \sum_{i=1}^k a_i \cdot T_{q_i} ,$$

სადაც k -კვანძების (გვერდების) რაოდენობაა; T_{q_i} - i -ურ კვანძში მოთხოვნის დაყოვნების საშუალო დროა; a_i -გარე წყაროდან ქსელის კვანძებზე მოთხოვნათა გადაცემის კოეფიციენტების ვექტორის i -ური ელემენტია, რომელიც განისაზღვრება სისტემიდან სისტემაში მოთხოვნათა გადაცემის ალბათობათა $P=(p_{ij})$ მატრიცისა და გარე წყაროდან ქსელის კვანძებში მოთხოვნათა გადაცემის ალბათობის P_0 ვექტორის საშუალებით:

$$\alpha = (I - P^T)^{-1} P_0 ,$$

სადაც I ერთეულოვანი მატრიცაა.

მასობრივი მომსახურების ანალიტიკური მოდელების გამოყენება საშუალებას იძლევა შეფასდეს საიტზე მომხმარებელთა დაყოვნების არა მხოლოდ საშუალო, არამედ რაც უფრო მნიშვნელოვანია, სისტემაში მოთხოვნის დაყოვნების მაქსიმალური დრო. მასობრივი მომსახურების სისტემაში მოთხოვნის ყოფნის მაქსიმალური დრო არის დროის ის პერიოდი, რომლის გადამეტებაც დასაშვებია მხოლოდ კლიენტთა გარკვეული, წინასწარ განსაზღვრული P_m რაოდენობისათვის. მასობრივი მომსახურების მრავალარხიანი სისტემებისათვის, როგორც კომერციული საიტი წარმოადგენს, სისტემაში დაყოვნების T_{qm} მაქსიმალური დრო გამოითვლება შემდეგი ტრანსცენდენტული განტოლებიდან : [56]

$$a_1 \cdot e^{-\mu_1 T_{qm}} + a_2 \cdot e^{-\mu_2 T_{qm}} - (1 - P_m) = 0 ,$$

სადაც $\alpha_1, \mu_1, \alpha_2, \mu_2$ - ჰიპერექსპონენციალური (აბსოლუტურად უწყვეტი) განაწილების პარამეტრებია, რომლებიც განისაზღვრებიან T_q დაყოვნების საშუალო დროისა და C_q^2 ვარიაციის კოეფიციენტის კვადრატის მეშვეობით:

$$a_1 = \frac{1}{2} \left(1 - \frac{\sqrt{C_q^4 - 1}}{C_q^2 - 1} \right)$$

$$\alpha_2 = 1 - \alpha_1; \quad \mu_1 = 2 \cdot \alpha_1 / T_q; \quad \mu_2 = 2 \cdot \alpha_2 / T_q;$$

მოდელის აგებისას, მნიშვნელოვან საკითხს წარმოადგენს მასობრივი მომსახურების სისტემის ისეთი ტიპის შერჩევა, რომელიც ადეკვატურად ასახავს საიტის გვერდებზე მიმდინარე პროცესებს. ვინაიდან ყოველ გვერდზე ერთდროულად რამდენიმე მომხმარებელი შეიძლება იყოს, მოდელების უმრავლესობა იყენებს G/G/k/0 ტიპის (დ. კენდალის კლასიფიკაციის მიხედვით) მრავალარხიანი მასობრივი მომსახურების სისტემას დანაკარგებით ანუ მომსახურებარზე უარის თქმის შესაძლებლობით. [57,58]

აღნიშნული მოდელების გამოყენებით, კომერციული საიტის დაპროექტების ეტაპზე, შესაძლებელია მისი მახასიათებელი პარამეტრების გამოკვლევა გვერდების k რაოდენობის ფართო დიაპაზონში ცვლილებისას. ეს გარემოება საშუალებას იძლევა შეფასდეს იმ აპარატურის ტექნიკური მახასიათებლები, რომელიც ვებ-სერვერის სახით გამოიყენება და გავლენას ახდენს

საიტის ფუნქციობის ეფექტიანობაზე. საიტის ექსპლუატაციის პროცესში შესაძლებელია მოდელირების შედეგების შედარება ვებ-ანალიტიკის ინსტრუმენტებით მიღებულ საიტის ფუნქციობის რეალურ მონაცემებთან, რაც მოდელის პარამეტრების დაზუსტების საშუალებას იძლევა.

აღნიშნული მოდელების ნაკლს, ისევე როგორც მარკოვის მოდელების შემთხვევაში, წარმოადგენს პრაქტიკული გამოყენების სირთულე.

1.6. დასკვნა I თავისათვის

ლიტერატურულ წყაროებზე დაფუძნებულმა ელექტრონული კომერციის სისტემების ანალიზმა აჩვენა, რომ ამ სფეროს მთავარი ამოცანა მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის უზრუნველყოფა და შენარჩუნებაა. მიუხედავად პროგრამული სისტემებისა და პლატფორმების მრავალფეროვნებისა მათი გამოყენება მოითხოვს სერვერის მნიშვნელოვან რესურსებს და ყოველთვის ვერ უზრუნველყოფს საიტის ნორმალურ ფუნქციობას მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში. ეს გარემოება აქტუალურს ხდის არსებული პროგრამული სისტემების დახვეწას და ახალი სისტემების შემუშავებას.

ელექტრონული კომერციის მეორე მნიშვნელოვანი ამოცანაა საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციობის შეფასების ეფექტიანი მეთოდებისა და მოდელების შემუშავება. ამ საკითხის კვლევის არსებული მეთოდები ძირითადად დაფუძნებულია მარკოვის პროცესებისა და მასობრივი მომსახურების სისტემათა მოდელების გამოყენებაზე, რომლებიც აღწერენ „მომხმარებელი-საიტი“ სისტემის ქცევას. აღნიშნული მოდელები მართალია ითვალისწინებენ საიტის ფუნქციობის შემთხვევით ხასიათს, მაგრამ მათი გამოყენება მოითხოვს ალბათურ მახასიათებელთა ზუსტ შეფასებებს და მნიშვნელოვან გამოთვლით პროცედურებს, რაც ართულებს მათ პრაქტიკულ გამოყენებას. აღნიშნულიდან გამომდინარე, აქტუალურია პრაქტიკული გამოყენებისათვის მოსახერხებელი საიტის ტრაფიკისა და ფუნქციობის შეფასების მარტივი და ეფექტიანი მოდელების შემუშავება, რაც ჯერ კიდევ დაპროექტების სტადიაში, საშუალებას მოგვცემს მოხდეს საიტის სტრუქტურისა და მასში ნავიგაციის პროცესის ოპტიმიზაცია, გაკეთდეს სამომავლო პროგნოზი, შეფასდეს კომერციულ საიტში ინვესტიციების ჩადების მიზანშეწონილობა.

თავი II

კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფა

თავში განხილულია კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფის მეთოდოლოგია და შესაბამისი პროგრამული პროდუქტი, რომელიც დაფუძნებულია დაპროგრამების სისტემა Python-ისა და ახლად დაპროექტებული ვებ-კარკასის გამოყენებაზე, რომელიც Framework Django და Framework Flask-ის ჰიბრიდს წარმოადგენს. მოყვანილია ახალი პროგრამული უზრუნველყოფის ბაზაზე დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის საიტისათვის პროგრამული უზრუნველყოფის აპრობაციის შედეგები.

2.1. ამოცანის დასმა

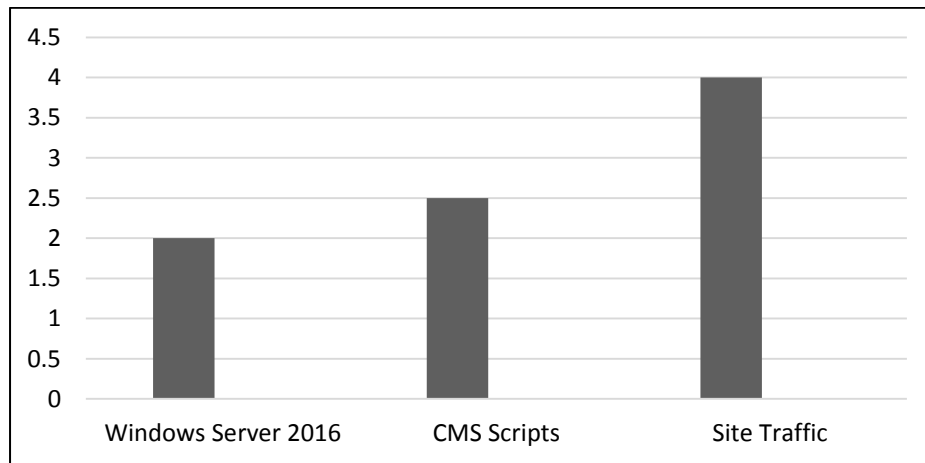
თანამედროვე ელექტრონული კომერციის სფერო, მზარდი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში, გაზრდილ მოთხოვნებს უყენებს სერვერ-კომპიუტერებს, რომლებზეც კომერციული საიტია განთავსებული. დამწყები ბიზნესისათვის, რომლისთვისაც დამახასიათებელია ფინანსური რესურსების შეზღუდულობა, მძლავრი სერვერის შექმნა, რომელიც შეძლებს საიტის ვიზიტორთა დიდ ტრაფიკს გაუძლოს, ყოველთვის ხელსაყრელი არ არის. ამიტომ, აღნიშნული პრობლემა განსაკუთრებით აქტუალურია საშუალო სიმძლავრის სერვერ-კომპიუტერებისათვის, რომელთაც არა აქვთ მზარდ მოთხოვნათა შესაბამისი ტექნიკური უზრუნველყოფა სწრაფქმედი პროცესორისა და დიდი მოცულობის ოპერატიული მეხსიერების სახით. მართალია, პროდუქციის გასაყიდად არსებობს ცნობილი ინტერნეტ-მაღაზიებიდან ერთ-ერთზე (მაგ. amazon.com, ebay.com) მისი განთავსების ალტერნატიული გზა, მაგრამ ეს მნიშვნელოვან ხარჯებთანაა დაკავშირებული.

დღესდღეობით, კომერციული საიტების პროგრამული უზრუნველყოფის, კერძოდ კი მათი CMS ბირთვების დაპროექტება ძირითადად ხდება დაპროგრამების PHP ტექნოლოგიის ბაზაზე, რომელიც სპეციალურადაა შექმნილი ვებ-საიტების ასაგებად. მიუხედავად იმისა, რომ PHP კოდი საკმაოდ სწრაფად მუშაობს, ვიზიტორთა მაღალი ტრაფიკის პირობებში საიტის

სერვერისაგან მნიშვნელოვან აპარატურულ რესურსებს მოითხოვს და მოიხმარს. აღნიშნულის დასადასტურებლად, ექსპერიმენტული დაკვირვებებისათვის შეირჩა შემდეგი მონაცემების სერვერი: პროცესორი: Intel Core2 Duo CPU 2.9Ghz, 2MB cache Processor; ოპერატიული მეხსიერება: DIMM 4GB. აღნიშნულ სერვერზე, რომელიც დღევანდელი სტანდარტების მიხედვით არ ითვლება მძლავრ მოწყობილობად, განვითავსეთ PHP ტექნოლოგიით აგებული CMS PrestaShop ბირთვის მქონე ინტერნეტ-მაღაზია. კომერციული საიტის სრულყოფილი ფუნქციონებისათვის მასში ჩაშენდა მოდულების ნაკრები: ტრანსპორტირებისა და ანგარიშსწორების ინსტრუმენტები; SEO (search engine optimization) მხარდაჭერა; ტეგების ღრუბელი; სტუმრებისა (visits) და რეგისტრირებული მომხმარებლების (visitors) სტატისტიკის აღმრიცხველი ვებ-ანალიტიკის საშუალებები და სხვ. მოდულების საერთო რაოდენობამ 51 შეადგინა. [59,60.61]

სერვერის ოპერატიულ მეხსიერებას პირველ რიგში მისი ოპერაციული სისტემა მოიხმარს. განხილულ შემთხვევაში, Windows Server 2016-ს დროებითი მეხსიერების 4GB-დან გამოყენებული ჰქონდა 2GB, დარჩენილ მეხსიერებას კი იყენებდა ინტერნეტ-მაღაზია. საიტი, ფუნქციონისას, პროცესების გარკვეულ ნარისახეობებს ამუშავებს. ყოველი ახალი სკრიპტის გაშვებისას, საიტი, მეტი მოცულობის ოპერატიულ მეხსიერებას მოიხმარს. მეხსიერების გამოყენების ინტენსივობა იზრდება და იცვლება იმის მიხედვითაც, თუ რა სახის რესურსებს მოიხმარს თითოეული ვიზიტორი. ყველა აღნიშნული დეტალის გათვალისწინებით, ოპერაციული სისტემისაგან აუთვისებლად დარჩენილ 2GB-ზე მომუშავე საიტმა, ფუნქციონის საწყის ეტაპზე, შეძლო თვეში 2110-მდე ვიზიტორის ტრაფიკისთვის გაეძლო (ნახ. 9), მაგრამ შემდეგ, როგორც ვებ-სტატისტიკით დაფიქსირდა, საიტზე წლის განმავლობაში შემოსული სტუმრებისა და დარეგისტრირებულ მომხმარებელთა რაოდენობამ PrestaShop-ზე აგებულ ინტერნეტ-მაღაზიაში **321,318**-ს მიაღწია, რაც თვეში საშუალოდ **26777** ვიზიტორს შეადგენს, ასეთი ტრაფიკის პირობებში ოპერატიული მეხსიერება ვერ უძლებდა დატვირთვას და საიტის ვიზიტორის მხარეს ხშირად ვიღებდით სტანდარტულ შეტყობინებას '500 internal

server error'. იგივე შედეგი აჩვენა PHP პლატფორმის Wordpress, Joomla და Drupal CMS-ბირთვებზე აგებული ინტერნეტ-მაღაზიების ანალიზმა. [61,63]



ნახ. 9. ოპერატიული მეხსიერების დატვირთვის დონეები

კომერციული საიტის ფუნქციონირების ეფექტიანობაში, ოპერატიულ მეხსიერებასთან ერთად მნიშვნელოვან როლს თამაშობს პროცესორი. სტაბილური ტრაფიკის პირობებში, cache-მეხსიერებაში „დაყოვნების რეჟიმის“ საშუალებით, მას შეუძლია თავიდან აიცილოს საიტის ფუნქციონირების პროცესში სხვადასხვა მიზეზით გამოწვეული გადატვირთვა, მაგრამ როდესაც ტრაფიკი მაღალია და შესაბამისად დიდია მოთხოვნა სხვადასხვა სკრიპტებზე, „დაყოვნება“ აღარ მუშაობს და ადგილი აქვს პროცესორისა და მასთან ერთად ოპერატიული მეხსიერების გადატვირთვას. ამ გარემოებას ხშირად ჰქონდა ადგილი ჩვენს მიერ სხვადასხვა CMS-ბირთვზე აგებული ინტერნეტ-მაღაზიების ანალიზისას.

აღსანიშნავია შემდეგი გარემოებაც. ამჟამად, ვებ-დაპროგრამების სფეროში შეიმჩნევა PHP და MySQL ტექნოლოგიებიდან ASP.NET და ORACLE ტექნოლოგიებზე გადასვლის ტენდენცია, რასაც გარკვეული ტექნიკურ-ფინანსური ხასიათის პრობლემები ახლავს. კერძოდ: Microsoft Visual Studio, რომელიც ASP.NET-ის ოფიციალურ სამუშაო გარემოს წარმოადგენს და გააჩნია C# ბიბლიოთეკების მთელი ნაკრები კარგი სატის დამუშავებისთვის, Microsoft-ის ოფიციალურ საიტზე \$499 ღირს; მონაცემთა ბაზის მართვის სისტემა ORACLE-ის სტანდარტული ვერსიის (Standard Edition) ფასია \$5800, ხოლო საწარმოო ვერსიისა (Enterprise Edition)-\$47500; გარდა ამისა, ORACLE-

ის ორივე ვერსიას ფუნქციობისათვის მძლავრი სერვერი სჭირდება და შესაბამისი კონფიგურაციის სისტემის შექმნა და გამოყენება დიდ დანახარჯებს მოითხოვს როგორც პროვაიდერის, ასევე შემკვეთის მხრიდან. [62,63]

ზემოთქმულის გათვალისწინებით, ნაშრომში მიზნად იქნა დასახული არსებული ვებ-კარკასების ბაზაზე კომერციული საიტის ეფექტიანი პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავება, რომელიც მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში უზრუნველყოფს საიტის გამართულ ფუნქციობას და სერვერის აპარატურული რესურსების მნიშვნელოვან ეკონომიას, რაც საშუალებას მისცემს მომხმარებელს დააპროექტოს ინტერნეტ-მაღაზია ნაკლებად მძლავრი სერვერი-კომპიუტერების ბაზაზე. [64]

2.2. დაპროგრამების სისტემის შერჩევა

ამჟამად კომერციული საიტების პროგრამული უზრუნველყოფის, კერძოდ კი მათი ვებ-კარკასებისა და CMS ბირთვების დაპროექტება, ძირითადად დაპროგრამების PHP ტექნოლოგიის ბაზაზე ხდება (იხ.1.2.1). მაგრამ, როგორც ზემოთ მოყვანილმა ექსპერიმენტული გამოკვლევის შედეგებმა აჩვენა, მათი გამართული ფუნქციობა ვიზიტორთა მაღალი ტრაფიკის პირობებში, საიტის სერვერისგან საკმაოდ მნიშვნელოვან აპარატურულ რესურსებს მოითხოვს და მოიხმარს. [63]

მართალია არსებობს Python ტექნოლოგიაზე დაფუძნებული ვებ-კარკასები (მაგალითად: Pyramid, Django, Flask), მაგრამ ისინი სრულად ვერ იყენებენ ამ ტექნოლოგიის რიგ შესაძლებლობებს, რაც სერვერის აპარატურული რესურსების მნიშვნელოვან ეკონომიას გვაძლევს.

აღნიშნული პრობლემის გადასაწყვეტად, დაპროგრამების Python ტექნოლოგიის გამოყენება, მისმა რიგმა შესაძლებლობებმა განაპირობა. ერთ-ერთი მათგანია მისი უნარი, ვებ-გვერდზე ერთხელ შესრულებული მოქმედება ავტომატურად გარდაქმნას ე.წ. ბაიტ-კოდებად (bytecode) და შეინახოს პროცესორის Cache მეხსიერებაში. თუ მომხმარებელი იგივე მოქმედების გამეორებას მოინდომებს, მისი შესრულება Cache მეხსიერებიდან ხდება და ოპერატიული მეხსიერების გამოყენებას აღარ საჭიროებს. აღმოჩნდა, რომ ამ შე-

მთხვევაში პროცესორი ბევრად სწრაფად მუშაობს და მისი მეშვეობით შესაძლებელია საიტზე მეტი მოქმედებების შესრულება, რაც ბევრად უფრო მომგებიანია სერვერის რესურსების ეფექტიანი გამოყენების კუთხით. მართალია PHP-ს აგრეთვე შეუძლია ინფორმაციის შენახვა პროცესორის Cache მეხსიერებაში, მაგრამ იგი ზემოაღნიშნული პროცესისათვის საჭიროებს C++ კომპილატორის გამოყენებას, რომელიც გარდაქმნის შესასრულებელ მოქმედებას მანქანურ კოდებად და მხოლოდ ამის შემდეგ ათავსებს პროცესორის Cache მეხსიერებაში, რაც სერვერის დამატებით დატვირთვას იწვევს. [65,66]

პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავებისას აგრეთვე იქნა გათვალისწინებული Python-ის საინტერესო შესაძლებლობა გადაანაწილოს ოპერატიული მეხსიერების დატვირთვა მყარ დისკოზე შექმნილ ვირტუალურ ოპერატიულ მეხსიერებაში. ეს გარემოება, რომელიც Python სისტემაში ვირტუალიზაციის swapper ფუნქციითაა უზრუნველყოფილი, განსაკუთრებულ შესაძლებლობას გვაძლევს ოპერატიული მეხსიერების ოპტიმალური დატვირთვის მხრივ. საიტის დიდი ტრაფიკის პირობებში, როდესაც ოპერატიული მეხსიერება სრულადაა დატვირთული და დამატებით რესურსებს საჭიროებს, მას დახმარებას უწევს მყარი დისკო. კერძოდ, swapper ფუნქცია მყარი დისკოს გარკვეულ ნაწილს გარდაქმნის ვირტუალურ ოპერატიულ მეხსიერებად, რაც ზრდის სერვერის მუშაობის სისწრაფეს. გარდა ამისა, დატვირთვის მყარ დისკოზე გადატანით საგრძნობლად მცირდება ოპერატიული მეხსიერების დატვირთვა. პროცედურულად აღნიშნული გარემოება ასე მიიღწევა: Python ყოფს ოპერატიულ მეხსიერებას ცალკეულ გვერდებად (Pages). რის შემდეგაც ხდება გვერდის გადატანა მყარ დისკოზე წინასწარ გამოყოფილ არეში (Swap Space). მაგალითად, თუ ოპერატიული მეხსიერება არის 3 GB, მყარი დისკოდან გამოიყოფა 5 GB ვირტუალური ოპერატიული მეხსიერების შესაქმნელად. უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ამ ოპერაციის შესრულება შეუძლია მხოლოდ ერთსა და იმავე პროგრამულ კოდზე მომუშავე სისტემას. ეს ნიშნავს, რომ თუ ვებ-საიტი არ არის აგებული Python-ის კოდზე, დატვირთვის გადაანაწილება მყარ დისკოზე შეუძლებელი იქნება სხვა კოდზე მომუშავე საიტისათვის. ამ შემთხვევაში, საჭიროა Swapper მო-

დულის ჩაშენება Framework-ში, რათა მასზე დაფუძნებულმა საიტმა შეძლოს კავშირი დაამყაროს მყარი დისკოს swap space არესთან. ეს პროცედურა ხორციელდება შემდეგი პროგრამული კოდის მეშვეობით: [64]

```
import swapper

Parent = swapper.load_model("reusableapp", "Parent")

Child = swapper.load_model("reusableapp", "Child")

def view(request, *args, **kwargs):

qs = Parent.objects.all( )
```

დაპროგრამების სისტემის შერჩევამ განაპირობა კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის ჰიბრიდული ვებ-კარკასის დაპროექტება.

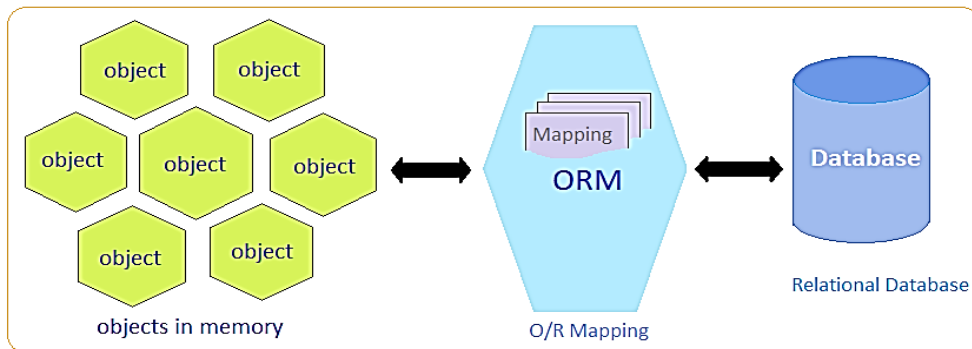
2.3. ვებ-კარკასისა და მონაცემთა ბაზის სტრუქტურა

საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის საფუძველს ვებ-კარკასი (Framework) წარმოადგენს. ჩვენს მიერ დაპროექტებული კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფა დაფუძნებულია ჰიბრიდული ვებ-კარკასის გამოყენებაზე, რომელიც ერთმანეთს უხამებს Framework-ების Django და Flask იმ თავისებურებებს, რომლებიც საინტერესოა კომერციული დანიშნულების საიტებში, გამოყენების კუთხით. [67]

მთავარი რამაც განაპირობა ჰიბრიდული კარკასის შექმნა, არის მონაცემთა ბაზასთან საიტის ურთიერთქმედების საკითხი. დაპროექტებული პროგრამული უზრუნველყოფა ორიენტირებულია საიტის MySQL მონაცემთა ბაზასთან ურთიერთობაზე. Flask უპირატესობაა ის, რომ მას გააჩნია მარტივი სტრუქტურა და საიტის ფუნქციობის პროცესში არ ხდენს გაურკვეველი კოდის გენერირებას. ნაკლია ის გარემოება, რომ იგი ავტომატურად ახდენს საიტის SQLAlchemy-ის მონაცემთა ბაზასთან დაკავშირებას, მაშინ როცა ჩვენს მიერ ჩატარებულმა ანალიზმა აჩვენა, რომ MySQL-ის მონაცემთა ბაზის ცხრილებში მონაცემები პრაქტიკულად 8-ჯერ უფრო სწრაფად თავსდება ვიდრე SQL Alchemy-ში.

გარდა აღნიშნულისა, მნიშვნელოვანი ყურადღება უნდა მიექცეს გამოყენებული ORM (Object-Relational Mapping) ტექნოლოგიის ხასიათს. ეს არის

დაპროგრამების ტექნოლოგია, რომელიც მონაცემთა ბაზებს აკავშირებს ობიექტ-ორიენტირებული დაპროგრამების კონცეპციასთან და ქმნის საიტსა და მონაცემთა ბაზას შორის კავშირის გარკვეულ ტექნოლოგიურ სტანდარტს (ნახ. 10). Object-სახეებს იმ დაპროგრამირების ენაზე (შექმნილ ობიექტ-



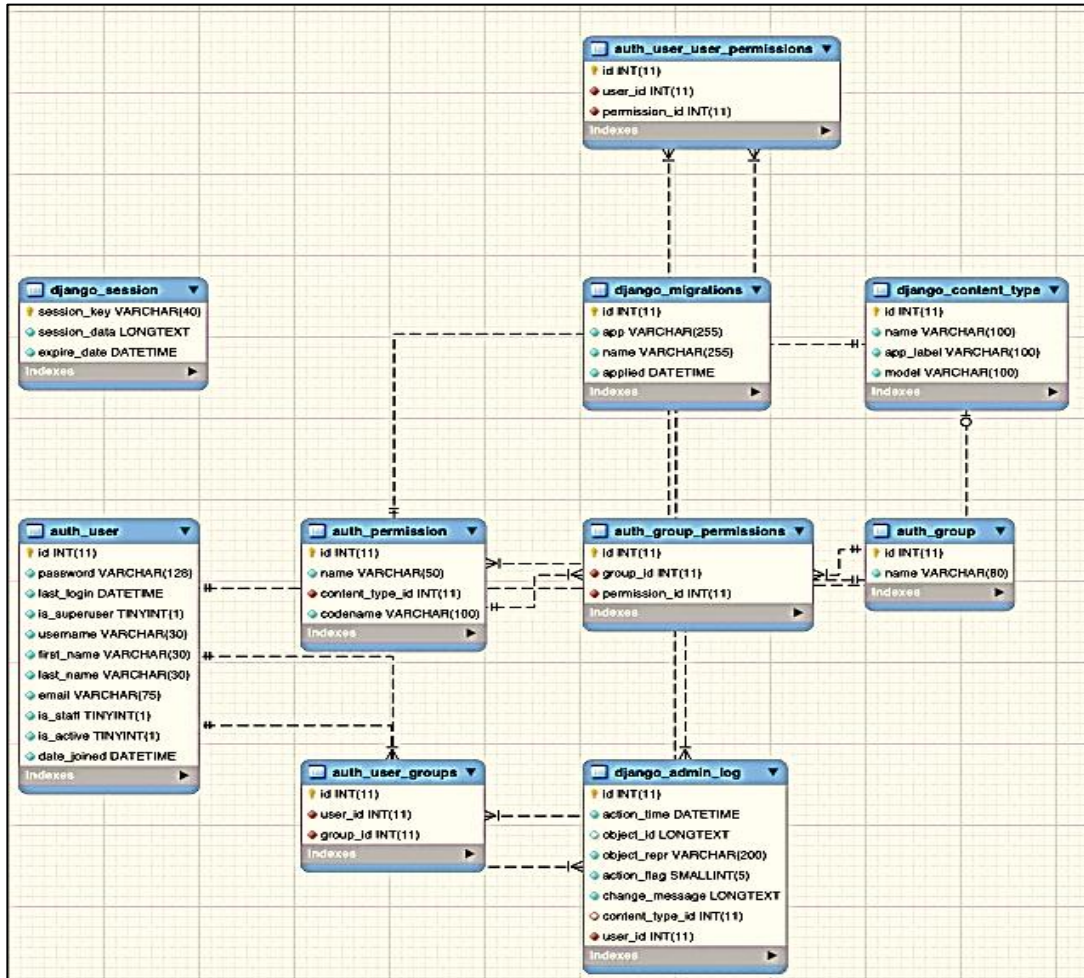
ნახ. 10. ORM ტექნოლოგიის ფუნქციური სქემა

ტებს, რომელთაც კარკასი იყენებს-ჩვენს შემთხვევაში ეს არის Python-ის ობიექტები. Relational კომპონენტი წარმოადგენს მონაცემთა ბაზას, რომლის ტიპი შეიძლება იყოს: MySQL, MSSQL, Oracle Database, PostgreSQL, SQLAlchemy და სხვ. Mapping-წარმოადგენს ობიექტისა და მონაცემთა ბაზის ცხრილების დამაკავშირებელ კომპონენტს.

Flask-ს არ გააჩნია საკუთარი ORM ტექნოლოგია. ამ მიზნით ის იყენებს SQLAlchemy-ის ORM-ს. მაგრამ იმ განსხვავების გამო, რომელიც არის Python-ის კოდზე მომუშავე ობიექტსა და მონაცემთა ბაზის სტრუქტურას შორის, SQLAlchemy ბაზა საჭიროებს დამტებით კომპონენტს (layer), რომელიც ახდენს მონაცემთა ბაზაში ობიექტის ჩაშენებას. გარდა ამისა, SQLAlchemy ბაზა, ყოველი ცხრილისთვის, მომხმარებლის მიერ Primary Key პარამეტრების განსაზღვრას მოითხოვს.

პროგრამული უზრუნველყოფის ჰიბრიდული ვებ-კარკასის მეორე კომპონენტად შერჩეულ იქნა Python-ზე აგებული ვებ-კარკასი Framework Django, რაც შემდეგი გარემოებითაა განპირობებული. Django-ს გააჩნია საკუთარი ORM, მოდელი, რომელიც მონაცემთა ბაზის ცხრილის თითოეულ სტრიქონში პირდაპირი წესით განათავსებს მონაცემებს, რაც ნაკლებად ტვირთავს მონაცემთა ბაზას. გარდა ამისა, Django დამოუკიდებლად ქმნის Primary Key-ველის შემცველობებს ბაზის ცხრილებისათვის. ნახ. 11-ზე მოყ-

ვანილია მონაცემთა ბაზის ცხრილების სტრუქტურა და მათ შორის კავშირები.



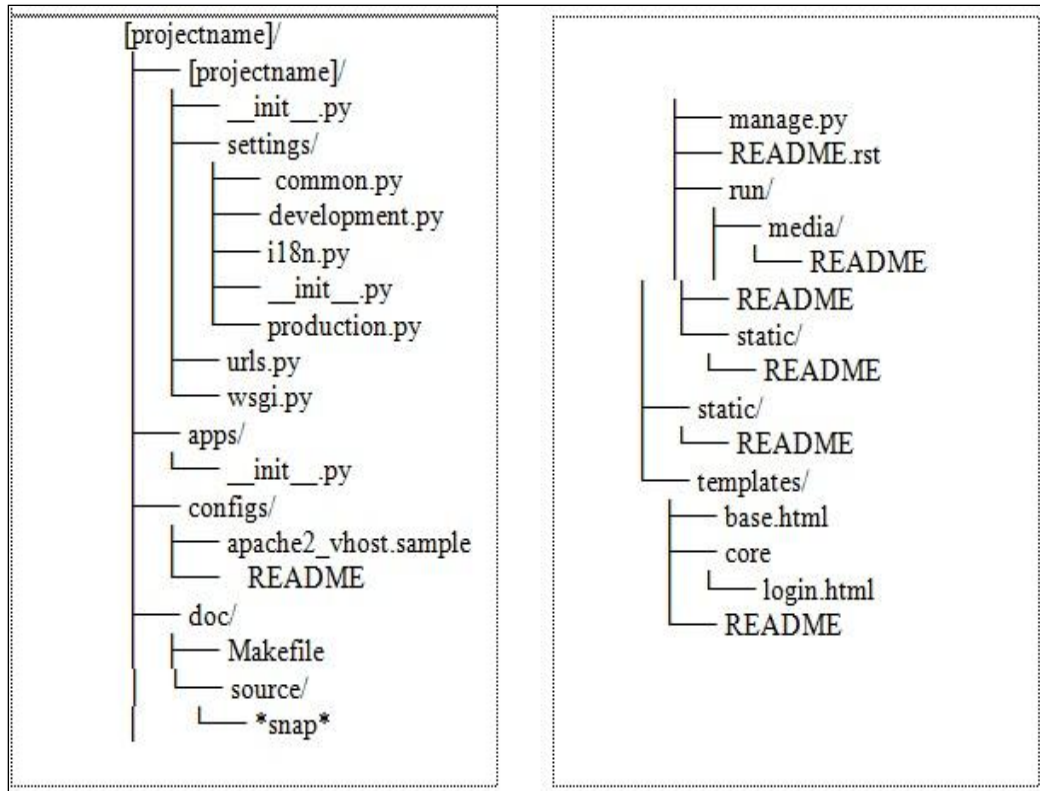
ნახ. 11. მონაცემთა ბაზის სტრუქტურა და ცხრილებს შორის კავშირები პროგრამული კოდი, რომელიც ქმნის Django კარკასის ORM ტექნოლოლოგიის კავშირს მონაცემთა MySQL ბაზასთან მოყვანილია დანართ 1-ში.

2.4. კომერციული საიტის კონტენტის მართვის სისტემა

საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის ბირთვს წარმოადგენს კონტენტის მართვის CMS სისტემა. ჩვენი მიზანია ინტერნეტ-მაღაზიის შექმნაზე ორიენტირებული ჰიბრიდული CMS სისტემის დამუშავება, აუცილებელი საგადასახადო და მარკეტინგული მოდულების ნაკრებით, რომლის ფუნქციობა არ საჭიროებს განსაკუთრებულად მძლავრ სერვერს და საიტის მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში უზრუნველყოფს საიტისა და სერვერის გამართულ მუშაობას.

ნახ.-ებზე 12,13 მოყვანილია PyCharm გარემოში შემუშავებული კომერციული საიტის კონტენტის მართვის სისტემის ფაილური სტრუქტურა, რომლის ცალკეული კომპონენტების დანიშნულება შემდეგია:

init.py -კოდის გამშვები ანუ მოქმედებაში მომყვანი პროგრამული მოდულია;



ნახ. 12. CMS სისტემის ფუნქციური ნაწილი

common.py-უზრუნველყოფს: ფაილური სისტემის განთავსებას, აპლიკაციების კონფიგურირებას, დაცვის სისტემის გამართვას, ვებ-საიტის კარკასში მუშაობისას ცვლილებების შეტანას, შეცდომების გასწორებას, რეგიონული მომართვების მხარდაჭერასა და ადაპტირებას;

development.py -ემსახურება მონაცემთა ბაზის კონფიგურირებას;

i18n.py-პროგრამული მოდულია, რომელიც ემსახურება საიტის ძირითადი ენის გა-დაყვანას ნებისმიერ სხვა ენაზე;

production.py-საშუალებას გვაძლევს შევარჩიოთ ვებ-სერვერის სასურველი კონფიგურაცია. მოდული შეიცავს ქსელში სამუშაოდ საჭირო Host/Domain სინტაქსებს;

urls.py-ქმნის URL(Uniform Resource Locator) ლოგიკას, რომელიც განსაზღ-

ვრავს ვებ-გვერდის მდებარეობას ინტერნეტის ქსელში;

wsgi.py (Web Server Gateway Interface)-წარმოადგენს ინტერფეისს ვებ-სერვერსა და ვებ-აპლიკაციებს შორის, დაპროექტებულს Python სისტემაში;

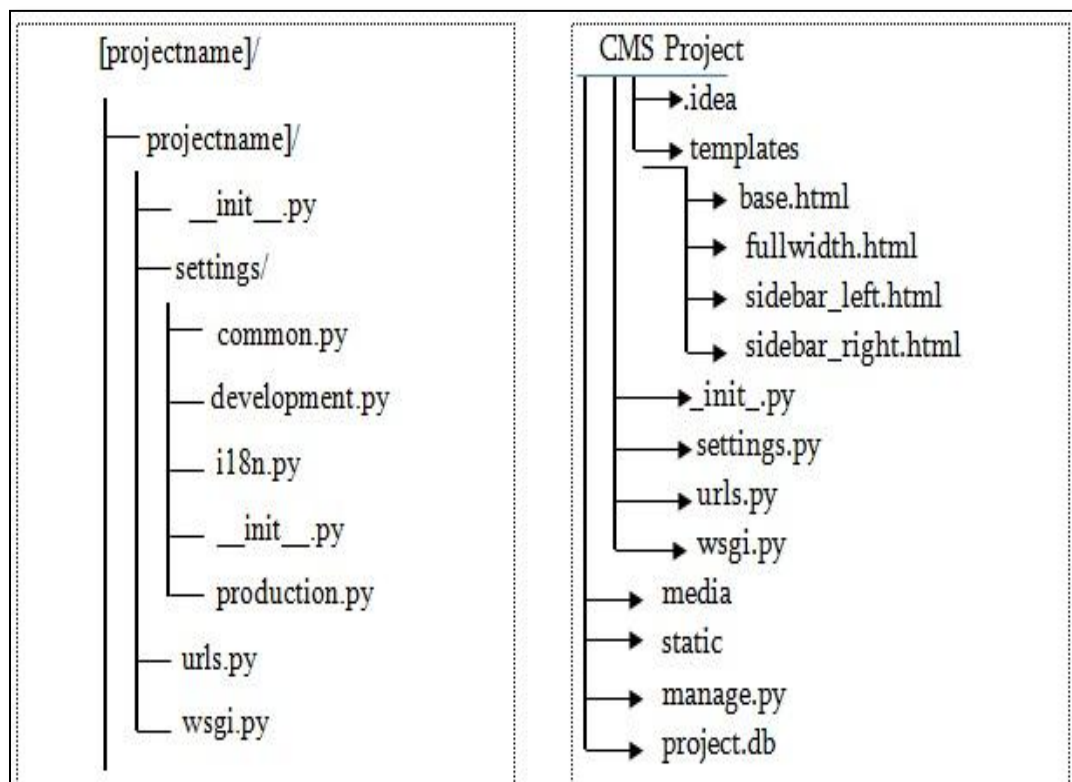
apps-მოდული ემსახურება ვებ-გვერდზე სამომხმარებლო აპლიკაციების დამატებას;

configs-მოდული შეიცავს Apache2 სერვერზე ფაილების განლაგების პროტოკოლებს;

doc-დირექტორიის ეს ნაწილი მოიცავს ინფორმაციას სტრუქტურის ფაილების შესახებ. მისი ამოშლა სტრუქტურიდან არ აზიანებს საიტს;

manage.py-შეიცავს საიტის ამჟამინდელ ფაილებს, რომელთაც რეალურ მოქმედებაში მოყავთ საიტის ადმინისტრირების სისტემა;

run/media/-ინახავს მომხმარებლის მიერ ატვირთულ ფაილებს ასეთი ნებართვის არსებობის შემთხვევაში;



ნახ. 13. CMS სისტემის ადმინისტრირების ნაწილი

run/Static-ემსახურება CSS, Javascript, image ტიპის ფაილების მართვას;

Templates-შეიცავს შაბლონებს, რომლებიც უზუნველყოფენ საიტის ვიზუალურ მხარეს.

CMS_Project ფოლდერი შეიცავს გარკვეული ლოგიკური თანმიმდევრობით, რომელიც მოიცავს html ფაილებს, Python გაფართოების ფაილებს, მონაცემთა ბაზის ფაილს.

.idea ფოლდერში ჩაშენდა სპეციალური ფაილები, რომელთა საშუალებით ხდება პროექტის IDE (Integrated Development Enviroment) ფაილების PyCharm-ში დამუშავება.

base.html-ფოლდერში დაპროექტდა საიტის ძირითადი დიზაინი.

fullwidth.html-შეიცავს ყალიბს, რომლის მეშვეობით საიტის კონტენტი კარგად მოერგება ნებისმიერი გაფართოების ეკრანს: პერსონალური კომპიუტერის, Smart Phone-ის, Tablet-ის ეკრანებს.

sidebar_left.html და sidebar_right.html-ფაილების მეშვეობით შესაძლებელია ეკრანზე მთავარი მენიუს ზოლის მდებარეობის შერჩევა.

init.py- ფაილი ემსახურება Python-ის იმ ბიბლიოთეკების იმპორტირებას, რომლებიც საიტის სრულყოფას ემსახურება. იმპორტირებულთა შორის არის ბიბლიოთეკა beautiful Soap, რომელსაც .xml და .html კოდები Python-ის მიერ აღქმად ფორმაში გადააქცავს.

settings.py- ფაილში მოთავსდა საიტის კონფიგურაციისთვის საჭირო ყველა პარამეტრი.

urls.py-ფაილი შეიცავს საიტის ნავიგაციის სისტემას, რომელიც განსაზღვრავს ვიზიტორისათვის წარსადგენი გვერდის შერჩევის პროცესს.

Wsgi.py-ფაილი შეიცავს ვებ-სერვერის Gateway ინტერფეისს. რომელიც განსაზღვრავს სერვერის პროგრამული უზრუნველყოფის ვებ-გვერდთან ურთიერთქმედების წესს.

media-ფოლდერი განკუთვნილია გრაფიკული გამოსახულებების მოსათავსებლად.

static-ფოლდერის დანიშნულებაა JavaScript და CSS ფაილების შენახვა.

manage.py-ფაილში მოთავსებულია საიტის ადმინისტრაციული ნაწილის მართვის ბრძანებები.

project.db-ფაილი უზრუნველყოფს კავშირს SQL მონაცემთა ბაზასთან, რომელშიც ჩაშენებულია მთელი საიტი.

CMS სისტემის ძირითადი სტრუქტურის შემუშავების შემდეგ, დაპროექტდა პროგრამული უზრუნველყოფის ის ნაწილი, რომელიც პასუხისმგებელია კომერციული საიტის მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში სერვერის აპარატურული რესურსების ეფექტიან გამოყენებაზე.

იმისათვის, რომ მონაცემთა ბაზა ნაკლებად დაიტვირთოს, შემუშავდა მასთან ურთიერთობის სპეციალური ალგორითმი, რომელიც საშუალებას გვაძლევს, URL მისამართის მიხედვით, მოძიებულ იქნეს ინფორმაცია საიტზე ვიზიტორის ქცევის თაობაზე. ალგორითმი რეალიზებულ იქნა Python-ის კოდში try ფუნქციის გამოყენებით:

```
def _get_server(self, key):
    if isinstance(key, tuple):
        serverhash, key = key
    else:
        serverhash = serverHashFunction(key)
    for i in range(Client._SERVER_RETRIES):
        server=self.buckets[serverhash% len(self.buckets)]
        if server.connect():
            return server, key
        serverhash = serverHashFunction(str(serverhash) + str(i))
    return;
```

კოდის პირველი სტრიქონი წარმოადგენს სერვერთან დამაკავშირებელ კოდს, რომელშიც self-მონაცემთა ბაზაში ობიექტთა კლასზე მიმართვის იდენტიფიკატურია, ხოლო key-კონკრეტულ ობიექტზე მიმართვის იდენტიფიკატორი.

კოდის მეორე სტრიქონში მდგომი instance ფუნქცია ამოწმებს თუ კლასის რომელ ქვეკლასშია გაერთიანებული ობიექტი, ხოლო tuple ფუნქცია ახდენს მონაცემთა ბაზის ობიექტთა ინდექსირებას.

კოდის ინსტრუქცია serverhash უზრუნველყოფს key პარამეტრის მიხედვით მოცემულ მომენტში ამოსარჩევი მონაცემთა ბაზის ცხრილს.

პროცედურა RETRIES უზრუნველყოფს მონაცემთა ბაზასთან განმეორებით წვდომას, სხვადასხვა მიზეზთა გამო წარუმატებელი ცდების შემთხვე-

ვაში. კოდის შემდეგი სტრიქონი ოპერატიულ მეხსიერებას გარდაქმნის ერთგვარ დამგროვებლად, საიდანაც, განმეორებითი ჩატვირთვისას, ვიზიტორს ეგზავნება წინა ვიზიტის ისტორია მონაცემთა ბაზის გვერდის ავლით.

If-Else ბლოკში მოწმდება იმყოფება თუ არა ვიზიტის ისტორია ოპერატიულ მეხსიერებაში. დადებითი პასუხის შემთხვევაში ის ეგზავნება ვიზიტორს, წინააღმდეგ შემთხვევაში მოხდება მისი პირველი გენერირება.

Return ინსტრუქციასაბამის გვერდს გაუგზავნის ვიზიტორს.

განხილული კოდი ჩართულ იქნა Python-ის ბიბლიოთეკაში და მოხდა მისი იმპორტი `_init_.py` ფაილში.

აღსანიშნავია, რომ ოპერატიულ მეხსიერებაში არ გადადის საიტის ტექსტური მხარე, რადგან თუ ის შეიცვლება, მომხმარებლის ვიზიტისას მის ეკრანზე ძველი ტექსტური ინფორმაცია აისახება. შედეგად, კონკრეტულ უნიკალურ ვიზიტორს განახლებული ტექსტური კონტენტი არ მიეწოდება და გაუჩნდება შეგრძნება, რომ საიტის განახლება არ ხდება. ამრიგად, ამ წესით CMS სისტემის ფუნქციონისას, ვიზიტორის მიერ განხორციელებული ყოველი ვიზიტისას მუდმივად ხდება მონაცემთა ბაზასთან დაკავშირება, რათა მან მოცემული მომენტისათვის განახლებული ტექსტური ინფორმაცია მიიღოს. საზოგადოდ, ოპერატიული მეხსიერების დამგროვებელში ძირითადად განთავსდება გრაფიკული ინფორმაცია, რადგან მის ჩატვირთვისას საკმაოდ დიდი დრო სჭირდება.

საიტის სრული დატვირთვით ამუშავების შემდეგ, საიტის ტრაფიკი თანდათან იზრდება, რის გამოც ოპერატიული მეხსიერება ვეღარ შესძლებს ათასობით ვიზიტორის მიერ განხორციელებული ვიზიტების განუსაზღვრელი ვადით შენახვა-შენარჩუნებას. ამიტომ შემუშავებულ პროგრამულ უზრუნველყოფაში გათვალისწინებულია დროის დაწესებული ლიმიტის ამოწურვის შემდეგ ოპერატიული მეხსიერების დამგროვებლიდან ვიზიტების შესახებ ინფორმაციის წაშლა.

ჰიბრიდული კონტენტის მართვის CMS სისტემის ფაილური სტრუქტურა მოყვანილია ნახ. 14-ზე.

ფოლდერი .iDARK Darwin iOS შეიცავს ორ ფაილს: ISSUE_TEMPLATE.md და PULL_REQUEST_TEMPLATE.md რომელებიც ქმნიან საიტის დიზაინს.

ფოლდერში artwork განთავსებულია SVG ტიპის, ანუ ვექტორული გრაფიკის ფაილები.

📁 .iDARK Darwin iOS	6/29/2018 1:49 PM	File folder	
📁 artwork	6/29/2018 1:49 PM	File folder	
📁 docs	6/29/2018 1:49 PM	File folder	
📁 examples	6/29/2018 1:49 PM	File folder	
📁 fedora	6/29/2018 1:49 PM	File folder	
📁 scripts	6/29/2018 1:49 PM	File folder	
📁 tests	6/29/2018 1:49 PM	File folder	
📄 .appveyor.yml	6/29/2018 1:49 PM	YML File	1 KB
📄 .gitattributes	6/29/2018 1:49 PM	GITATTRIBUTES File	1 KB
📄 .gitignore	6/29/2018 1:49 PM	GITIGNORE File	1 KB
📄 .travis.yml	6/29/2018 1:49 PM	YML File	2 KB
📄 AUTHORS	6/29/2018 1:49 PM	File	1 KB
📄 CHANGES.rst	6/29/2018 1:49 PM	RST File	43 KB
📄 CONTRIBUTING.rst	6/29/2018 1:49 PM	RST File	6 KB
📄 LICENSE	6/29/2018 1:49 PM	File	2 KB
📄 Makefile	6/29/2018 1:49 PM	File	1 KB
📄 MANIFEST.in	6/29/2018 1:49 PM	IN File	1 KB
📄 README.rst	6/29/2018 1:49 PM	RST File	3 KB
📄 setup.cfg	6/29/2018 1:49 PM	CFG File	1 KB
🐍 setup	6/29/2018 1:49 PM	Python File	3 KB
⚙️ tox	6/29/2018 1:49 PM	Configuration sett...	2 KB

ნახ. 14. CMS სისტემის ფაილური სტრუქტურა

ფოლდერი **docs** ძირითადად შეიცავს RST ფაილებს, რომელებიც უზრუნველყოფენ HTML ფაილების ბმას Python-ის კოდთან.

ფოლდერი **fedora** აერთიანებს სისტემის მოქმედებაში მომყვან (ამძრავ) ფაილებს. ფაილური სტრუქტურის სხვა კომპონენტები წარმოადგენენ ჰიბრიდული CMS სისტემის ფუნქციობის უზრუნველყოფ სისტემურ ფაილებს.

შემუშავებული საიტის კონტენტის მართვის ჰიბრიდული CMS სისტემა წარმოადგენს მზა პროგრამულ პროდუქტს, რომელიც უზრუნველყოფს მის საფუძველზე დაპროექტებული კომერციული დანიშნულების ვებ-საიტის ეფექტიან ფუნქციობას მზარდი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში.

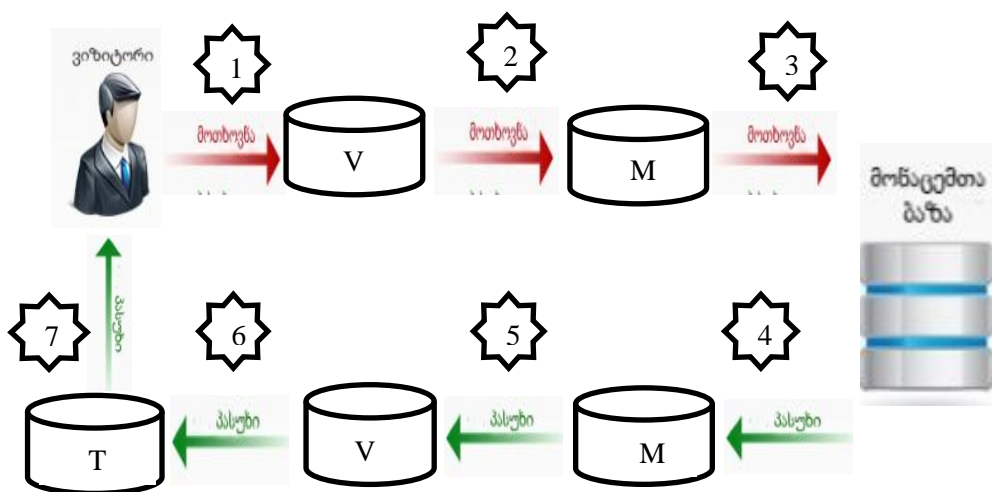
2.5. ინტერნეტ-მაღაზიის დაპროექტება

შემუშავებული ჰიბრიდული CMS სისტემის ბაზაზე დაპროექტდა ინტერნეტ-მაღაზია, რომლის მუშაობის ლოგიკა ეფუძნება MVT (Model View Template) მოდელს, რომელიც MVC მოდელის გარკვეულ მოდიფიკაციას წარმოადგენს. საიტი შემდეგი წესით ფუნქციობს (ნახ. 15):

–ვიზიტორი URL მოთხოვნას აგზავნის საიტის ვიზუალური მხარის მისაღებად (კომპონენტი View);

–მოთხოვნაზე პასუხის მისაღებად Model კომპონენტი აკითხავს საიტზე მიბმულ მონაცემთა ბაზას, რის შემდეგაც Python-ის კოდი უზრუნველყოფს მონაცემთა ბაზიდან მოთხოვნით გათვალისწინებული მონაცემების ამორჩევას და მათ დამუშავებას;

–Template კომპონენტი, რომელიც წარმოადგენს HTML კოდებით შექმნილ საიტის ვიზუალურ მხარეს, ამუშავებს მონაცემთა ბაზიდან წამოსულ „პასუხს“ და აწვდის მომხმარებელს.



ნახ. 15. ინტერნეტ-მაღაზიის ფუნქციობის MVT ლოგიკა

ინტერნეტ-მაღაზიის საიტის სტრუქტურული კომპონენტებისა და მათი მხარდამჭერი ფაილების ჩამონათვალი მოყვანილია ცხრილი 3-ში.

იმისდა მიხედვით, თუ ინტერნეტ-მაღაზიის ფუნქციობის რა ნაწილს ემსახურებიან, საიტის სტრუქტურაში შეიძლება გამოვყოთ სამი ჯგუფის კომპონენტები: რეგისტრირებული მომხმარებლების (users), საიტის სტუმრებისა (visitors) და ადმინისტრირების კომპონენტები.

<ol style="list-style-type: none"> 1. ვებ-მაღაზიის დასახელება 2. საიტის სამომხმარებლო ნაწილის ამძრავი 3. დიზაინის თემები 4. მომხმარებლის გვერდის კონსტრუქტორი 5. მომხმარებლის უფლებათა დირექტორია 6. მომხმარებლის პირადი გვერდი 7. საიტის საწყისი გვერდი 8. ინფორმაცია საიტის თაობაზე 9. მომხმარებლის რეგისტრაცია 10. მომხმარებლის პროფილში შესვლა 11. ადმინ-ცენტრი 12. ადმინ-გვერდი 13. სიახლეების განყოფილება 14. მისალმების ფანჯარა 15. პროდუქტის ძიება 16. მომხმარებლის კალათა 17. შერჩეული საქონლის გვერდი 18. მომხმარებლის პირადი სივრცე 19. ინფორმაცია საქონლის თაობაზე 20. საქონლის ფოტოები 21. საქონლის კოდები 22. ცვლილებათა შეტანა 23. ანგარიშსწორების პარამეტრები 24. ადმინისტრატორის გვერდი 25. საიტით სარგებლობის წესები 26. საიტის უსაფრთხოების პარამეტრები 27. საიტის უსაფრთხოების გვერდი 28. უსაფრთხოების სტატისტიკის გვერდი 29. საიტის მართვის ნაწილის ამძრავი 30. ადმინისტრატორის მთავარი გვერდი 31. ადმინ-პანელი 32. ადმინისტრატორის პროფილი 33. ადმინისტრირების პარამეტრები 34. CSS სტილები 35. საიტის ლოგო 36. ინფორმაცია ჩაშენებულ მოდულებზე 	<p>CompShop/ __init__.py templates/ templates\layout.html home/ layout.html index.html about.html signup.html login.html dashboard/ layout.html news_feed.html welcome.html find_products.html profile/ layout.html timeline.html about.html photos.html products.html edit.html settings/ layout.html privacy.html security.html general.html views/ __init__.py home.py dashboard.py profile.py settings.py style.css logo.png moduls.py</p>
---	---

სტრუქტურის იმ ფაილებში, რომლებიც ადმინისტრაციულ ნაწილს ემსახურება, გამოყენებულ იქნა Flask-ის ბიბლიოთეკები. კერძოდ, მომხმარებლის პროფილის კომპონენტის შესაქმნელად ვიყენებთ blueprint ბიბლიოთეკას, რომელიც წარმოადგენს სტატიკური ფაილების ნაკრებს, აუცილებელს საიტის ადმინისტრირების პანელის ასაგებად. ამ მნიშვნელოვანი კომპონენტის შექმნის პროგრამულ კოდს შემდეგი სახე აქვს:

```
from flask import Blueprint, render_template
    profile = Blueprint('profile', __name__)
    @profile.route('/<user_url_slug>')

    def timeline(user_url_slug):
        return render_template('profile/timeline.html')
    @profile.route('/<user_url_slug>/photos')

    def photos(user_url_slug):
        return render_template('profile/photos.html')
    @profile.route('/<user_url_slug>/about')

    def about(user_url_slug):
```

კოდის პირველი სტრიქონი უზრუნველყოფს Blueprint ბიბლიოთეკის იმპორტირებას. მომდევნო სტრიქონი ქმნის `_name_` სახელის მქონე მომხმარებლის პროფილს. კოდის მესამე სტრიქონი შეიცავს `slug` პროცედურას, რომელიც ყოველ ახლად დარეგისტრირებულ მომხმარებელს, უნიკალურ იდენტიფიკატორს ანიჭებს.

კოდის მომდევნო ორი სტრიქონი ქმნის მომხმარებლის პირადი გვერდის ფუნქციურ და ვიზუალური მხარეს. `@profile.route` ფუნქცია და კოდის მომდევნო ორი სტრიქონი ემსახურება მომხმარებლის მიერ, საჭიროებისას, გრაფიკული გამოსახულებების ატვირთვას. კოდის ბოლო ორი სტრიქონი ემსახურება მომხმარებლის პირადი მონაცემების შეტანას.

Blueprint ბიბლიოთეკას სხვადასხვა მოდიფიკაცია გააჩნია. მაგალითად, ადმინ-ცენტრის შესაქმნელად მისი ერთი გარკვეული ტიპის კონფიგურაცია გვჭირდება, საიტის ვიზუალური მხარის შესაქმნელად კი სხვა.

2.6. ჩაშენებული პროგრამული მოდულები

შემუშავებულ იქნა რიგი პროგრამული მოდულებისა, რომლებიც ინტერნეტ-მაღაზიის პროგრამულ უზრუნველყოფაში ჩაშენდა. მოდულები ემსახურებიან საიტის ფუნქციობის ანალიზს და საშუალებას აძლევენ მენეჯმენტს იზრუნოს მის შემდგომ დახვეწასა და განვითარებაზე. ქვემოთ მოყვანილია ძირითადი მოდულების აღწერა.

2.6.1. მომხმარებელთა სტატისტიკის მოდული

მოდული აღრიცხავს ვიზიტორების რაოდენობას 7 დღის, 30 დღისა და მთელი წლის განმავლობაში. გარდა ამისა, ყოველი 30 წუთის შემდეგ აღრიცხავს ვიზიტთა რაოდენობას. შედეგად, ვიზიტორის მიერ საიტზე დათვალიერებული გვერდების რაოდენობისა და დღის მანძილზე ხელმეორედ განხორციელებული შემოსვლების მიხედვით, ადგენს ვიზიტების რაოდენობას. ეს მნიშვნელოვანი სტატისტიკაა, რომლის მიხედვითაც დავადგენთ, თუ ვებ-მაღაზიაში მომდევნო სტუმრობისას, რამდენად მაღალია ინტერნეტ-მაღაზიის ცალკეული გვერდებისა და საქონლის დათვალიერების სიშირე ერთი და იგივე ვიზიტორის მიერ, ანუ თუ რამდენად დაკავდა საიტით უნიკალური მომხმარებელი.

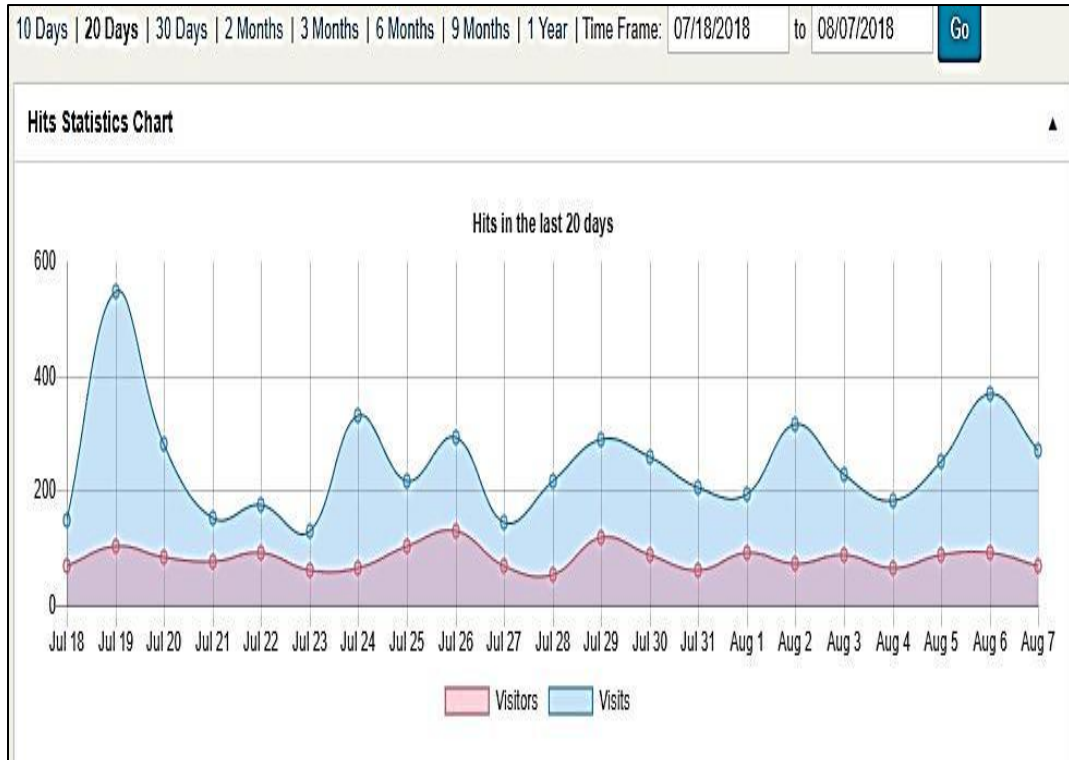
ქვემოთ მოყვანილია მოდულის პროგრამული კოდის ძირითადი ფრაგმენტი, რომელიც ითვლის ვიზიტორებისა და საიტის გვერდებზე ვიზიტების რაოდენობას დღეების მიხედვით და შემდეგ აჯამებს მათ:

```
statistics stat=xxx time=xxxx provider=xxxx format=xxxxxx id=xxx  
[statistics stat=useronline]  
[statistics stat=visitors time=today]  
[statistics stat=visits time=today]
```

[statistics stat=useronline] გვიჩვენებს მოცემული მომენტისთვის საიტზე მყოფ ვიზიტორთა რაოდენობას;

კოდით [statistics stat=visitors time=today] განისაზღვრება დღის მანძილზე შემოსული ვიზიტორების რაოდენობა. [statistics stat=visits time=today] ითვლის ვიზიტების რაოდენობას დღის მანძილზე;

time პარამეტრით მიეთითება შემდეგი მნიშვნელობებიდან ერთ-ერთი: today, week, month, year და შესაბამისად, შეჯამდება ვიზიტებისა და ვიზიტორების რაოდენობა დროის მითითებული პერიოდის მანძილზე და ააგებს შესაბამის დიაგრამას (ნახ. 16).



ნახ. 16. ვიზიტებისა და ვიზიტორთა დინამიკის დიაგრამა

2.6.2. ბრაუზერთა სტატისტიკის მოდული

კომერციული საიტის მენეჯმენტისათვის მნიშვნელოვანია ინფორმაცია იმის თაობაზე თუ როგორია ინტერნეტ-ბრაუზერების პირველი სამეული, რომლითაც ვიზიტორები ყველაზე ხშირად შემოდიან საიტზე. სტატისტიკური ინფორმაცია ამის თაობაზე, საშუალებას გვაძლევს მუდმივად ვაკონტროლოთ, თუ საიტზე დამატებული ყოველი ახალი კონტენტი, რამდენად კარგად მუშაობს მომხმარებლისათვის სამ ყველაზე პოპულარულ ბრაუზერში (ხშირია შემთხვევა, რომ სკრიპტი, რომელიც კარგად მუშაობს მაგალითად, Mozilla Firefox-ში, ვერ ფუნქციონირებს Google Chrome-ში).

ნაშრომში შემუშავებული მოდული 60-მდე ვებ-ბრაუზერის იდენტიფიკაციას ახდენს. მოდული ანალიზს უკეთებს ბრაუზერის ტიპებს, რომლებითაც ვიზიტორები საიტზე შემოდიან.. შედეგობრივ ინფორმაციას მოდუ-

ლი გასცემს ბრაუზერთა შემდეგი ჯგუფების მიხედვით:

–Microsoft Explorer-ის ბირთვზე დაფუძნებული ბრაუზერები Internet Explorer და Maxton;

–Chromium ბირთვზე შექმნილი ნავიგაციის საშუალებები: Google Chrome, Comodo Dragon, Opera;

–Mozilla FireFox და მის ძრავზე აგებული ბრაუზერები: WaterFox, IceCate, IceWeasel;

–Apple-ის ნავიგაციის სისტემა Safari, რომელიც ფუნქციობს Apple მობილურ პროდუქტებზე.

ვებ-ანალიტიკის არსებულ ინსტრუმენტთაგან (მაგალითად, Google Analytics) განსხვავებით, რომლებიც ანალიზისას არ განიხილავენ ნაკლებად ცნობილ ბრაუზერებს და მათ შესახებ სტატისტიკას არ აგროვებენ, შემუშავებული მოდული აგროვებს ინფორმაციას პრაქტიკულად ყველა ბრაუზერის თაობაზე, რომლითაც საიტზე ნავიგაცია ხდება. ეს მნიშვნელოვანია, ვინაიდან, საიტის კონტენტი სხვადასხვა ბრაუზერში შესაძლოა განსხვავებულად აისახოს. აღნიშნული, საშუალებას აძლევს საიტის მენეჯმენტს გაითვალისწინოს ფართო სპექტრის მომხმარებელთა ინტერესები და არ დაკარგოს სხვადასხვა ბრაუზერით მოსარგებლე პოტენციური კლიენტები.

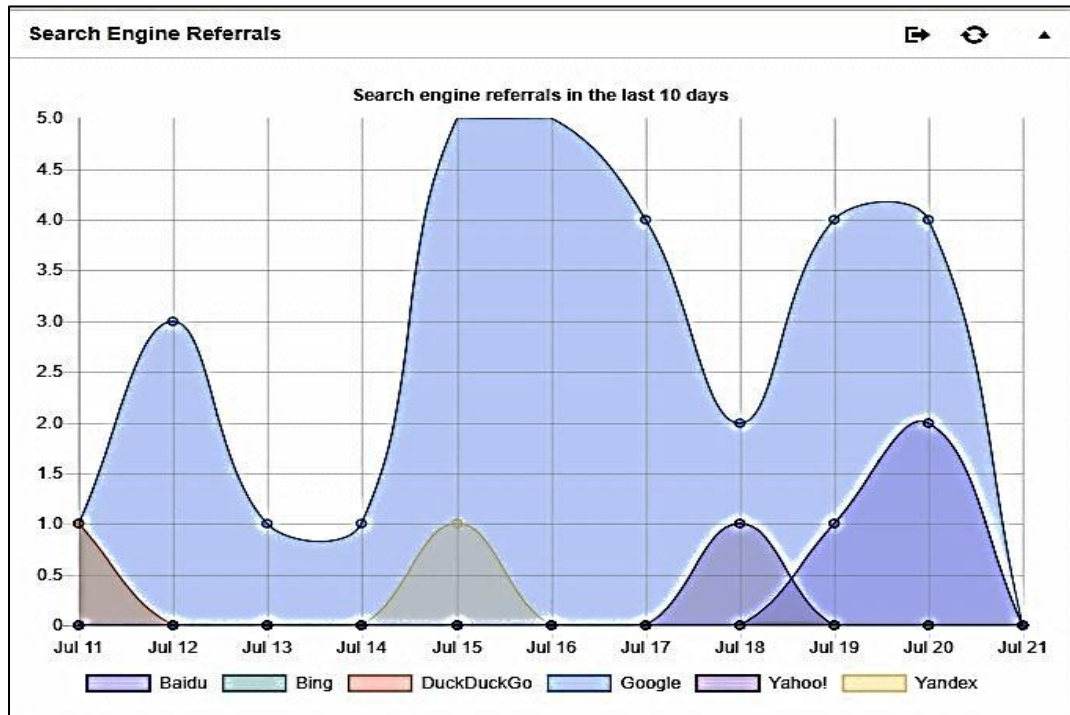
2.6.3. საძიებო სისტემების სტატისტიკის მოდული

მოდული ითვლის და ასახავს ინფორმაციას იმის თაობაზე, თუ რამდენჯერ და რომელი საძიებო სისტემიდან შემოდის ვიზიტორი საიტზე. მაგალითად, შედეგობრივ ინფორმაციაში Yandex და Baidu საძიებო სისტემების მოხვედრა გვაუწყებს, რომ ინტერნეტ-მაღაზიით დაინტერესდა რუსულ და ჩინურენოვანი მოსახლეობა, რადგან ნახსენებ საძიებო სისტემებს ყველაზე ხშირად, სწორედ მოსახლეობის ეს ნაწილი მოიხმარს.

მოდული ახდენს ისეთი ძირითადი საძიებო სისტემების იდენტიფიკაციას, როგორებიცაა: Microsoft–Bing, Yahoo!, Google. ამასთან, არსებულთაგან განსხვავებით, იგი მეგობრულია ისეთი საძიებო სისტემების მიმართაც როგორცაა მაგალითად, DuckDuckGo, რომელიც პოპულარულია Linux-ის მო-

მხმარებლებში და ჩინელ მომხმარებელზე ორიენტირებული Baidu სისტემა. ამგვარი მიდგომის საჭიროებას ადასტურებს ის გარემოება, რომ აღნიშნული საძიებო სისტემების ბაზაში, დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზია მაღალ პოზიციებზე დაფიქსირდა.

ნახ. 17-ზე ნაჩვენებია მოდულის მიერ აგებული დიაგრამა, რომელიც საძიებო სისტემათა გამოყენების სტატისტიკას ასახავს.



ნახ. 17. საძიებო სისტემათა გამოყენების სტატისტიკა

2.6.4. სოციალური ქსელების მოდული

პრაქტიკულად ყველა საიტის, მათ შორის კომერციული საიტების ცნობადობასა და წარმატებაში, მნიშვნელოვან როლს ასრულებს საიტიდან სოციალური ქსელების სივრცეში (Facebook, Twitter, Pinterest და სხვ.) მუდმივად გაზიარებულ პოსტები. ამის გათვალისწინებით, შემუშავდა სპეციალური მოდული, რომელიც ასრულებს შემდეგ პროცედურებს::

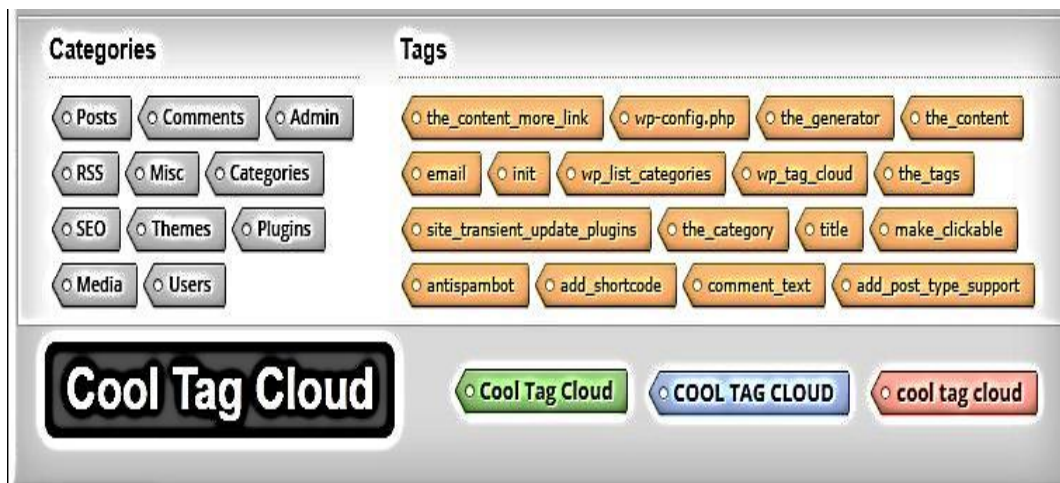
- აღრიცხავს, როგორც სოციალურ ქსელებში ჩვენს მიერ გაზიარებული პოსტების, ასევე ქსელის მომხმარებელთა მიერ გაზიარებული პოსტების რაოდენობას;

- განსაზღვრავს არის თუ არა საიტის გვერდი გაზიარებული მომხმარებელთა მიერ და რომელია მათგან ყველაზე ხშირად გაზიარებული;

–დაადგენს თუ რომელ სოციალურ ქსელშია გაზიარებული უფრო ხშირად ინტერნეტ-მაღაზიის გვერდები. მაგალითად, თუ ეს არის vk.com, ეს იმის მაჩვენებელი იქნება, რომ ინტერნეტ-მაღაზიით უფრო ხშირად რუსულენოვანი აუდიტორია ინტერესდება.

2.6.5. საკვანძო სიტყვების მოდული

იმისათვის, რომ სხვადასხვა საძიებო სისტემებმა ძებნის შედეგებში ასახონ კომერციული საიტი, შემუშავდა საკვანძო სიტყვების მოდული, რომელიც მასში სხვადასხვა ანბანის პაკეტების ჩაშენების შემდეგ, არსებულთაგან განსხვავებით, აღიქვამს პრაქტიკულად ყველა არსებული დამწერლობით აგებულ საკვანძო სიტყვებს. ეს სხვადასხვა ენებზე მოთხოვნილ საძიებო შედეგებში, საიტის კარგად ინდექსაციის საშუალებას გვამლევს. ნახ. 18–ზე მოყვანილია შემუშავებული მოდულის სამომხმარებლო პანელი.



ნახ. 18. საკვანძო სიტყვების პანელი

2.6.6. პოპულარული პოსტების მოდული

შემუშავდა მოდული, რომელიც განსაზღვრავს თუ რომელია საიტზე სამი ყველაზე ნახვადი საქონელი, რამდენმა უნიკალურმა ვიზიტორმა ნახა ისინი დღეების, კვირების, თვეების და წლის მანძილზე.

მოდულის მეშვეობით განისაზღვრება ვიზიტორთა ძირითადი ინტერესების სფერო, რის მიხედვითაც დადგინდება თუ რა თემატიკით და ტენდენციებით ინტერესდება ვიზიტორების მეტი ნაწილი და რომელი საქონელი იქნება კარგად გაყიდვადი სამომავლოდ.

2.6.7. IP მისამართების მოდული

შემუშავდა პროგრამული მოდული, რომლის საშუალებითაც, ვიზიტორების IP მისამართების მიხედვით, იქმნება სტატისტიკა იმის თაობაზე თუ რომელი გეოგრაფიული რეგიონიდან შემოდიან საიტზე მომხმარებლები.

IP მისამართების მიხედვით, ასევე გროვდება სტატისტიკა იმ ოპერაციული ოპერაციულ სისტემების შესახებ, რომლებსაც ყველაზე მეტად იყენებენ ვიზიტორები. ამ კუთხით, მოდული ახდენს სამი ძირითადი ჯგუფის ოპერაციული სისტემის იდენტიფიკაციას: Linux-ის „ოჯახის“ სისტემებისა: Android, Ubuntu და სხვ.; Windows-ის ვერსიებისა: Windows Phone OS, Windows 10 და სხვ.; OS X-ის მოდიფიკაციებისა: iOS, Snow Leopard და სხვ.

2.6.8. SSL მოდული

ვებ-მაღაზიის დაცვისთვის ძალზე მნიშვნელოვანია ისეთი მოდულის შემუშავება, რომელიც სტანდარტულ HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)-ს გარდაქმნის HTTPS (Hyper Text Transfer Protocol Secure) პროტოკოლად, რომელიც ბრაუზერსა და ვებ-საიტს შორის დაშიფრულ კომუნიკაციას უზრუნველყოფს. HTTPS პროტოკოლის გამოყენება განსაკუთრებით მაშინაა აუცილებელი, როცა საჭიროა დავიცვათ კონფიდენციალური ონლაინ-ტრანზაქციები. ვებ-ბრაუზერები Internet Explorer, Firefox, და Chrome ასახავენ ბოქლომის სიმბოლოს მისამართების ველში, რაც იდენტიფიცირებას უკეთებს იმ გარემოებას, რომ HTTPS კავშირი აქტიურია.

HTTPS პროტოკოლით დაცული გვერდები ინფორმაციის დასაშიფრად იყენებენ SSL (Secure Sockets Layer) ან TLS (Transport Layer Security) პროტოკოლებს. ორივე მათგანი შიფრაციის „ასიმეტრიულ“ PKI (Public Key Infrastructure) სისტემაზეა დაფუძნებული, რომელიც კომუნიკაციის დასაცავად ორ, ‘Public’ key და ‘Private’ key გასაღებს იყენებს. public key-ით დაშიფრული ყოველი კომუნიკაციის დეშიფრაცია ხდება მხოლოდ private key-ით და პირიქით.

მოდული ასე ფუნქციობს: როდესაც HTTPS პროტოკოლით ვებ-გვერდთან დაკავშირება ხდება, გვერდი ბრაუზერისკენ აგზავნის SSL სერტიფი-

კატს, რომელშიც ჩაშენებულია Public Key გასაღები; გასაღების გაცვლის შემდეგ, ბრაუზერი და ვებ-გვერდი ამყარებენ SSL კავშირს; მას შემდეგ რაც დაცული HTTPS კავშირი შედგა და მოხდა SSL ციფრული სერტიფიკატის გამოყენება, სამისამართო ველში მდგომი გამოსახულ ბოქლომის სიმბოლო მწვანე ფერში აისახება.

2.6.9. Anti-Spam მოდული

პროგრამული მოდული კომერციულ საიტს იცავს Spam ტიპის ინფორმაციისაგან, რომელიც შესამჩნევად აფერხებს ქსელის გამტარობას. შემუშავებული მოდული spam-ტექსტის იდენტიფიკაციას გარკვეული კატეგორიების მიხედვით ახდენს. მთავარი პარამეტრი, რომლითაც მოდული განსაზღვრავს Spam-ს, არის კომენტარის ტექსტში ჩაშენებული BBCode (Bulletin Board Code) კოდი. ამ კოდის გავრცელებული სახეა ტექსტის გაფორმების საშუალებები. BBCode-ით ასევე შესაძლებელია [scratchblocks] ...[/scratchblocks] ტიპის პროგრამულ ბლოკების შექმნა, რომელთა შორის მოთავსებული ტექსტი საიტის კომენტარებში მოხვედრისას spam-ად აღიქმება.

ჩვენს მიერ დაპროექტებული Anti-Spam მოდული ძირითადად, სწორედ ამ კუთხით ახდენს BBCode-ის ვერიფიკაციას და გრაფიკულად ასახავს შესაბამის სტატისტიკას.

2.6.10. შიდა ბმულების მოდული

ხშირია შემთხვევა, როცა მომხმარებელი საიტზე ისეთ კომენტარს ტოვებს, რომელშიც მითითებულია ბმული (Link) სხვა ვებ-საიტებზე გადასასვლელად. ამგვარი კომენტარები, რომელთა მთავარი მიზანი მათი ბლოგებისა და საიტების რეკლამირებაა, შეიცავენ არადაცულ ვებ-გვერდებზე მოხვედრისა და საიტის დავირუსების საფრთხეს.

აღნიშნული საფრთხის ასაცილებლად, შემუშავდა ორიგინალური პროგრამული მოდული, რომელიც საიტში მოხვედრილ გარე ბმულებს აქცევს შიდა ბმულებად. ეს ნიშნავს, რომ კომენტარში მითითებულ სხვა ვებ-გვერდის ბმულზე დაჭერისას, მომხმარებელი სხვა საიტზე აღარ გადამისამართდება და ისევ ჩვენს საიტზე დარჩება.

2.6.11. მონაცემთა ქეშირების მოდული

შემუშავებულია მონაცემთა ბუფერიზაციის (ქეშირების) პროგრამული მოდული, რომელიც უზრუნველყოფს სერვერის პროცესორისა და მონაცემთა ბაზის დატვირთვის შემცირებას გარკვეული მოქმედებების ოპერატიული მეხსიერებისთვის გადანაწილების გზით. კერძოდ, ყოველი ვიზიტორის მიერ განხორციელებული ვიზიტების ისტორია, გარკვეული დროით თავსდება ოპერატიულ მეხსიერებაში და განმეორებითი ვიზიტისას, ინფორმაცია განვლილი სესიისა თაობაზე აქედან ჩაიტვირთება.

მოდულის პროგრამული კოდი მუშაობს შემდეგი ლოგიკის მიხედვით:

–ინფორმაცია ვიზიტორის მიერ განხორციელებული ვიზიტის შესახებ შეინახება ოპერატიულ მეხსიერებაში შექმნილ სპეციალურ ქემ-მეხსიერებაში;

–საიტზე იგივე ვიზიტორის განმეორებითი სტუმრობისას, ქემ-მეხსიერებიდან ხდება მისთვის ინტერნეტ-მაღაზიის მთავარი გვერდის იმპორტირება

```
from django.core.cache import cache
```

–def ოპერატორით განისაზღვრება ვიზიტორის მოთხოვნის ფუნქციის ბლოკი, გამოიყენება, ხოლო request ოპერატორი გაგზავნის მოთხოვნას ოპერატიულ მეხსიერებაში;

```
def my_view(request):
```

–პარამეტრი key განსაზღვრავს ამოსარჩევ ვიზიტს უნიკალური რიცხვითი კოდის მიხედვით;

```
cache_key = 'my_unique_key'
```

–ქემ-მეხსიერებიდან ხორციელდება ვიზიტორისათვის მისი ვიზიტის ისტორიის იმპორტი;

```
data = cache.get(cache_key)
```

–თუ ინფორმაცია ვიზიტის შესახებ არ მოიძებნება, data = service.get_data პროცედურით განისაზღვრება ვიზიტორის ახალი სესია და cache.set(cache_key, data) პროცედურით ქემ-მეხსიერებაში ჩაიწერება ინფორმაცია ახალი

ვიზიტის თაობაზე.

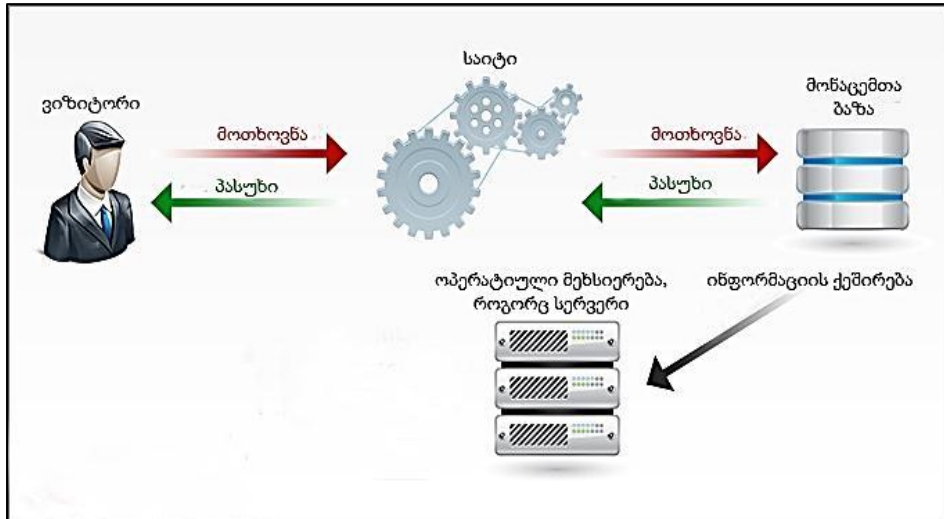
–JsonResponse პროცედურა ასახავს ქეშ-მეხსიერებიდან აღებულ ინფორმაციას მომხმარებლისათვის გასაგებ ფორმატში.

```
if not data:  
    my_service = Service()  
    data = service.get_data()  
    cache.set(cache_key, data)  
return JsonResponse(data, safe=False)
```

საერთო ჯამში, შემუშავებული და კომერციული საიტის პროგრამულ უზრუნველყოფაში ჩაშენებულ იქნა 35 პროგრამული მოდული, მათ შორის გადახდებისა და SEO ტიპის მოდულები. დანართ 1-ში მოყვანილია ძირითადი პროგრამული მოდულების პროგრამული კოდები, ხოლო დანართ 2-ში- მათი ფუნქციონის შედეგად მიღებული ეკრანული ფორმები.

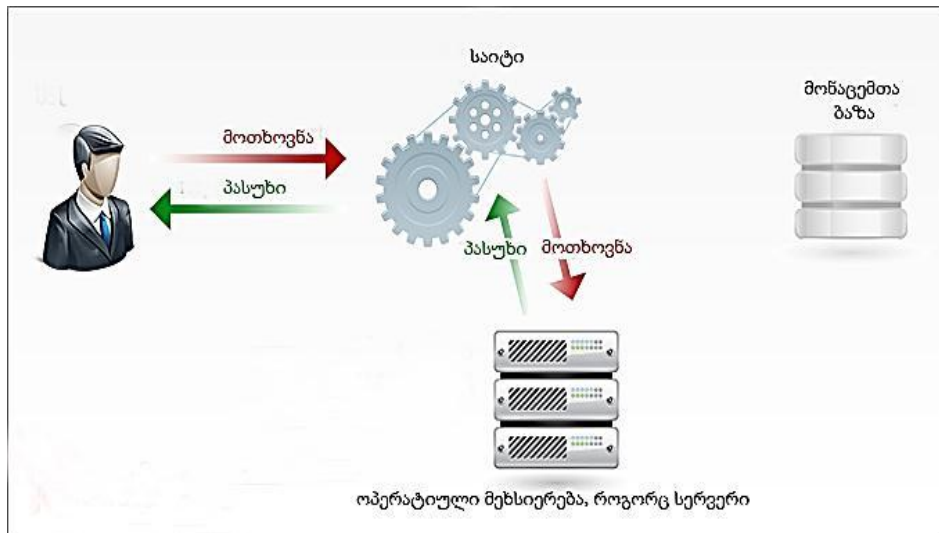
2.7. მონაცემთა ბაზასთან ურთიერთქმედება

მაღალი ტრაფიკის პირობებში, ვიზიტორების ზრდასთან ერთად, მატულობს პროგრამული მოდულების გამოყენების ინტენსივობა და შესაბამისად იზრდება მონაცემთა ბაზაში მომხმარებელთა მოთხოვნების გაზაზვის სესიათა რაოდენობა. ასეთ პირობებში, თავიდან რომ აგვეცილებინა მონაცემთა ბაზის ადრეული გადატვირთვა, შემუშავდა სპეციალური Cache პროგრამული მოდული, რომელიც უზრუნველყოფს მონაცემთა ბაზის მიერ პროცესორის დატვირთვის ოპერატიული მეხსიერებისთვის გადანაწილებას. უფრო ზუსტად რომ ავლწეროთ ის სარგებელი, რომელსაც რომელსაც აღნიშნული მოდულის გამოყენება გვამღევს მოვიყვანოთ მისი ფუნქციონის სქემა: ვიზიტორი, რომელმაც პირველად გახსნა საიტი, მოთხოვნას აგზავნის პირდაპირ მონაცემთა ბაზის სერვერზე. ამასობაში ეს მოთხოვნა, რომელშიც იგულისხმება კლიენტის IP მისამართი და მის მიერ გახსნილი საიტის გვერდის ბმული, შესანახი ინფორმაციის სახით გადადის შემუშავებული მოდულისათვის სპეციალურად გამოყოფილ ოპერატიული მეხსიერების არეში (დამგროვებელში) (ნახ. 19.).



ნახ.19. ვიზიტორის მოთხოვნის ოპერატიულ მეხსიერებაში დამახსოვრების პროცესი

შემდეგი მოთხოვნისას მომხმარებელს ეს ინფორმაცია გადაეგზავნება არა მონაცემთა ბაზიდან, არამედ ოპერატიული მეხსიერებიდან (ნახ. 20).



ნახ. 20. განმეორებითი შემოსვლისას ვიზიტორის მოთხოვნის დამუშავების პროცესი

ამგვარი მოდულის შემუშავება შესაძლებელი გახდა იმის გამო, რომ Python არ მოითხოვს სერვერის რესურსს ინფორმაციის მანქანურ კოდებში კომპილაციაზე და პირადად გადაჰყავს ის bytecode-ში. ამდენად, რესურსი, რომელიც უნდა მოხმარებოდა კომპილაციას, გამოყენებულია ინფორმაციის უფრო სწრაფი დამუშავებისათვის და სერვერის დატვირთვის შესამსუბუქებლად. [61,64]

ანალიზმა აჩვენა, რომ Python-ის კოდით დაპროექტებულ ჰიბრიდულ

CMS-ზე მომუშავე კომერციულ საიტზე ვიზიტორის მიერ გახსნილი გვერდების ჩატვირთვას საშუალოდ 4 წამზე მეტი დრო არ ჭირდება, რაც საკმაოდ კარგი მაჩვენებელია დღევანდელი სტანდარტების მიხედვით. ამის შესაძლებლობა მოგვცა სწორედ ზემოთ აღწერილმა მექანიზმმა, რომელიც ნაკლებ დატვირთვას ახორციელებს მონაცემთა ბაზაზე კომერციული საიტის კონტენტის წარმოდგენისას.

2.8. პროგრამული უზრუნველყოფის ეფექტიანობის ანალიზი

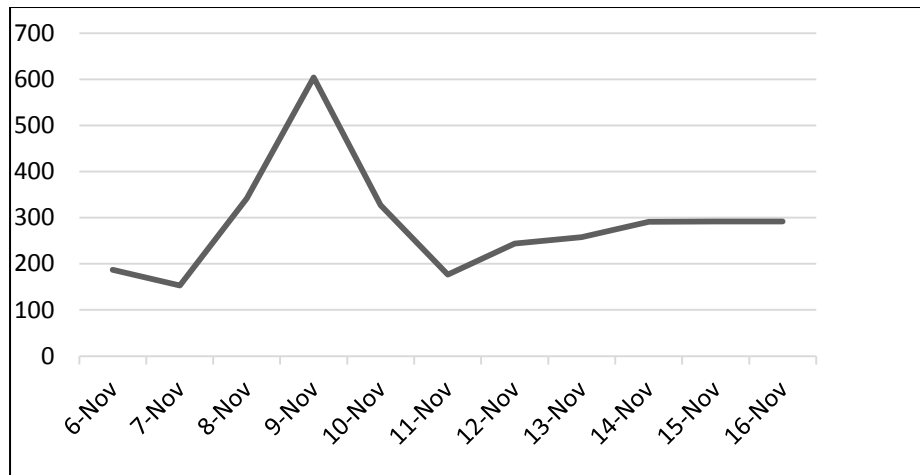
შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფის ეფექტიანობის ანალიზი ჩატარდა მის საფუძველზე დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის საიტის ფუნქციონის სხვადასხვა პერიოდებისათვის. ანალიზისას განსაკუთრებული ყურადღება დაეთმო მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში საიტის გამართული მუშაობისა და სერვერის აპარატურული რესურსების ეფექტიანი გამოყენების საკითხებს. [61,64]

2.8.1. საიტის სერვერის დატვირთვის ანალიზი

ინტერნეტ-მაღაზიის საიტის ფუნქციონის პროცესში, ოპერატიული მეხსიერებისა და პროცესორის დატვირთვის ანალიზი ფართო სპექტრით ჩატარდა. შესაფასებელ პარამეტრებად მივიღეთ ვიზიტორებისა და გვერდებზე ვიზიტების რაოდენობა დროის გარკვეული პერიოდების მანძილზე (დღე, კვირა, თვე, წელი), აგრეთვე ვიზიტორების საიტზე დაყოვნების დრო. შეფასდა, თუ სხვადასხვა დაშორების გეოგრაფიული რეგიონებიდან შემოსული ვიზიტორების რაოდენობა რა გავლენას ახდენს ქსელის დატვირთვაზე. ანალიზისათვის აპარატურულ ბაზად შეირჩა შემდეგი მონაცემების სერვერი: პროცესორი: Intel Core2 Duo CPU 2.9Ghz, 2MB cache Processor; ოპერატიული მეხსიერება: DIMM 4GB. აღნიშნულ სერვერზე, რომელიც დღევანდელი სტანდარტების მიხედვით არ ითვლება მძლავრ მოწყობილობად, განვათავსეთ ჩვენს მიერ შემუშავებული ჰიბრიდული CMS სისტემის ბაზაზე აგებული ინტერნეტ-მაღაზია.

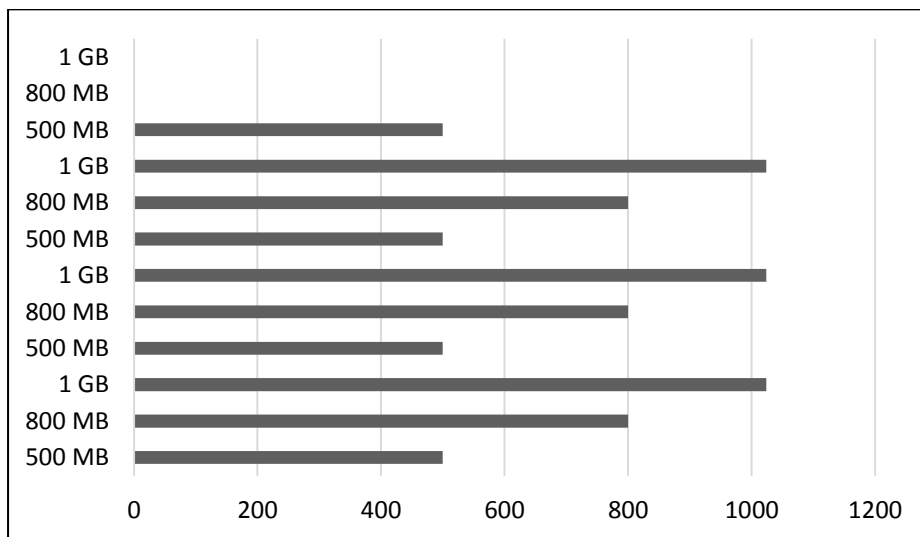
საიტის ამუშავებიდან რამოდენიმე თვეში, მას შემდეგ, რაც სტატისტიკის მიხედვით ვიზიტორთა პიკური ტრაფიკი (ნახ. 21) დაფიქსირდა (10 დღეში

2167 ვიზიტორი, რომელთაც 29 143 ვიზიტი განხორციელეს), ოპერატიული მეხსიერების დატვირთვა, პროცესორისგან განსხვავებით, შესამჩნევად გაიზარდა, მაგრამ სისტემა არ გათიშულა და საიტმა სამუშაო პროცესი ჩვეულებრივ გააგრძელა.



ნახ. 21. საიტზე ვიზიტორების შემოსვლის 10 დღიანი სტატისტიკა

ნახ. 22-ზე მოყვანილია განხილულ შემთხვევაში ტრაფიკის მოცულობისაგან ოპერატიული მეხსიერების დატვირთვის დამოკიდებულების დიაგრამა რომელიც მიუთითებს ოპერატიული მეხსიერების 4 GB -ის სრულად გამოყენებაზე.

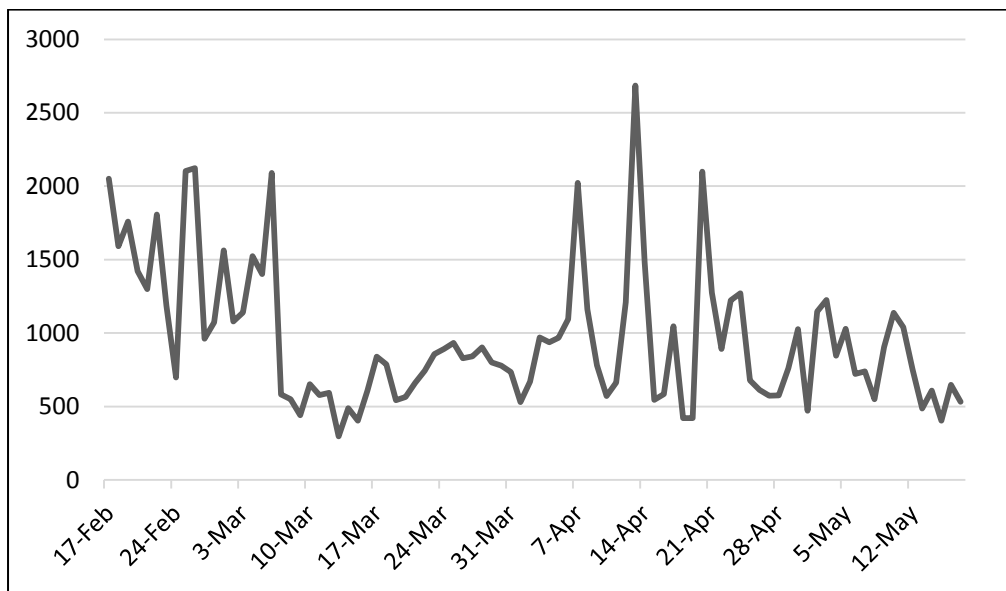


ნახ. 22. ოპერატიული მეხსიერების დონეთა დატვირთვა 10 დღის მანძილზე პროცესორთან შედარებით ოპერატიული მეხსიერების მეტად დატვირთვა იმ გარემოებაც გამოიწვია, რომ შემუშავებულ პროგრამულ უზრუნველყოფაში ოპერატიულ მეხსიერებას დაემატა სპეციალური სერვისი, რომელიც

გულისხმობს პროცესორის cache მეხსიერებაში მოთავსებული ინფორმაციის ოპერატიულ მეხსიერებაში გადატანას და ვიზიტორის განმეორებითი სტუმრობისას მისთვის ინფორმაციის cache-დან მიწოდებას.

ჩატარებულმა ანალიზმა დაადასტურა ის ვარაუდი რომ კომერციული საიტის ასაგებად ჩვენს მიერ შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენების შემთხვევაში არცთუ ამძლავრი სერვერითაც შესაძლებელია დი-დი რაოდენობის ვიზიტორების მიღება.

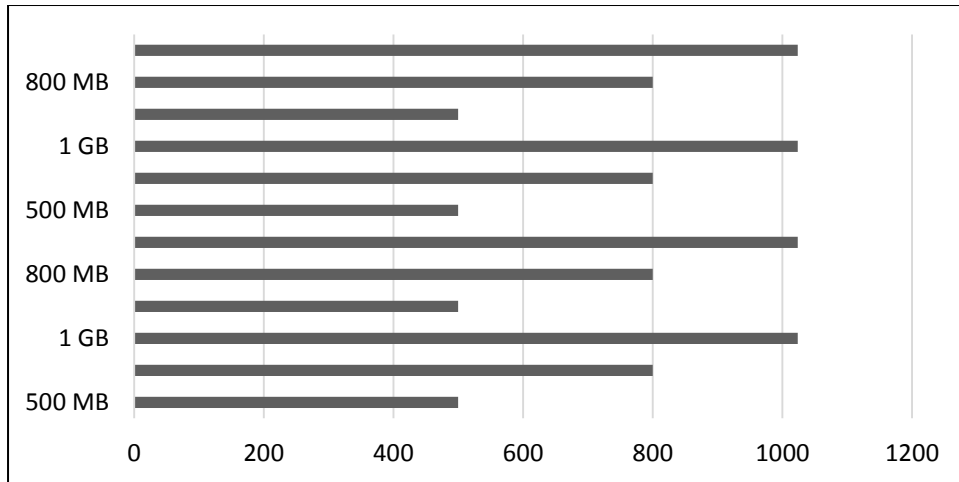
შემდგომი 3 თვის მანძილზე, საიტს ინტერნეტ-მაღაზიის საიტს 88517 ვიზიტორი ჰყავდა, რომელთა მიერ განხორციელდა 510147 ვიზიტი. დღეში საშუალოდ, ეს დაახლოებით 984 ვიზიტორს უდრის, რაც ფაქტიურად საიტისათვის პიკური რაოდენობა გახლდათ (ნახ. 23).



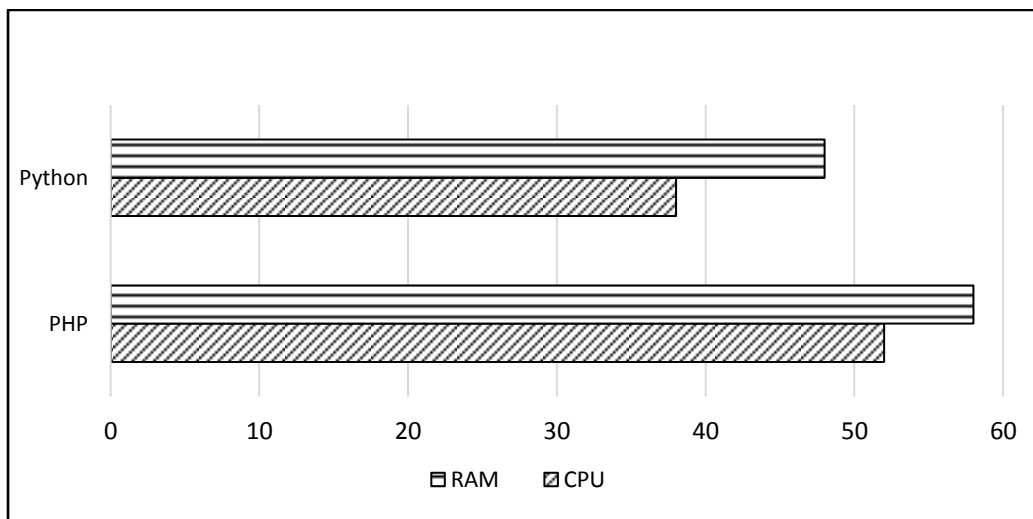
ნახ. 23. საიტზე ვიზიტების დინამიკა 3 თვის მანძილზე

აქ უნდა გავითვალისწინოთ ის ფაქტი, რომ სტატისტიკით, ყოველი ვიზიტორი, საშუალოდ საიტის 3 გვერდზე ანხორციელებს ვიზიტს და თუ მათი რაოდენობა დღეში 1000 აღწევს, ოპერატიული მეხსიერებაში გამოყოფილი უნდა იყოს 3 GB ზომის ადგილი, სერვერის მიერ ასეთი მოცულობის ტრაფიკის მისაღებად. ასეთმა მაღალმა ტრაფიკმა სერვერის ოპერატიული მეხსიერება სრულად დაიკავა (ნახ. 24) და იმისთვის, რომ ინტერნეტ-მაღაზიის სერვერს გაეგრძელებინა მუშაობა და არ გათიშულიყო, საჭირო გახდა ოპერატიული მეხსიერების ფიზიკურად გაზრდა, რადგან მხოლოდ პროგ-

რამული კომპონენტი, ვეღარ უზრუნველყოფდა ინტერნეტ-მალაზიის ფუნქციობის შენარჩუნებას. იმ მოსაზრებით და ვარაუდით რომ ტრაფიკი კიდე უფრო მეტად მზარდი იქნებოდა ოპერატიული მეხსიერება გავზარდეთ 12 GB-თი, რითაც საბოლოო ჯამში 16 GB-იანი სერვერი მივიღეთ.



ნახ. 24. ოპერატიული მეხსიერების დონეთა დატვირთვა 3 თვის მანძილზე მომდევნო 6 თვის მანძილზე, საიტს 68 381 ვიზიტორი ჰყავდა, რომელთა მიერ განხორციელდა 456920 ვიზიტი. როცა ერთ-ერთ დღეს საიტს 3780 ვიზიტორი ჰყავდა, პრაქტიკულად 16 GB-დან 12 GB ასეთი დიდი ტრაფიკის მიღების რესურსად იქნა გამოყენებული.



ნახ. 25. სერვერის აპარატურული რესურსების დატვირთვა

ნახ. 25-ზე ნაჩვენებია საიტის სერვერის აპარატურული რესურსების დატვირთვის შედარებითი დიაგრამა ჩვენს მიერ შემუშავებული და სტანდარტული (PHP კოდის ბაზაზე აგებული) პროგრამული უზრუნველყოფის პირ-

ობებში. ანალიზი ცხადყოფს, რომ ჰიბრიდული CMS სისტემის ბაზაზე დაპროექტებული საიტის სერვერი, მუშაობს რა განსხვავებული ლოგიკით, საგრძნობლად ნაკლებ აპარატურულ რესურსებს მოიხმარს. კერძოდ, სამომხმარებლო ტრაფიკის 60%-ით (კვირის მანძილზე საშუალოდ 47 000 ვიზიტი) გაზრდისას, სერვერის პროცესორი, ჩვეულებრივზე მხოლოდ 6.54 %-ით მეტად დაიტვირთა.

შედარებითმა ანალიზმა აჩვენა მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში ახალი პროგრამული უზრუნველყოფის საფუძველზე მომუშავე ინტერნეტ-მაღაზიის ფუნქციონის მეტი ეფექტიანობა PrestaShop, Joomla, Wordpress, Drupal ბირთვებზე მომუშავე საიტებთან შედარებით. ვებ-სტატისტიკამ გვიჩვენა, რომ ჰიბრიდული CMS ბირთვის მქონე ინტერნეტ-მაღაზიის საიტმა შეძლო თვეში 23305 უნიკალური მომხმარებლის მომსახურება ისე, რომ სერვერი ერთხელაც არ გათიშულა. [61,64]

2.8.2. პროგრამული მოდულების ფუნქციონის შეფასება

როგორც ზემოთ აღინიშნა, ინტერნეტ-მაღაზიის პროგრამულ უზრუნველყოფაში ჩაშენდა სხვადასხვა დანიშნულების 35 პროგრამული მოდული. აქ შეიძლება დაისვას კითხვა: მოდულების ასეთი რაოდენობა გავლენას ხომ არ მოახდენს საიტის მუშაობის სისწრაფეზე და მოდულები, ფუნქციონისას, კონფლიქტში ხომ არ მოვლენ ერთმანეთთან, რაც საბოლოოდ, ინტერნეტ-მაღაზიის მუშაობის შეფერხებაში შეიძლება აისახოს? პასუხად შეიძლება ითქვას შემდეგი. მოდულების ძირითადი ყალიბი იმგვარადაა დაპროექტებული და სტრუქტურებული, რომ არ „ამძიმებს“საიტს, მათი სტრუქტურა „მსუბუქია“ და ფუნქციონისას სისტემისაგან დიდ რესურსებს არ მოითხოვს. აღნიშნულის ანალიზის მთავარი საშუალება გვერდებზე მომხმარებელთა ნავიგაციის პროცესში შიდა ბმულებზე „დაჭერათა ანალიტიკა“, რომელიც აღრიცხავს თუ რამდენ წამში ხდება მომხმარებლის მოთხოვნის მიღება და შედეგის გადაცემის ტრანსფერი. ანალიზმა აჩვენა (ნახ. 26), რომ თითოეული მომხმარებელი საშუალოდ 4.76 წამი ელოდება საიტის ყოველი გვერდის ჩატვირთვას. რაც საკმაოდ კარგი მაჩვენებელია დღევანდელი ინტერნეტ-სივ-

რცის სტანდარტების მიხედვით.

Avg. User Timing (sec)		
4.76		
Avg for View: 4.76 (0.00%)		
	User Timing Bucket (sec) [?]	User Timing Sample [?]
☰	1 - 5	4
	1 - 2	1
	2 - 3	2
	3 - 4	1
☰	5 - 10	4
	5 - 6	1
	6 - 7	1
	7 - 8	1
	8 - 9	1

ნახ. 26. გვერდის ჩატვირთვის დროის ანალიზი

რაც შეეხება მოდულების ჰარმონიულ ფუნქციობას და მათ შორის შესაძლო კონფლიქტებს, ისინი შემუშავებულია საერთო პროგრამული ყალიბის საფუძველზე და როგორც ანალიზმა აჩვენა, არ ხდება მათი ურთიერთგადატვირთვა. რაც შეეხება იმპორტირებულ მოდულებს: PayPal-ს, Yandex Money-ს, Google Analytics, ისინი წარმოადგენენ წამყვანი კომპანიების მიერ დაპროექტებულ სანდო ვებ-აპლიკაციებს, რომლებიც არანაირ კონფლიქტში არ შესულან, შემუშავებულ მოდულებთან. რა თქმა უნდა, საიტის განვითარებასთან ერთად საჭირო გახდება ახალი მოდულების დამატება. ამიტომ, ყოველი ახალი პლაგინის დამატებამდე, სასურველია შეიქმნას არსებული პლაგინების სარეზერვო ასლი და მხოლოდ ამის შემდეგ დაემატოს ახალი აპლიკაცია.

2.9. დასკვნა II თავისათვის

განხილულია კომერციული დანიშნულების საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფის მეთოდოლოგია, რომელიც დაფუძნებულია დაპროგრამების სისტემა Python-ის გამოყენებაზე. აღწერილია აღნიშნული სისტემის ის უპირატესობანი, რომლებიც ფართოდ გავრცელებულ PHP ტექნოლოგიასთან შედარებით, საიტის აპარატურული რესურსების უფრო ეკონომი-

მიურად გამოყენების საშუალებას იძლევა.

დაპროექტებულია საიტის კონტენტის მართვის ჰიბრიდული CMS სისტემა, რომელიც ერთმანეთს უხამებს Python ტექნოლოგიაზე აგებული Django და Flask ვებ-კარკასების იმ თავისებურებებს, რაც საინტერესოა კომერციული დანიშნულების, კერძოდ კი ინტერნეტ-მაღაზიის საიტებში, გამოყენების კუთხით.

შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფის ბაზაზე დაპროექტებულია ინტერნეტ-მაღაზიის საიტის სტრუქტურა, მისი ფაილური სისტემა და სამომხმარებლო ინტერფეისი.

შემუშავებულია სხვადასხვა დანიშნულების პროგრამული მოდულები, რომლებიც ჩაშენებულია ინტერნეტ-მაღაზიის საიტის პროგრამულ უზრუნველყოფაში და განაპირობებენ მის ეფექტიან ფუნქციონებას.

შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფა აპრობირებულია მის საფუძველზე დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის საიტისათვის. ანალიზი ცხადყოფს, რომ მის ბაზაზე აგებული საიტი, არსებულთაგან განსხვავებული ლოგიკით ამუშავებს სერვერს და ვიზიტორთა დიდი რაოდენობის შემთხვევაშიც კი საგრძნობლად ნაკლებ აპარატურულ რესურსებს მოიხმარს, რაც უზრუნველყოფს კომერციული საიტის შეუფერხებელ მუშაობას მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის პირობებში.

თავი III

კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის სტატისტიკური მოდელირება და ანალიზი

მოცემულ თავში განხილულია კომერციული დანიშნულების ახალი ინტერნეტ-საიტის ტრაფიკის პროგნოზირების სტატისტიკური მოდელები, რომლებიც აპრობირებულია სადისერტაციო ნაშრომში შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფის ბაზაზე ახლად აგებული ინტერნეტ-მაღაზიის ტრაფიკის შეფასებისას. შემუშავებულია, ფუნქციობის დამყარებულ რეჟიმში საიტის ტრაფიკის სტატისტიკური ანალიზის მეთოდოლოგია და შესაბამისი ინფორმაციული ტექნოლოგია.

3.1. ტრაფიკის შეფასების სტატისტიკური მოდელები

3.1.1. მოდელების აგების წინაპირობები

კვლევის ობიექტს წარმოადგენს კომერციული დანიშნულების ახლად-დაპროექტებული ვებ-საიტი. მივიჩნევთ, რომ ინტერნეტის ქსელში მსგავსი ინტერესების მქონე მომხმარებელთა რაოდენობა მუდმივია და თანაბრადაა განაწილებული კომერციულ საიტზე წვდომის შესაძლებლობის მიხედვით.

ვთქვათ F არის იმ მომხმარებელთა სიმრავლე, რომელიც დაინტერესდა მოცემული კომერციული საიტით და აქვს სურვილი კვლავ ეწვიოს მას. არსებობენ გარკვეული შიგა და გარე ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენს საიტის ფუნქციობაზე.

შიგა ფაქტორები. ის გარემოებებია, რომელებიც საიტის მენეჯმენტზეა დამოკიდებული და პირდაპირ გავლენას ახდენს მის სამომხმარებლო ტრაფიკზე. პრაქტიკულად, ეს არის საიტის მართვის პოლიტიკა, რომელიც მასზე განთავსებული ინფორმაციის თემატიკას, სტრუქტურას და მომხმარებლისათვის მისი მიწოდების წესს განსაზღვრავს.

გარე ფაქტორები. ის გარემოებებია, რომლებიც არ არის დამოკიდებული საიტის მენეჯმენტზე, მაგრამ გავლენას ახდენს მის ფუნქციობაზე. მაგალითად, კონკურენტების არსებობა, მომხმარებლის მხრივ, საიტზე განთავსებული ინფორმაციის მიმართ ინტერესის დაკარგვა და სხვ.

3.1.2. ტრაფიკის ანალიზური და სტატისტიკური მოდელები

საიტის ვიზიტორთა რიცხვის ცვლილება დროის ინტერვალში შეიძლება ასე გამოვსახოთ

$$F(t+\Delta t)=F(t)+A(t), \quad (1)$$

სადაც

$F(t)$ –საიტის კლიენტთა რაოდენობაა დროის t მომენტისათვის;

$F(t+\Delta t)$ – საიტის კლიენტთა რაოდენობაა დროის $t+\Delta t$ მომენტში;

$A(t)$ –საიტის იმ ახალი კლიენტების რაოდენობაა, რომლებიც გამოჩნდნენ დროის Δt შუალედში.

ვინაიდან ვაგებთ ახალი კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის მოდელს, ჩავთვალოთ, რომ პოტენციური კლიენტები მისით ინტერესდებიან არსებობის შესახებ ინფორმაციის მიღებისთანავე, ანუ ვიზიტამდე. ამ გარემოებისა და მიღებულ დაშვებათა გათვალისწინებით, შეიძლება ჩაიწეროს:

$$A(t)=\mu \cdot D(t), \quad (2)$$

სადაც

$\mu \in [0;1]$ –კოეფიციენტი, რომელიც ითვალისწინებს, თუ ქსელის აუდიტორიის რა რაოდენობა გახდება კომერციული საიტის კლიენტი მას შემდეგ რაც მის თაობაზე ინფორმაციას მიიღებს;

$D(t)$ –იმ მომხმარებელთა რაოდენობაა, რომელთაც უკვე მიიღეს ინფორმაცია საიტის არსებობის შესახებ.

ქსელის აუდიტორიის შემადგენლობის თაობაზე ზემოთ აღნიშნული დაშვებიდან გამომდინარე აგრეთვე მივიღებთ

$$N(t)=\varphi \cdot F(t), \quad (3)$$

სადაც

$N(t)$ –საიტის ვიზიტორთა რაოდენობაა დროის t მომენტში;

$F(t)$ –დროის t მომენტისათვის საიტის ვიზიტორთა ფიქსირებული რაოდენობაა;

$\varphi \in [0;1]$ –კოეფიციენტი, რომელიც ახასიათებს საიტის კლიენტთა მიერ მისი დათვალიერების სიხშირეს.

მოყვანილ გამოსახულებებში, μ და φ კოეფიციენტებს, დროის სხვადასხვა ინტერვალებში სხვადასხვა მნიშვნელობა შეიძლება ჰქონდეს. μ პარამეტრს მუდმივი მნიშვნელობა ექნება მხოლოდ ქსელის აუდიტორიის მოთხოვნილებებისა და კომერციულ საიტზე მოქმედი შიგა და გარე ფაქტორების უცვლელობის პირობებში. ამ ფაქტორების ახალი კომბინაცია იწვევს კოეფიციენტის რაოდენობრივ ცვლილებას. მაგალითად, ინფორმაციაზე ფასიანი წოდომის შემოღება, სავარაუდოდ, გამოიწვევს მის შემცირებას, ხოლო პროდუქციაზე მაღალმა ფასმა შესაძლოა საერთოდ უკუაგდოს მომხმარებელი (ამ დროს $\mu=0$). ზემოაღნიშნული მსჯელობა სამართლიანია φ პარამეტრისთვისაც. ის შეიძლება გახდეს 0-ის ტოლი მხოლოდ მაშინ, როცა μ კოეფიციენტიც 0-ის ტოლია.

საიტის ვიზიტორთა რაოდენობა დროის $t+\Delta t$ მომენტში განისაზღვრება ფორმულით

$$N(t + \Delta t) = \varphi \cdot F(t + \Delta t). \quad (4)$$

(3) და (4) ფორმულებიდან $F(t)$ და $F(t+\Delta t)$ სიდიდეების განსაზღვრის შემდეგ მივიღებთ საიტის ვიზიტორთა რაოდენობებს დროის t და $t+\Delta t$ მომენტებისათვის:

$$F(t) = \frac{1}{\varphi} \cdot N(t) , \quad (5)$$

$$F(t+\Delta t) = \frac{1}{\varphi} \cdot N(t + \Delta t) . \quad (6)$$

(2), (5), (6) გამოსახულებების (1) ფორმულაში ჩასმით მივიღებთ გამოსახულებას:

$$\frac{1}{\varphi} \cdot N(t + \Delta t) = \frac{1}{\varphi} \cdot N(t) + m \cdot D(t) . \quad (7)$$

ამ განტოლების გარდაქმნით მიიღება გამოსახულება დროის $t+\Delta t$ მომენტში საიტის ტრაფიკის დროითი დინამიკის შესაფასებლად:

$$N(t + \Delta t) = N(t) + \mu \cdot \varphi \cdot D(t) . \quad (8)$$

მოდელის შემდგომი დაზუსტებისათვის განვიხილოთ ახალი საიტის შესახებ ინფორმაციის გავრცელების *ინტენსივობა*, როგორც საიტის ახალ კლიენტთა რიცხვის ფარდობა დროის Δt პერიოდში მნახველთა საერთო რაოდენობასთან:

$$a(t) = \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{\mu \cdot D(t)}{F(t)}. \quad (9)$$

ეს სიდიდე დროში მცირდება, რაც იმითაა განპირობებული, რომ დროის მომდევნო პერიოდებში ინტერნეტის სულ უფრო მეტი მომხმარებლისათვის ინფორმაცია საიტის თაობაზე სიახლეს აღარ წარმოადგენს. შევარჩიოთ მისი გამოსახვის მარტივი ვარიანტი:

$$a(t) = \frac{b}{t}, \quad b = \text{const} \quad (10)$$

სადაც b -მუდმივაა, რომელიც გვიჩვენებს თუ რამდენი ახალი მომხმარებელი იღებს ინფორმაციას საიტის თაობაზე დროის ნებისმიერ მომენტში.

მსჯელობა, ახალი კომერციული საიტის შესახებ ინფორმაციის გავრცელების თაობაზე ეყრდნობა იმავე დაშვებებს, რის საფუძველზეც მიღებულ იქნა ტრაფიკის დინამიკის აღმწერი (9) გამოსახულება.

თუ (9) ფორმულაში (5) ფორმულით განსაზღვრულ $F(t)$ მნიშვნელობას შევიტანთ და (10) აღნიშვნას გავითვალისწინებთ, მივიღებთ ფორმულებს საიტის მომხმარებელთა $D(t)$ რაოდენობის განსაზღვრისათვის:

$$\begin{aligned} \frac{b}{t} &= \frac{1}{\Delta t} \cdot \frac{\mu \cdot \varphi \cdot D(t)}{N(t)} \\ D(t) &= \frac{1}{\mu \cdot \varphi} \cdot \frac{b}{t} \cdot N(t) \cdot \Delta t. \end{aligned} \quad (11)$$

(11) ფორმულა ჩავსვათ (8) ფორმულაში და გავამარტივოთ მიღებული გამოსახულება:

$$N(t + \Delta t) = N(t) + b/t \cdot N(t) \cdot \Delta t. \quad (12)$$

უკანასკნელი გამოსახულება გარდავქმნათ შემდეგი სახით:

$$\frac{N(t + \Delta t) - N(t)}{\Delta t} = \frac{b}{t} \cdot N(t). \quad (13)$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ, რომ Δt მიისწრაფის ნულისაკენ, (13) გამოსახულების მარცხენა მხარე შეიძლება ასეთი სახით წარმოვადგინოთ:

$$\frac{N(t+\Delta t)-N(t)}{\Delta t} = \frac{\Delta N(t)}{\Delta t} \xrightarrow{\Delta t \rightarrow 0} \frac{dN(t)}{dt}. \quad (14)$$

(14) გარდაქმნის გათვალისწინებით, (13) გამოსახულება დიფერენციალური განტოლების სახეს მიიღებს: [68, 69]

$$\frac{dN(t)}{dt} = \left(\frac{b}{t}\right) \cdot N(t), \quad (15)$$

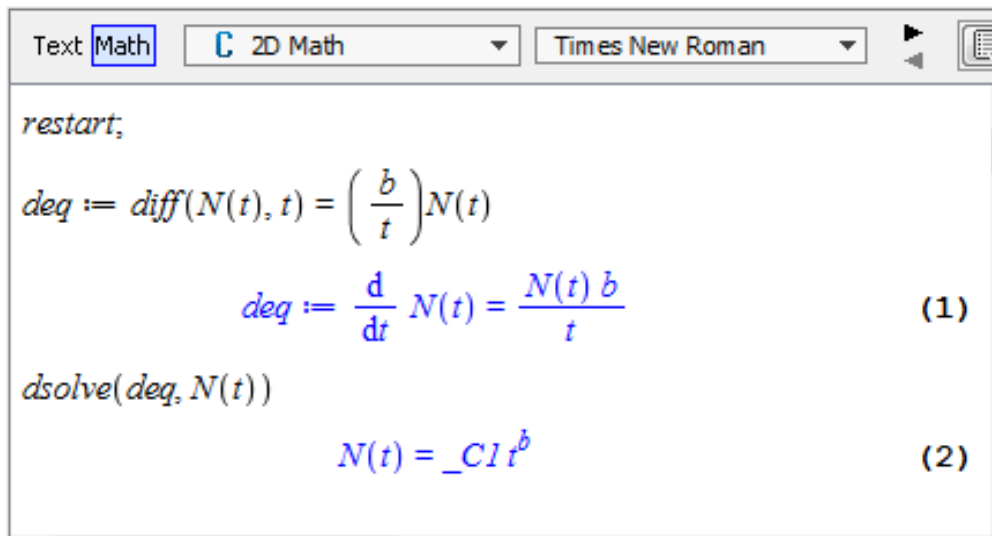
რომელიც წარმოადგენს კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის დინამიკის აღმწერ ანალიზურ გამოსახულებას.

ამ გამოსახულების მარჯვენა ნაწილში მდგომი ფუნქცია

$$r(t) = \left(\frac{b}{t}\right), \quad (16)$$

წარმოადგენს საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის ზრდის ფუნქციას.

(15) გამოსახულება წარმოადგენს დიფერენციალური განტოლებების თეორიაში კარგად ნაცნობ პირველი რიგის ცვლად კოეფიციენტთან დიფერენციალურ განტოლებას (ცვლადი კოეფიციენტის როლში გვევლინება (16) გამოსახულება). ნახ. 27-ზე მოყვანილია ამ განტოლების ამონახსნი *Maple* პაკეტის *desolve* პროცედურის გამოყენებით, რომელშიც ინტეგრების *C* მუდმივას მნიშვნელობა განისაზღვრება დიფერენციალური განტოლების საწყისი პირობებით.



```

restart;
deq := diff(N(t), t) = (b/t)N(t)
deq := d/dt N(t) = N(t)b/t (1)
dsolve(deq, N(t))
N(t) = _C1 t^b (2)

```

ნახ. 27. მოდელის განტოლების ამონახსნის *Maple-desolve* პროცედურა თუ გავითვალისწინებთ, რომ ჩვენს შემთხვევაში $C=N_0$, შედეგის სახით მივიღებთ შემდეგ ფუნქციურ დამოკიდებულებას:

$$N(t) = N_0 \cdot t^b, \quad (17)$$

სადაც N_0 -კომერციული საიტის ვიზიტორთა რაოდენობაა დროის საწყის $t=t_0$ მომენტში.

(17) წარმოადგენს საიტის ტრაფიკის დინამიკის აღმწერ ფუნქციურ მოდ-

ელს, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას დაპროექტების სტადიაში მყოფი ან ახალი კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის შეფასებასა და პროგნოზირებისათვის.

როგორც ვხედავთ, მივიღეთ რეგრესიული ანალიზის ამოცანა, როდესაც ფუნქციური დამოკიდებულება მოცემულია (17) არაწრფივი ფუნქციის სახით. ამოცანის გადაწყვეტა მდგომარეობს N_0 და b რეგრესიის პარამეტრების შეფასებაში.

3.1.3. სტატისტიკური მოდელის აპრობაცია და ანალიზი

მოდელის რეალობასთან ადეკვატურობის შესაფასებლად გაანალიზებულ იქნა ჩვენს მიერ შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფის (იხ. თავი 2) საფუძველზე ახლად დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის დინამიკა ფუნქციობის საწყისი პერიოდის, კერძოდ კი 25 დღის მანძილზე. მონაცემები საიტზე ვიზიტების შესახებ, მიღებულ იქნა ვებ-სტატისტიკის Google Analytics ინსტრუმენტის გამოყენებით. საიტის ტრაფიკის რაოდენობრივი მაჩვენებლები წარმოდგენილია ვექტორული ფორმით და შეტანილია საწყისი მონაცემების სახით შედეგობრივ ცხრილი 6-ში.

V_n ვექტორი შეიცავს მონაცემებს საიტის უნიკალურ დამთვალიერებელთა (Visitors) შესახებ, ხოლო V_i -დროის შესაბამის პერიოდებს დღეებში.

$V_n = \{6, 32, 65, 78, 95, 120, 188, 239, 278, 315, 380, 421, 454, 482, 505, 601, 624, 723, 769, 810, 872, 932, 991, 1068, 1157\};$

$V_i = \{1, 2, 3, \dots, n=25\}.$

ვითვალისწინებთ რა (17) ფუნქციური დამოკიდებულების არაწრფივ, კერძოდ კი ხარისხობრივ ხასიათს, რათა უზრუნველვყოთ მოხერხებული აპროქსიმაცია და მოდელის ადეკვატურობის შეფასებისათვის საჭირო სტატისტიკური მახასიათებლების მიღება და ანალიზი, გამოვიყენოთ ასეთ შემთხვევებში რეგრესიული ანალიზისათვის დამახასიათებელი ფუნქციის გაწრფივების პროცედურა. ამისათვის, ჯერ გავალოგარიტმით (17) გამოსახულების ორივე მხარე (ნახ. 28-ზე ნაჩვენებია ტრაფიკის გალოგარიტმებული

სტატისტიკური მონაცემების აპროქსიმაციის გრაფიკი [70]

$$\ln(N(t)) = \ln(N_0) + b \cdot \ln(t), \quad (18)$$

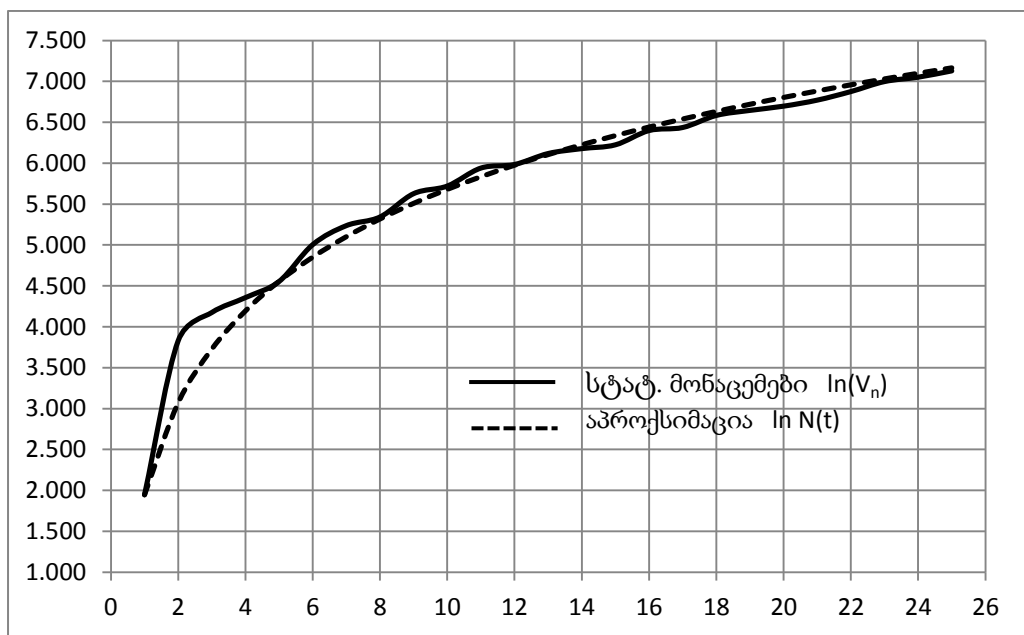
შემდეგ კი შემოვიტანოთ აღნიშვნები:

$$y = \ln(N(t)); \quad x = \ln(t); \quad c_0 = \ln(N_0); \quad c_1 = b.$$

ამ აღნიშვნების (18) ფორმულაში შეტანის შემდეგ მივიღებთ წრფის განტოლებას:

$$y = c_0 + c_1 \cdot x. \quad (19)$$

როგორც ვხედავთ, მივიღეთ წრფივი რეგრესიული მოდელი და ამოცანა მდგომარეობს სამომხმარებლო ტრაფიკის სტატისტიკური მონაცემების ნატურალური ლოგარითმებისათვის რეგრესიის c_0 და c_1 პარამეტრების შეფასებაში.



ნახ. 28. ტრაფიკის გალოგარითმებული მონაცემების აპროქსიმაცია

ანალიზი ჩატარდა ცხრილურ პროცესორ Excel-ში Analysis Toolpak პაკეტის ინსტრუმენტების მეშვეობით. რეგრესიის ხარისხის შესაფასებლად გამოყენებულია უმცირეს კვადრატთა მეთოდი, რომელიც კრიტერიუმის სახით სტატისტიკური მონაცემებიდან ფუნქციის თეორიული მნიშვნელობების გადახრათა კვადრატების ჯამის მინიმუმს იყენებს. ანალიზისათვის საწყის პარამეტრებს წარმოადგენს დამოკიდებული ცვლადის V_n და დამოუკიდებელი ცვლადის (რეგრესორის) V_t ვექტორები. [71,72]

ანალიზის შედეგად განისაზღვრა c_0 და c_1 პარამეტრების შემდეგი მნიშვნელობები:

$$c_0=2.20868; \quad c_1=1.51376.$$

ემპირიულ და თეორიულ გალოგარითმებულ მნიშვნელობებს შორის საშუალო კვადრატულმა გადახრამ შეადგინა:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n [\ln(V_n) - \ln(N(t))]^2} = 1.241.$$

წრფივი მოდელის ადეკვატურობის შესაფასებლად გამოყენებულ იქნა Analysis Toolpak პაკეტის Regression პროცედურა, რომელიც განსაზღვრავს სტატისტიკური და დისპერსიული ანალიზის ძირითად მაჩვენებლებს:

Observations-დაკვირვებათა რიცხვი;

df-თავისუფლების ხარისხების რიცხვი;

R square - დეტერმინაციის R^2 კოეფიციენტი;

Standard Error-სტანდარტული ცდომილება;

x variable-დამოუკიდებელი ცვლადის კოეფიციენტის მნიშვნელობა;

Intersept-თავისუფალი წევრის მნიშვნელობა.

SS-გადახრათა კვადრატების ჯამი; სტრიქონისათვის „რეგრესია“, ეს არის საშუალო მნიშვნელობიდან თეორიული მნიშვნელობების გადახრათა კვადრატების ჯამი; სტრიქონისათვის „ნაშთი“-თეორიული მნიშვნელობების ემპირიული მონაცემებისაგან გადახრათა კვადრატების ჯამი; სტრიქონისათვის „საერთო“-საშუალო მნიშვნელობიდან ემპირიული მონაცემების გადახრათა კვადრატების ჯამი;

MS-საშუალო კვადრატული გადახრა;

F-ფიშერის კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა;

t Stat-სტიუდენტის t-კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა.

ცხრილი 4-ში მოყვანილია რეგრესიული ანალიზის ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლები. მართალია, მოდელის ადეკვატურობაზე მიუთითებს დეტერმინაციის კოეფიციენტის მაღალი მნიშვნელობა $R^2=0.98$, მაგრამ შეფასების მეტი სარწმუნოებისათვის ანალიზი აგრეთვე ჩატარდა სტიუდე-

ნტისა (t) და ფიშერის (F) კრიტერიუმების მეშვეობით. t-კრიტერიუმს ვიყენებთ რეგრესიის კოეფიციენტების მნიშვნელოვნების შესაფასებლად, ხოლო F-კრიტერიუმს, მთლიანად რეგრესიის განტოლების ადეკვატურობის დასადგენად. ორივე შემთხვევაში, ნულოვან H_0 ჰიპოთეზად განიხილება ვარაუდები რეგრესიის კოეფიციენტების არამნიშვნელოვნებისა და რეგრესიის განტოლების არაადეკვატურობის თაობაზე. [71,72]

ცხრილი 4							
რეგრესიული ანალიზის სტატისტიკა							
Observations	df	R square (R^2)	Standard Error	x variable (c_0)	Intersept (c_1)	t-Stat (c_0)	t-Stat (c_1)
25	24	0.98	0.133	1.51376	2.20868	46.25	27.43

ცხრილიდან ჩანს, რომ t-კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობები, როგორც დამოუკიდებელი ცვლადის c_1 კოეფიციენტისათვის ($t_{ფაქტ.} = 46.25$), ასევე c_1 თავისუფალი წევრისათვის ($t_{ფაქტ.} = 27.43$) მეტია t-განაწილების კრიტიკული წერტილების ცხრილურ მნიშვნელობაზე $t_{კრიტ.} = 2.06$. ეს ნიშნავს, რომ H_0 ჰიპოთეზა რეგრესიის პარამეტრების არამნიშვნელოვნების თაობაზე უკუიგდება და მიიღება ალტერნატიული H_1 ჰიპოთეზა მათი სტატისტიკური მნიშვნელოვნების თაობაზე, სანდოობის 95%-იანი დონის პირობებში.

ცხრილი 5-ში მოყვანილია მოდელის დისპერსიული ანალიზის შედეგები. სანდოობის $\alpha = 0.05$ დონისა და მოცემული თავისუფლების ხარისხისათვის ფიშერის F-კრიტერიუმის ცხრილური მნიშვნელობაა $F_{კრიტ.} = 2.38$ და ის საგრძნობლად ნაკლებია ფაქტიურ $F_{ფაქტ.} = 213.76$ მნიშვნელობაზე. ეს ნიშნავს, რომ H_0 ჰიპოთეზა რეგრესიის (28) განტოლების არაადეკვატურობის თაობაზე, ამ შემთხვევაშიც უკუიგდება და მიიღება ალტერნატიული H_1 ჰიპოთეზა, რაც ასევე მიუთითებს შუალედური წრფივი მოდელის სარწმუნოებაზე.

ცხრილი 5				
გაწრფივებული მოდელის დისპერსიული ანალიზი				
წყარო	df	SS	MS	F
რეგრესია (Regression)	1	38.277	37.603	213.76
ნაშთი (Residual)	23	0.411	0.01	
საერთო (Total)	24	43.918		

ამრიგად, (26) გამოსახულების გალოგარითმების შედეგად მიღებული წრფივი ფუნქციის კონკრეტული სახეა:

$$y = 2.20868 + 1.51376 \cdot x. \quad (20)$$

ახლა დავადგინოთ თავად ტრაფიკის (17) მოდელის პარამეტრები. (19) საშუალოდ მოდელის c_0 და c_1 კოეფიციენტებზე დაყრდნობით და იმის გათვალისწინებით, რომ შემოტანილი აღნიშვნების თანახმად $c_0 = \ln(N_0)$, ტრაფიკის მოდელისათვის განისაზღვრება N_0 და b პარამეტრების შეფასებები:

$$b = c_1 = 1.51376; \quad N_0 = \exp(c_0) = 9.10370.$$

ამ მნიშვნელობების (17) ფორმულაში შეტანის შემდეგ მივიღებთ საიტის ტრაფიკის პროგნოზირების ფუნქციის კონკრეტულ სახეს:

$$N(t) = 9.1037 \cdot t^{0.151376}. \quad (21)$$

სტატისტიკური და დისპერსიული ანალიზის მეთოდების გამოყენებით შეფასდა მიღებული არაწრფივი მოდელის სტატისტიკური სარწმუნოება.

არაწრფივი მოდელის შემთხვევაში დეტერმინაციის კოეფიციენტის (მას ამ შემთხვევაში დეტერმინაციის ინდექსსაც უწოდებენ) მნიშვნელობა განისაზღვრა ფორმულით: [45,70]

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = \frac{RSS}{TSS}, \quad (22)$$

სადაც y_i – მოცემული სტატისტიკური მონაცემებია;

\bar{y} – სტატისტიკური მონაცემების საშუალო მნიშვნელობაა;

Y_i – თეორიული ფუნქციის მნიშვნელობებია;

TSS - მონაცემთა საერთო (ჯამური) გაბნევაა;

RSS - გადახრათა კვადრატების ნარჩენი ჯამია;

n - დაკვირვებათა რაოდენობაა.

სტატისტიკური და დისპერსიული მახასიათებლების გაანგარიშებათა შედეგები მოყვანილია ცხრილ 6-ში.

ცხრილიდან ჩანს, რომ (22) ფორმულით გამოთვლილმა დეტერმინაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობამ შეადგინა $R^2 = 0.916$, რაც საკმაოდ მაღალ მაჩვენებელს წარმოადგენს.

ენებლად უნდა ჩაითვალოს.

ცხრილი 6 მოდელის სტატისტიკური და დისპერსიული ანალიზი							
V_i	V_n	$\ln(V_i)$	$\ln(V_n)$	$\ln(N(t))$	$N(t)$	$(V_i - V_{საშ})^2$	$(V_i - N(t))^2$
1	6	0	1.792	2.209	9.104	232516.840	9.633
2	32	0.693	3.466	3.258	25.996	36.049	36.049
3	65	1.099	4.174	3.872	48.025	288.155	288.155
4	78	1.386	4.357	4.307	74.232	14.195	14.195
5	95	1.609	4.554	4.645	104.062	82.121	82.121
6	120	1.792	4.787	4.921	137.137	293.671	293.671
7	188	1.946	5.236	5.154	173.179	219.657	219.657
8	239	2.079	5.476	5.356	211.974	730.428	730.428
9	278	2.197	5.628	5.535	253.346	607.807	607.807
10	315	2.303	5.753	5.694	297.153	318.506	318.506
11	380	2.398	5.940	5.839	343.273	1348.899	1348.899
12	421	2.485	6.043	5.970	391.599	864.391	864.391
13	454	2.565	6.118	6.091	442.042	142.990	142.990
14	482	2.639	6.178	6.204	494.520	156.745	156.745
15	505	2.708	6.225	6.308	548.960	1932.500	1932.500
16	601	2.773	6.399	6.406	605.299	18.478	18.478
17	624	2.833	6.436	6.497	663.476	1558.385	1558.385
18	723	2.890	6.583	6.584	723.440	0.194	0.194
19	769	2.944	6.645	6.666	785.140	260.511	260.511
20	810	2.996	6.697	6.744	848.532	1484.752	1484.752
21	872	3.045	6.771	6.817	913.575	1728.451	1728.451
22	932	3.091	6.837	6.888	980.228	2325.955	2325.955
23	991	3.135	6.899	6.955	1048.457	3301.299	3301.299
24	1068	3.178	6.974	7.019	1118.227	2522.780	2522.780
25	1157	3.219	7.054	7.081	1189.508	1056.746	1056.746
	V_n საშ.	σ	c_0	c_1	R^2	TSS	RSS
	488.20	1.2533	2.20868	1.51376	0.916066	253810.50	21303.3
			N_0	b	F-ფაქტ.	F-კრიტ.	σ
			9.10370	1.51376	251.0253	2.38	372.15

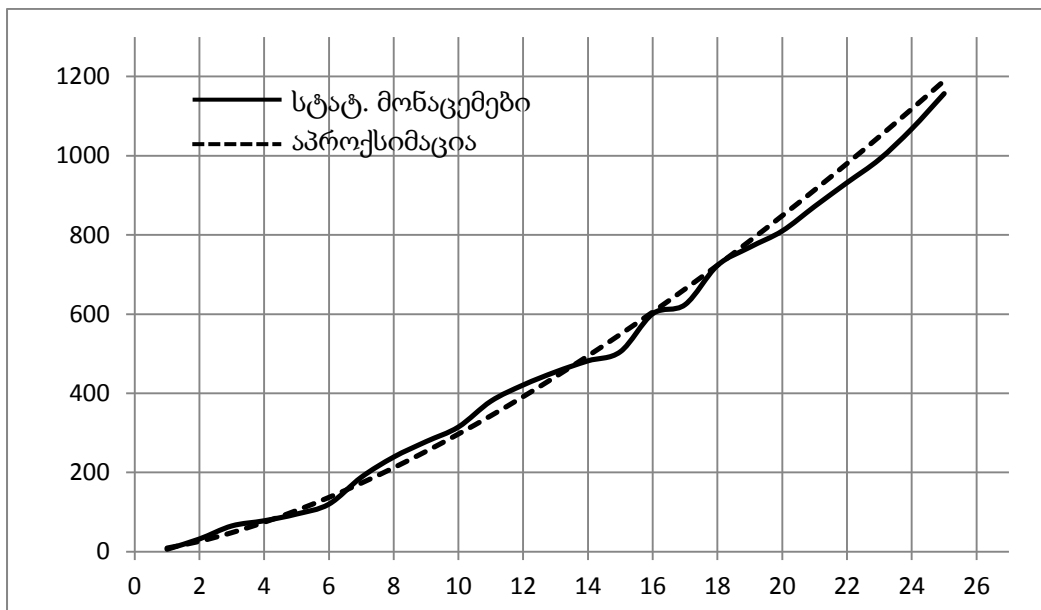
(21) მოდელის ადეკვატურობა აგრეთვე შეფასდა ფიშერის კრიტერიუმით. მისი ფაქტიური მნიშვნელობა გამოითვალა ფორმულით, რომელიც ამყარებს კავშირს დეტერმინაციის კოეფიციენტსა და F-კრიტერიუმს შორის:

$$F_{fact.} = \frac{R^2}{1 - R^2} (n - 2). \quad (23)$$

(22) ფორმულით გამოთვლილმა F-კრიტერიუმის ფაქტიურმა მნიშვნელ-

ობამ შეადგინა $F_{ფაქტ.}=251.02$, რაც აღემატება მნიშვნელოვნების $\alpha=0.05$ დონისათვის ფიშერის განაწილების კრიტიკული წერტილების ცხრილიდან აღებული მნიშვნელობას $F_{კრიტ.}=2.38$. ეს ნიშნავს, რომ H_0 ჰიპოთეზა (21) მოდელის არაადეკვატურობის თაობაზე უკუიგდება და მიიღება ალტერნატიული H_1 ჰიპოთეზა.

ნახ. 29–ზე მოყვანილია (21) მოდელის ფუნქციით ტრაფიკის მონაცემების აპროქსიმაციის გრაფიკი, რომელიც აგრეთვე ცხადყოფს მიღებული მოდელის ეფექტიანობას.



ნახ. 29. მოდელის ფუნქციით საიტის ტრაფიკის აპროქსიმაციის გრაფიკი საშუალო კვადრატული გადახრისათვის მივიღეთ მნიშვნელობა:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^n [V_{n_i} - N(t)]^2} = 29.79. \quad (24)$$

ამრიგად, ჩატარებული ანალიზი აჩვენებს, რომ მიღებული მოდელი საშუალებას იძლევა რაოდენობრივად აღვწეროთ დაპროექტების სტადიაში მყოფი ან ახლად შექმნილი ინტერნეტ-მაღაზიის საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის დინამიკა, რაც საშუალებას იძლევა, ჯერ კიდევ დაპროექტების სტადიაში, გავაკეთოთ სამომავლო პროგნოზი, სწორად შევარჩიოთ საიტის აპარატურული და პროგრამული უზრუნველყოფა, შევაფასოთ კომერციულ საიტში ინვესტიციების ჩადების სამომავლო ეფექტიანობა.

3.1.4. ტრაფიკის მოდელის მოდიფიკაცია

ზემოთ განხილული მოდელი არ ითვალისწინებს საიტის ტრაფიკის ზრდის შეზღუდულობას, რაც განპირობებულია მიზნობრივი აუდიტორიისა და თავად ქსელის მომხმარებელთა რაოდენობის შეზღუდულობით. ეს თავის მხრივ გავლენას ახდენს მოდელირების შედეგებზე მაშინ, როდესაც კომერციულ საიტს ვიზიტორთა საკმაო რაოდენობა ჰყავს. კერძოდ, რთული არა არის ვივარაუდოთ, რომ ტრაფიკის ექსპონენციალური ზრდა, რასაც ადგილი აქვს ახლად შექმნილი საიტისათვის პირველ დღეებში, არ შეიძლება ხანგრძლივად შენარჩუნდეს და მოსალოდნელია მისი ზრდის გარკვეული სტაბილიზაცია. აღნიშნულის გათვალისწინებით, იმისათვის, რომ შევძლოთ მოდელის გამოყენება ახალი საიტის ტრაფიკის პროგნოზირებისათვის დროის უფრო ხანგრძლივი პერიოდის მანძილზე, მოვახდინოთ შემუშავებული მოდელის მოდიფიკაცია. ამ მიზნით, შევეცადოთ დავაზუსტოთ მოდელი იმ მსგავსებაზე დაყრდნობით, რაც არსებობს კომერციული საიტის ტრაფიკის ცვლილებასა და ცოცხალ ბუნებაში პოპულაციის რიცხოვნების დინამიკის კანონზომიერებათა შორის.

განვიხილოთ დიფერენციალური განტოლება, რომელიც აღწერს ბიოლოგიური პოპულაციის რიცხოვნების დინამიკას საარსებო რესურსების შეზღუდულობის პირობებში [73]:

$$\frac{dx(t)}{dt} = x(t) \cdot \left(r - \frac{r}{K} \cdot x(t) \right), \quad (25)$$

სადაც

r -პოპულაციის ზრდის ხვედრითი სისწრაფეა;

K -პოპულაციის მაქსიმალურად შესაძლო რაოდენობაა;

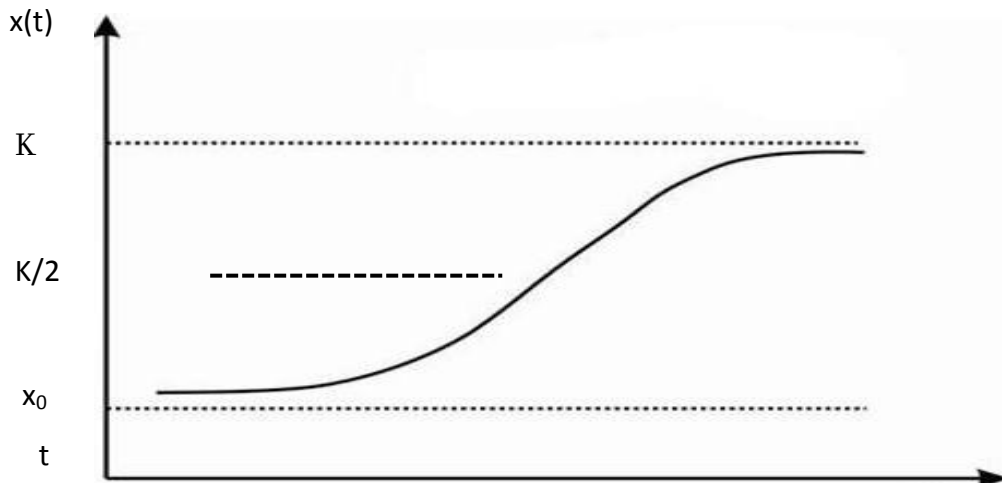
t -დროა; $x(t)$ -პოპულაციის რაოდენობაა დროის მოცემულ მომენტში.

აღნიშნული განტოლების ზუსტ ამონახსნს, წარმოადგენს ფერხიულსტის ფუნქცია, რომელიც პოპულაციის რიცხოვნების დროზე დამოკიდებულებას აღწერს:

$$x(t) = \frac{Kx_0e^{rt}}{K - x_0 + x_0e^{rt}}$$

სადაც $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = k$, როცა $t \rightarrow \infty$; x_0 პოპულაციის საწყისი რიცხოვნებაა.

ფერხიულსტის ფუნქციის გრაფიკს S-ის მსგავსი ფორმა აქვს და ლოგისტიკური მრუდის სახელითაა ცნობილი (ნახ. 30). ანალიტიკური გამოკვლევა აჩვენებს, რომ როცა $x_0 < K$, ანუ როცა საარსებო რესურსი ბევრია, $x(t)$ ფუნქცია დაახლოებით ექსპონენციალურად იზრდება საწყისი x_0 მნიშვნელობიდან და ასიმპტოტურად მიისწრაფის K სიდიდისაკენ. თუ $x_0 > K$, მაშინ $x(t)$ მონოტონურად მცირდება და ასიმპტოტურად მიისწრაფის K სიდიდისაკენ. როცა $x_0 < K$, ფუნქციას აქვს გადაღუნვის წერტილი, რომელშიც მისი მნიშვნელობა $K/2$ -ის ტოლია.



ნახ. 30. ფერხიულსტის ფუნქცია

გამოვიყენოთ ფერხიულსტის განტოლება ჩვენი შემთხვევისათვის, რის საფუძველსაც ვვადლებს როგორც ამოცანათა შინაარსობრივი მსგავსება, ასევე ის გარემოება, რომ ფაქტიურად, (25) გამოსახულება, (15) სახის ცვლად-კოეფიციენტიანი დიფერენციალური განტოლების კერძო შემთხვევას წარმოადგენს. ჩავთვალოთ, რომ:

$x(t) = N(t)$ -საიტის დამთვალეირებელთა რაოდენობაა დროის t მომენტში;

K -საიტის მიზნობრივი აუდიტორიაა დღე-ღამის განმავლობაში, რომელიც განპირობებულია როგორც ინტერნეტის მომხმარებელთა სასრულობით, ასევე კომერციული საიტის ტექნიკური შესაძლებლობებით;

r -საიტის მომხმარებელთა რიცხვის ზრდის ფუნქციაა.

მაშინ (25) განტოლება მცირე ალგებრული გამარტივების შემდეგ ასეთი სახით შეიძლება ჩავწეროთ:

$$\frac{dN(t)}{dt} = r \cdot \left(1 - \frac{N(t)}{K}\right) \cdot N(t). \quad (26)$$

ამ გამოსახულებაში საიტის მომხმარებელთა რიცხვის ზრდის ფუნქციის

$$r(t) = \left(\frac{b}{t}\right)$$

მნიშვნელობის შეტანის შემდეგ, მივიღებთ საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის დინამიკის მოდელს, რომელიც შემდეგი დიფერენციალური განტოლებით აღიწერება:

$$\frac{dN(t)}{dt} = \left(\frac{b}{t}\right) \cdot \left(1 - \frac{N(t)}{K}\right) \cdot N(t). \quad (27)$$

მიღებული განტოლების ამოხსნამ Maple სისტემაში (ნახ. 31) მოგვცა საიტის ტრაფიკის დროზე დამოკიდებულების ფორმულა:

$$N(t) = \frac{K}{1 + t^{-b} \cdot N_0 \cdot K}, \quad (28)$$

```

restart;
deg := diff(N(t), t) = (b/t) * (1 - N(t)/k) * N(t)
deg := d/dt N(t) = (b * (1 - N(t)/k) * N(t)) / t
dsolve(deg, N(t))
N(t) = k / (1 + t^-b * _C1 * k)

```

ნახ. 31. მოდიფიცირებული მოდელის განტოლების ამოხსნის Maple–dsolve პროცედურა

სადაც

N_0 –საიტის უნიკალურ მნახველთა (viziators) რაოდენობაა დროის საწყის $t=t_0$ მომენტში;

K –საიტის მიზნობრივი აუდიტორის ზღვრული მნიშვნელობაა დღე-ღამის განმავლობაში;

ამ შემთხვევაში, ამოცანა მდგომარეობს (28) არაწრფივი მოდელის b და N_0 პარამეტრების შეფასებაში.

3.1.5. მოდიფიცირებული მოდელის აპრობაცია და ანალიზი

საიტის ტრაფიკის მოდიფიცირებული მოდელის ანალიზი ჩატარდა ცხრილურ პროცესორ Excel-ში ოპტიმალური ამონახსნის ძიების Solver პროცედურის გამოყენებით [74]. საწყისი მონაცემები და გაანგარიშებათა შედეგები მოყვანილია ცხრილი 7-ში.

საწყისი მონაცემებს წარმოადგენენ:

–საიტის ტრაფიკის რაოდენობრივი მაჩვენებლები რომლებიც წარმოადგენილია ვექტორული სახით. V_n ვექტორი შეიცავს მონაცემებს საიტის უნიკალურ დამთვალიერებელთა (Vizitors) შესახებ, ხოლო V_t ვექტორი-დროის შესაბამის 2 დღიან პერიოდებს. მთლიანობაში ანალიზმა მოიცვა საიტის შექმნის მომენტიდან 50 დღიანი პერიოდი, როცა საიტმა საკმარის ცნობადობას მიაღწია საძიებო სისტემებში;

–ინტერნეტ-მაღაზიის საიტისა და მისი განთავსების სერვერის მახასიათებლებიდან გამომდინარე და ვებ-ანალიტიკის ინსტრუმენტებით მიღებული მონაცემების საფუძველზე, განისაზღვრა საიტის უნიკალურ მნახველთა აუდიტორიის (vizitors) შესაძლო მოცულობა დღე დამის განმავლობაში $K=1650$.

ძებნის კრიტერიუმად გამოყენებულ იქნა ტრაფიკის სტატისტიკურ მონაცემებსა და მოდელის ფუნქციის თეორიულ მნიშვნელობებს შორის გადახრათა კვადრატების ჯამის მინიმალური მნიშვნელობა (იხ. ცხრილის RSS უჯრა):

$$\min \{ \sum [V_i - N(t)]^2 \}.$$

აღნიშნული პარამეტრებით ჩატარებულმა ოპტიმალური ამონახსნის ძიების პროცედურამ (28) მოდელის პარამეტრების შემდეგი მნიშვნელობები მოგვცა:

$$b=3.279; N_0=9.0858.$$

ტრაფიკის სტატისტიკურ მონაცემებთან მოდელის ადეკვატურობის შესაფასებლად მიღებულ იქნა სტატისტიკური და დისპერსიული ანალიზის ძირითადი მახასიათებლები: [72,73]

–(22) ფორმულით გამოთვლილმა დეტერმინაციის კოეფიციენტმა შეად-

გინა $R^2=0.9765$, რაც უფრო მაღალი მაჩვენებელია, ვიდრე წინა მოდელის შემთხვევაში;

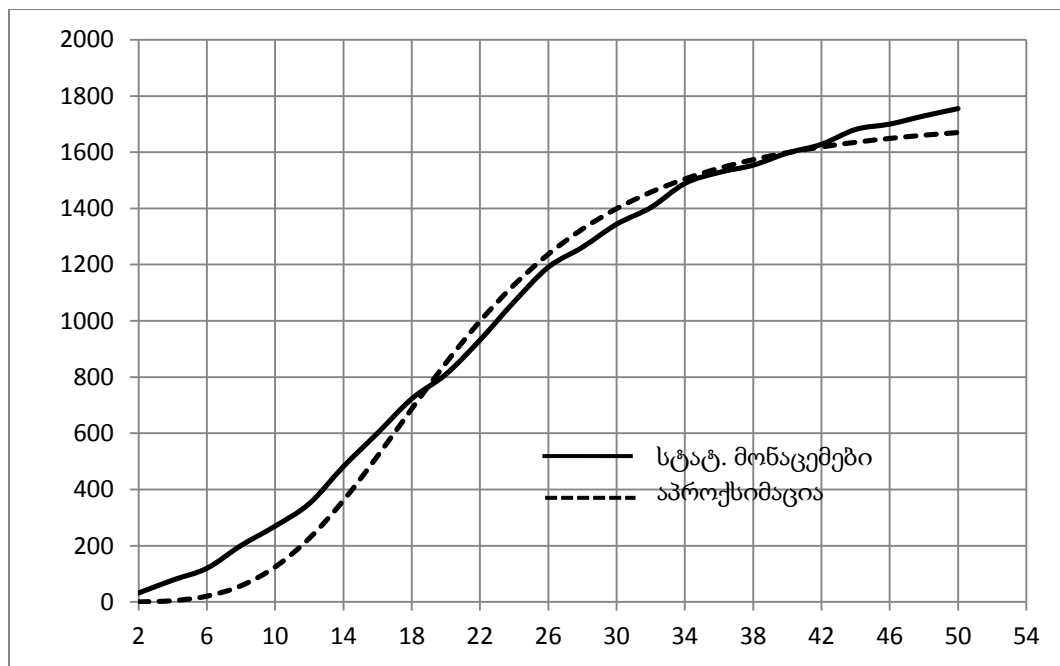
<i>ცხრილი 7</i>				
<i>მოდელიზირებული მოდელის სტატისტიკური ანალიზი</i>				
V_t	V_n	$N(t)$	$(V_i - V_{საშ})^2$	$(V_i - N(t))^2$
2	32	1.068	990582.278	956.778
4	78	10.315	901132.518	4581.228
6	120	38.328	823156.998	6670.284
8	239	95.002	621385.358	20735.540
10	315	185.948	507342.798	16654.426
12	421	309.575	367575.438	12415.424
14	482	456.857	297330.278	632.150
16	601	614.422	181714.638	180.138
18	723	769.092	92586.318	2124.444
20	810	911.229	47210.598	10247.256
22	932	1035.717	9078.278	10757.146
24	1068	1141.194	1658.118	5357.292
26	1191	1228.672	26804.238	1419.161
28	1262	1300.315	55093.478	1468.002
30	1344	1358.621	100311.558	213.783
32	1403	1405.986	141165.518	8.915
34	1489	1444.504	213185.358	1979.855
36	1528	1475.926	250720.518	2711.731
38	1554	1501.668	277433.958	2738.595
40	1597	1522.866	324580.878	5495.854
42	1628	1540.417	360864.518	7670.827
44	1681	1555.030	427349.838	15868.318
46	1700	1567.268	452552.198	17617.797
48	1729	1577.573	492410.958	22930.128
50	1755	1636.298	529576.398	28460.263
N_0	b	k	TSS	RSS
9.0858	3.2797	1650	8492803.040	199895.334
	$V_{საშ}$	R^2	F -ფაქტ.	σ
	1027.28	0.9765	954.184	91.2632

–სტანდარტულმა შეცდომამ შეადგინა $\epsilon=0.1825$ იმ პირობებში, როცა მის დამაკმაყოფილებელ მნიშვნელობად ითვლება $\epsilon \leq 0.5$;

–(23) ფორმულის მიხედვით გამოთვლილი F-კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა შეადგენს $F_{ფაქტ.}=954.184$, რაც საგრძნობლად აღემატება მნიშვნელოვნების $\alpha=0.05$ დონისათვის ფიშერის განაწილების კრიტიკული წერტილების ცხრილიდან აღებულ მნიშვნელობას. ეს გარემოება აგრეთვე მიანიშნებს მოდელის სტატისტიკურ სარწმუნოებაზე.

საბოლოოდ, b და N_0 პარამეტრების შეტანის შემდეგ, ახალი ინტერნეტ-მაღაზიის საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის პროგნოზირების ფუნქცია მიიღებს სახეს:

$$N(t) = \frac{1650}{1 + t^{-3.279} \cdot 9.0858 \cdot 1650} \quad (29)$$



ნახ. 32. მოდელის მრუდით ტრაფიკის აპროქსიმაციის გრაფიკი

მიღებული მოდელის მრუდით საიტის ტრაფიკის აპროქსიმაციის გრაფიკი მოყვანილია ნახ. 32-ზე და ვიზუალურად ცხადყოფს მის ეფექტიანობას.

გრაფიკიდან აგრეთვე ჩანს, რომ ახლად შექმნილი ინტერნეტ-მაღაზიის საიტის ტრაფიკი, ფუნქციობის საწყის ეტაპზე, ჯერ ექსპონენციალურად იზრდება, შემდეგ კი აგრძელებს მონოტონურად მცირედ ზრდას მიზნობრივი აუდიტორიის ზრდასთან ერთად და მისი სახე უახლოვდება ლოგისტიკური მრუდის ფორმას.

3.2. სამომხმარებლო ტრაფიკის ანალიზი საიტის ფუნქციობის დამყარებულ რეჟიმში

ტრაფიკის მოცულობისა და შესაბამისად კონვერსიის გაზრდა ნებისმიერი კომერციული საიტის მთავარი ამოცანაა. მართალია, ვებ-ანალიტიკის ინსტრუმენტების მეშვეობით შესაძლებელია მისი რაოდენობრივი მაჩვენებლების მიღება, მაგრამ ეს არ იძლევა ტრაფიკის პროცესის შემთხვევითი ხასიათისა და ალბათური თვისებების შეფასების საშუალებას, რაც აუცილებელია ტრაფიკის პროგნოზირებისა და საიტის შემდგომი განვითარების კუთხით. ამ მიზნით ჩატარებულ იქნა დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის ტრაფიკის ანალიზი ფუნქციობის დამყარებულ რეჟიმში.

3.2.1. დროითი მწკრივების მოდელები

საზოგადოდ, დროითი მწკრივების მოდელების მეშვეობით ცდილობენ გარკვეული, დროზე დამოკიდებული პარამეტრის მოდელირებასა და პროგნოზირებას, მხოლოდ საკვლევი პარამეტრის წარსული მნიშვნელობების თაობაზე ინფორმაციაზე დაყრდნობით. როგორც წესი, ამგვარი მოდელების გამოყენება არ მოითხოვს საკვლევი პროცესის ცვლილების აღწერისათვის რაიმე სახის თეორიული კონსტრუქციების აგებას. აპრიორი იგულისხმება, რომ გამოყენებული ემპირიული მონაცემები უკვე შეიცავს საკუთარ თავში ამგვარ მოდელებს. დროითი მწკრივის მოდელების გამოყენება განსაკუთრებით ეფექტანია მაშინ, როცა შეუძლებელია ვიპოვოთ ისეთი ფაქტორები, რომლებიც იმავე სიხშირით იზომება, როგორც საკვლევი პარამეტრი.

როდესაც დროის t ცვლადი დისკრეტულ მნიშვნელობებს იღებს, $X(t)$ შემთხვევით პროცესი წარმოადგენს დროით მწკრივს, რომელიც შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც დროის t_i ($i=1, \dots, n$) მომენტებში მიღებული $\{X_n\}$ შემთხვევითი სიდიდეების ერთობლიობა. ამ დროს, შემთხვევითი პროცესი განიხილება როგორც ნატურალური არგუმენტის რიცხვითი ფუნქცია, რომლის რეალიზაციას წარმოადგენს დაკვირვების შედეგად მიღებული გარკვეული მონაცემების ერთობლიობა. ეს მონაცემები ქმნიან დროით მწკრივს:

$$y(t) = \{y(t_1), y(t_2), y(t_3), \dots, y(t_{n-1}), y(t_n)\},$$

სადაც n -დაკვირვების t_i მომენტების ანუ მწკრივში წევრების (დონეების) რაოდენობაა. ეს მაჩვენებელი განსაზღვრავს დროითი მწკრივის სიგრძეს.

ამრიგად, დროით მწკრივსა და შემთხვევით პროცესს შორის პრინციპული განსხვავება არ არსებობს–ისინი განსხვავდება მხოლოდ განსაზღვრის არის ხასიათის მიხედვით, რის გამოც მათი ანალიზი, საზოგადოდ შემთხვევითი პროცესებისათვის დამახასიათებელი მეთოდებით ხდება. [42]

ვინაიდან საიტის ტრაფიკი წარმოადგენს შემთხვევით პროცესს, რომელიც ახასიათებს ერთ ობიექტს (ამ შემთხვევაში კომერციულ საიტს) დროის თანმიმდევრულ t_1, t_2, \dots, t_n პერიოდებში, მისი ანალიზისათვის შეიძლება გამოყენებულ იქნეს დროითი მწკრივის მოდელები. ანალიზი დამყარებულია იმ ფაქტზე, რომ თანმიმდევრულ მონაცემებზე დაკვირვება ხდება დროის თანაბარი ინტერვალების (დღეების, კვირების, თვეების,) მანძილზე.

ვინაიდან დროითი მწკრივის შესაბამისი პროცესი, შემთხვევით კომპონენტთან ერთად შეიძლება შეიცავდეს დეტერმინირებულ ან ციკლურ კომპონენტებს, მისი ანალიზის უპირველესი ამოცანაა მწკრივის სტრუქტურული დეკომპოზიცია შემადგენელ კომპონენტებად. ასეთი მიდგომისას დროითი მწკრივის ყოველი დონე ფორმირდება ტრენდული (T), ციკლურ–სეზონური (S) და შემთხვევითი (E) კომპონენტებისაგან. ამ ტიპის ბაზურ მოდელებს წარმოადგენს დროითი მწკრივის ადიტიური და მულტიპლიკატიური მოდელები, რომლებიც მის ყოველ დონეს განიხილავს როგორც ზემოთ ჩამოთვლილი კომპონენტების შესაბამისად, ჯამსა და ნამრავლს. საიტის ტრაფიკის ანალიზისათვის, მისი ბუნებიდან გამომდინარე, მიზანშეწონილია სარგებლობა ადიტიური მოდელით, რომელიც გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა გამოსაკვლევი მწკრივი, მთელი ხნგრძლივობისას, მსგავსი ცვლილებებით ხასიათდება: [43]

$$Y=T+S+E .$$

ამ მოდელში T ტრენდული და S ციკლურ–სეზონური კომპონენტები წარმოადგენს დეტერმინირებულ და პერიოდულ კომპონენტებს. მათი ანალიზისა და აღწერისათვის გამოიყენება ტრენდის გამოყოფის ფუნქციური მოდელები, მცურავი საშუალოსა (Moving Average) და ექსპონენციალური გაგ-

ლუკების მეთოდები და სხვ. საიტის ტრაფიკის სტრუქტურაში განსაკუთრებით დიდია შემთხვევითი კომპონენტის წილი. ტრენდულ და ციკლურ კომპონენტებს, ხშირ შემთხვევაში, ის შეიძლება საერთოდ არ შეიცავდეს. ამ შემთხვევაში, მისი შესაბამისი დროითი მწკრივის ანალიზისა და პროგნოზირებისათვის, გამოიყენება ავტორეგრესიის მოდელები. ეს ისეთი მოდელებია, რომლებშიც მწკრივის მნიშვნელობა მოცემულ მომენტში წრფივად და მოკიდებული მის წინა მნიშვნელობაზე. აღნიშნული მოდელებისათვის საბაზოა p რიგის ავტორეგრესიული მოდელი $AR(p)$, რომელიც წარმოადგენს შემთხვევითი ზემოქმედების ქვეშ მყოფი დროითი მწკრივის p წინა მნიშვნელობების აწონილ ჯამს:

$$X_t = \sum_{i=1}^p (a_i \cdot X_{t-i}) + \varepsilon_t ,$$

სადაც a_i – მოდელის პარამეტრებია, ε_t – მოცემულ მომენტში პროცესზე მოქმედი შემთხვევითი ზემოქმედებაა. აღნიშნული მოდელის მოდიფიკაციებს წარმოადგენს ARMA და ARIMA მოდელები, რომლებიც პარამეტრების შეფასებისათვის მცურავი საშუალოს მეთოდს იყენებენ. [43,44]

AR(1) პირველი რიგის ავტორეგრესიის პროცესს

$$X_t = a \cdot X_{t-1} + \varepsilon_t ,$$

მარკოვის პროცესს უწოდებენ. ეს ისეთი პროცესია, რომლის მომავალი მდგომარეობა (მნიშვნელობა) განისაზღვრება მხოლოდ მოცემულ მომენტში მისი მდგომარეობით და არ არის დამოკიდებული იმაზე, თუ როგორ აღმოჩნდა ის ამ მდგომარეობაში. მარკოვის მოდელები ხშირად გამოიყენება დისკრეტული სისტემების, როგორცაა წარმოადგენს ვებ-საიტი, ფუნქციონის ანალიზისას. [43]

ავტორეგრესიული მოდელების გამოყენებას ართულებს შემდეგი გარემოებები: მოდელების შესაფასებელი პარამეტრების დიდი რაოდენობა; პარამეტრების ცალსახად იდენტიფიცირების სირთულე და განსაზღვრის შრომატევადობა; მოდელების არაადაპტურობა; მოდელების წრფივი ხასიათი და აქედან გამომდინარე, უმრავლესი არაწრფივი პრაქტიკული პროცესების მოდელირების შეუძლებლობა. [45]

ადიტიურ მოდელში შემავალი სტრუქტურული კომპონენტების გამოკვეთისა და დაზუსტების გარდა, დროითი მწკრივის მოდელების აგება მოითხოვს აგრეთვე მისი ძირითადი ალბათური და სტატისტიკური მახასიათებლებისა და სტრუქტურის ანალიზს. ეს საკითხი მნიშვნელოვანია იმდენად, რამდენადაც სხვადასხვა სტატისტიკური მახასიათებლების მქონე მწკრივების კვლევა, განსხვავებული მეთოდების გამოყენებას მოითხოვს.

ნაშრომში შემუშავებულია საიტის ტრაფიკის დროითი მწკრივის სტრუქტურული და ალბათური ანალიზის მეთოდიკა, რომელიც პრაქტიკულადაა აპრობირებული ჩვენს მიერ დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის ტრაფიკის მონაცემებისთვის.

3.2.2. საიტის ტრაფიკი როგორც დროითი მწკრივი

კომერციული საიტის ტრაფიკი წარმოადგენს შემთხვევით პროცესს, რომელიც ახასიათებს მას დროის თანმიმდევრულ t_1, t_2, \dots, t_n პერიოდებში. ეს გარემოება საშუალებას იძლევა მისი ანალიზისათვის გამოყენებულ იქნეს დროითი მწკრივის მოდელები. ანალიზი დამყარებულია იმ ფაქტზე, რომ თანმიმდევრულ მონაცემებზე დაკვირვება ხდება დროის თანაბარი ინტერვლების (დღეების, თვეების) მანძილზე. ვინაიდან, ტრაფიკის დროითი მწკრივი შემთხვევითი პროცესის გარკვეულ ნაირსახეობას წარმოადგენს, მისი ანალიზი, უპირველეს ყოვლისა, მოითხოვს შემოწმებას განაწილების კანონზე, სტაციონარულობა-არასტაციონარულობასა და ერგოდიულობაზე. გარდა ამისა, დროითი მწკრივებისათვის დამახასიათებელია ის გარემოება, რომ შემთხვევით მდგენელთან ერთად ისინი შეიძლება შეიცავდეს დეტერმინირებულ კომპონენტსაც, რისი დადგენაც, დამატებით, მათი სტრუქტურის ანალიზსაც მოითხოვს. [42–44]

ჩვენს მიერ შემუშავებული საიტის ტრაფიკის ანალიზი ჩატარებულ იქნა 6 თვის მანძილზე ვიზიტორთა (უნიკალურ მნახველთა) ყოველდღიური რაოდენობის თაობაზე ვებ-ანალიტიკის ინსტრუმენტებით მიღებული სტატისტიკური მონაცემების საფუძველზე. ეს მონაცემები ქმნიან დროით მწკრივს:

$$y(t) = \{y(t_1), y(t_2), y(t_3), \dots, y(t_{n-1}), y(t_n)\},$$

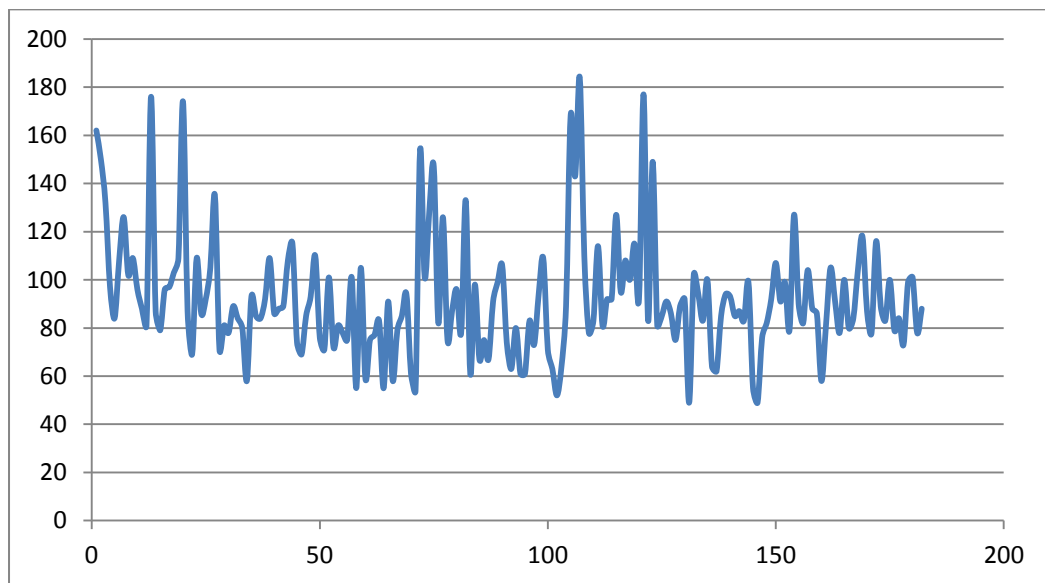
სადაც

n -დაკვირვების მომენტების ანუ მწკრივში წევრების (დონეების) რაოდენობაა. ეს მაჩვენებელი განსაზღვრავს დროითი მწკრივის სიგრძეს. ჩვენს შემთხვევაში $n=182$, რაც შეადგენს 6 თვის მანძილზე დაკვირვების დღეთა რაოდენობას;

t_1, t_2, \dots, t_n –დროის მომენტებია, რომლებშიც პროცესზე დაკვირვება ხდება. გვაქვს დროის t_1, t_2, \dots, t_{182} მომენტები.

$y(t_1), y(t_2), \dots, y(t_n)$ –დაკვირვების შედეგად მიღებული მწკრივის დონეები ანუ სტატისტიკური მონაცემებია.

დროითი მწკრივის შესაბამისი გრაფიკი მოყვანილია ნახ. 33–ზე.



ნახ. 33. საიტის ტრაფიკის დროითი მწკრივი

როგორც ზემოთ აღინიშნა, დროითი მწკრივის მოდელების აგება უპირველეს ყოვლისა მოითხოვს მისი ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლებისა და სტრუქტურის ანალიზს. ეს საკითხი მნიშვნელოვანია იმდენად, რამდენადაც სხვადასხვა სტატისტიკური მახასიათებლების მქონე მწკრივების კვლევა, განსხვავებული მეთოდების გამოყენებას მოითხოვს. ამგვარი ანალიზი, პირველ რიგში, გულისხმობს მწკრივის შემოწმებას მონაცემების განაწილების კანონსა და სტაციონარულობაზე, შემდეგ კი მის ზოგად ადითურ მოდელში შემავალი კომპონენტების (ტრენდული, ციკლური, შემთხვევითი) გამოკვეთასა და დაზუსტებას.

3.2.3. ტრაფიკის ანალიზი ნორმალურ განაწილებაზე

განაწილების კანონი გვაძლევს პრაქტიკულად სრულ სურათს დროითი მწკრივის შესაბამისი შემთხვევითი პროცესის თვისებებისა და სტატისტიკური მახასიათებლების თაობაზე და საშუალებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ დროში მის ქცევაზე.

საიტის ტრაფიკის ანალიზი ნორმალურ განაწილებაზე ჩატარებულ იქნა პირსონის, იგივე χ^2 კრიტერიუმის საფუძველზე, რომელიც საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ემპირიულ და თეორიულ ალბათობათა განაწილების შესაბამისობის ხარისხი.

განიხილება ორი ჰიპოთეზა:

H₀: - მონაცემთა გამოსაკვლევი ერთობლიობა ექვემდებარება განაწილების ნორმალურ კანონს;

H₁: ვარაუდი მონაცემთა ნორმალური კანონით განაწილების თაობაზე მცდარია (განაწილება განსხვავდება ნორმალური კანონისაგან).

ანალიზი ჩატარდა შემდეგი ალგორითმის მიხედვით: [41]

1. ემპირიულ მონაცემებზე დაყრდნობით, Analysis ToolPak პაკეტის Descriptive Statistic პროცედურის გამოყენებით განისაზღვრება N მოცულობის მონაცემთა ერთობლიობის (დროითი მწკრივის) ძირითადი სტატისტიკური მახასიათებლები, მათ შორის საშუალო არითმეტიკული S^* (Mean) და საშუალო კვადრატული გადახრა σ (Standard Deviation).

2. დროითი მწკრივის მონაცემთა მთელი დიაპაზონი იყოფა K რაოდენობის თანაბარ ინტერვალებად, რომელთა რაოდენობა განისაზღვრება სტრჯესის ფორმულით:

$$k=1+3.322 \cdot \ln N.$$

სადაც N ერთობლიობაში მონაცემთა რაოდენობაა.

მიღებული ინტერვალების სიგრძე გამოითვლება ფორმულით $h=R/k$, სადაც $R=X_{\max}-X_{\min}$ მონაცემთა განშლადობაა;

3. ინტერვალური ვარიაციული მწკრივის აგების Histogram პროცედურის საშუალებით განისაზღვრება ინტერვალებში მონაცემთა მოხვედრის E_i ემპირიული სიხშირეები;

4. ვპოულობთ ინტერვალების შუა წერტილებს:

$$x_i^* = \frac{x_i + x_{i+1}}{2} ;$$

5. მიღებული x_i^* მნიშვნელობებისათვის გამოითვლება S^* საშუალო მნიშვნელობისაგან ემპირიული მნიშვნელობების გადახრის ნორმირებული (σ -ში გამოსახული) მნიშვნელობები

$$Z = \frac{x_i^* - S^*}{\sigma} ;$$

6. განისაზღვრება სიხშირეთა თეორიული ალბათობები ნორმალური განაწილების ფორმულით:

$$f(x_i) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(x_i^* - s^*)^2}{2 \cdot \sigma^2}} ; \quad (30)$$

7. თეორიული სიხშირეები გამოითვლება ფორმულით:

$$T_i = N \cdot h \cdot f(x) ,$$

სადაც h ინტერვალის სიგრძეა; N ერთობლიობაში მონაცემთა რაოდენობაა.

8. განისაზღვრება პირსონის კრიტერიუმის ცალკეულ შესაკრებთა მნიშვნელობები, ხოლო შემდეგ მათი ჯამი, ფორმულით:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^{i=n} (E - T)^2 / T . \quad (31)$$

(31) კრიტერიუმის ფაქტიური ჯამური მნიშვნელობა შედარდება ცხრილურ კრიტიკულ მნიშვნელობას, მიღებულს n თავისუფლების ხარისხისა და სანდოობის α დონის მოცემული მნიშვნელობებისათვის. სანდოობის დონე აიღება დიაპაზონიდან 0.01–0.1, ხოლო n თავისუფლების ხარისხი გამოითვლება ფორმულით:

$$n = k - p - 1 ,$$

სადაც k -ინტერვალების რაოდენობაა; p -განაწილების პარამეტრების რიცხვია. ნორმალური განაწილებისათვის $p=2$, რადგან იგი ორი პარამეტრით (მათემატიკური მოლოდინი და დისპერსია) ხასიათდება.

9. თუ აღმოჩნდება, რომ კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა ნაკლებია ცხრილურ კრიტიკულ მნიშვნელობაზე, მაშინ α სანდოობით მიიღება

H_0 ნულოვანი ჰიპოთეზა მონაცემთა ნორმალური განაწილების თაობაზე.
წინააღმდეგ შემთხვევაში იგი უკუიგდება და მიიღება H_1 ჰიპოთეზა.

ცხრილი 8

ტრაფიკის შემოწმება ნორმალურ განაწილებაზე

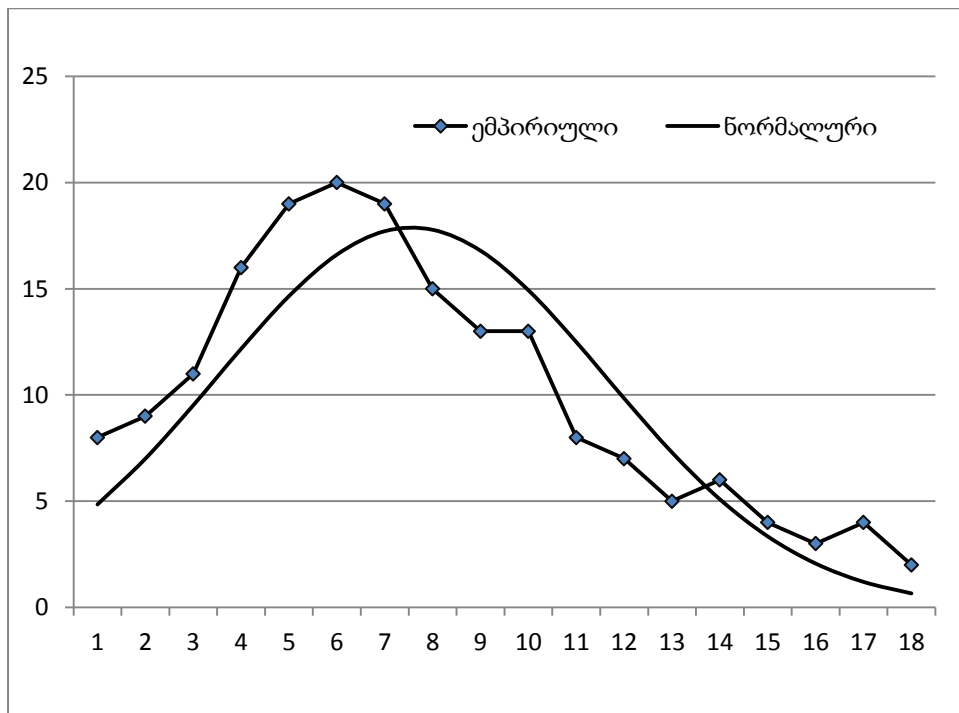
ინტერვ. №	ქვედა	ზედა	ემპირ. სიხშირე E_i	ინტერვ. შუა წერ. x_i^*	თეორ. ალბა- თობები $f_i(x)$	თეორ. სიხშირე T_i	$(E_i - T_i)^2 / T_i$
1	54	60	8	57	0.00444	4.8	2.05
2	60	66	9	63	0.00641	7.0	0.57
3	66	72	11	69	0.00871	9.5	0.23
4	72	78	16	75	0.01115	12.2	1.20
5	78	84	19	81	0.01342	14.7	1.29
6	84	90	20	87	0.01521	16.6	0.69
7	90	96	19	93	0.01622	17.7	0.09
8	96	102	15	99	0.01628	17.8	0.43
9	102	108	13	105	0.01538	16.8	0.86
10	108	114	13	111	0.01367	14.9	0.25
11	114	120	8	117	0.01144	12.5	1.62
12	120	126	7	123	0.00901	9.8	0.82
13	126	132	5	129	0.00668	7.3	0.72
14	132	138	6	135	0.00466	5.1	0.16
15	138	144	4	141	0.00306	3.3	0.13
16	144	150	3	147	0.00189	2.1	0.43
17	150	156	4	153	0.00110	1.2	6.54
18	156	162	2	159	0.00060	0.7	2.75
	<i>ჯამი</i>		<i>182</i>			<i>173.98</i>	<i>20.84</i>

ცხრილ 8-ში მოყვანილია საიტის ტრაფიკის ემპირიული მონაცემების ნორმალურ განაწილებაზე შემოწმების შედეგები. ანალიზისათვის საჭირო საწყის მონაცემები მიღებულ იქნა Analysis ToolPak პაკეტის Descriptive Statistical პროცედურის გამოყენებით. მათი მნიშვნელობებია:

- შერჩევის მოცულობა (Count)-182;
- ინტერვალების რაოდენობა $k=1+3.322 \cdot \ln(182)=18.3 \approx 18$;
- დროითი მწკრივის მაქსიმალური ელემენტი $X_{\max}=161$;
- დროითი მწკრივის მინიმალური ელემენტი $X_{\min}=54$;

- მონაცემთა განშლადობა (Range)-107;
- ინტერვალის სიგრძე $h=107/18\approx 6$;
- საშუალო მნიშვნელობა (Mean) $S^*=96.37$;
- საშუალო კვადრატული გადახრა (standard Deviation) $\sigma=24.36$;
- თავისუფლების ხარისხის რიცხვი $n=18-2-1=15$;
- ანალიზის სარწმუნოების დონე $\alpha=0.05$.

განხილულ შემთხვევაში გამოთვლით მიღებული პირსონის კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა ნაკლებია $n=18-2-1=15$ თავისუფლების ხარისხისა და $\alpha=0.05$ მნიშვნელოვნების დონისათვის ცხრილიდან აღებულ კრიტიკულ მნიშვნელობაზე: $K_{ფაქტ.}=20.84 < K_{კრიტ.}=24.99$. აქედან გამომდინარე, H_0 ჰიპოთეზა საიტის ტრაფიკის მონაცემთა ნორმალური განაწილების თაობაზე შეიძლება მიღებულ იქნეს 95% სარწმუნოებით. აღნიშნული გარემოება ჩანს აგრეთვე ემპირიული და თეორიული სიხშირეების განაწილების გრაფიკიდან (ნახ. 34).



ნახ. 34. ემპირიული და თეორიული სიხშირეების განაწილება

ვინაიდან, შემთხვევითი სიდიდეების ერთობლივი განაწილება ექვემდებარება ნორმალურ კანონს, შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა იმის თაობაზე, რომ საიტის ტრაფიკის დროით მწკრივი წარმოადგენს ე.წ. გაუსის მწკრივს. [42]

3.2.4. ტრაფიკის შემოწმება სტაციონარულობაზე

დროითი მწკრივის მოდელებთან მუშაობისას მნიშვნელოვანია ვიცოდეთ აღწერს თუ არა დროითი მწკრივი სტაციონარულ პროცესს. ეს საკითხი მნიშვნელოვანია იმდენად, რამდენადაც სტაციონარულ და არასტაციონარულ მწკრივებს სხვადასხვა სტატისტიკური მახასიათებლები აქვს და ამდენად მათი ანალიზისათვის სხვადასხვა მეთოდები გამოიყენება. [40,45]

დროითი მწკრივი სტაციონარულია ფართო გაგებით, თუ მას გააჩნია მუდმივი დისპერსია და საშუალო სიდიდე, რომლის ირგვლივ მისი ცალკეული მნიშვნელობები ვარირებენ და მწკრივის თვისებები არ იცვლება დროის ათვლის მომენტის ცვლილებისას. დროითი მწკრივით წარმოდგენილი პროცესის სტაციონარულობის დასადგენად გამოიყენება მათემატიკური მოლოდინისა და დისპერსიის მუდმივობაზე შემოწმების ტესტები. ისინი იყოფა პარამეტრულ და არაპარამეტრულ ტესტებად. ამასთან, პარამეტრული ტესტები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა მონაცემები, როგორც ჩვენ შემთხვევაში, ნორმალური კანონითაა განაწილებული. ფართო აგებით სტაციონარულობაზე შესამოწმებლად იყენებენ სხვადასხვა სტატისტიკურ კრიტერიუმებს, რომლებიც დაფუძნებულია შემთხვევითი პროცესის ერთ რეალიზაციაზე. კერძოდ, ეფექტიან პარამეტრულ ტესტებს წარმოადგენს ფიშერისა (F) და სტიუდენტის (t) კრიტერიუმები.

საიტის ტრაფიკის შემოწმება სტაციონარულობაზე ჩატარდა ფიშერის F-კრიტერიუმის გამოყენებით, რომელიც საშუალებას გვაძლევს შევადაროთ შერჩევათა დისპერსიების მნიშვნელობები. F-კრიტერიუმი გამოთვლება ფორმულით:

$$F = \frac{\sigma_1^2}{\sigma_2^2}, \quad (32)$$

სადაც σ_1^2 და σ_2^2 შერჩევათა დისპერსიებია, რომლებიც გამოითვლება ფორმულებით:

$$\sigma_1^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_1} (x_i - \bar{x})^2}{n_1}; \quad \sigma_2^2 = \frac{\sum_{i=1}^{N_2} (y_i - \bar{y})^2}{n_2}, \quad (33)$$

სადაც x_i და y_i – შერჩევათა ელემენტებია;

\bar{X} და \bar{Y} – შერჩევათა საშუალო მნიშვნელობებია;

$n_1=N_1-1$; $n_2=N_2-1$ – შესაბამისად N_1 და N_2 მოცულობის შერჩევათა თავისუფლების ხარისხის რიცხვებია.

კრიტერიუმის გამოყენების აუცილებელი პირობაა მრიცხველში უფრო დიდი, ხოლო მნიშვნელში უფრო მცირე დისპერსიის მოთავსება, რის გამოც კრიტერიუმის მნიშვნელობა ყოველთვის 1–ზე მეტი იქნება.

საიტის ტრაფიკის ემპირიული მონაცემებისაგან ვიღებთ ორი თანაბარი $N_1=N_2=91$ მოცულობის შერჩევას და განვიხილავთ შემდეგ ჰიპოთეზებს:

H_0 : - შერჩევათა დისპერსიები ერთმანეთთან არსებით თანხვედრაშია;

H_1 : – შერჩევათა დისპერსიები არსებითად განსხვავდება ერთმანეთისაგან;

ანალიზი ჩატარდა Analysis ToolPak პაკეტის F-Test Two-Sample for Variances პროცედურის გამოყენებით, რომლის შედეგები მოყვანილია ცხრილ 9–ში.

როგორც ცხრილიდან ჩანს F-კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა ნაკლებია მოცემული თავისუფლების ხარისხებისა და $\alpha=0.05$ მნიშვნელოვნების დონის შესაბამის კრიტიკულ მნიშვნელობაზე: $K_{ფაქტ.}=1.217 < K_{კრიტ.}=1.41$. აქედან გამომდინარე, H_0 ჰიპოთეზა საიტის ტრაფიკის მონაცემთა სტაციონარულობის თაობაზე შეიძლება მიღებულ იქნას 95% სარწმუნოებით.

<i>ცხრილი 9</i>		
<i>ტრაფიკის შემოწმება სტაციონარულობაზე</i>		
	<i>შერჩევა 1</i>	<i>შერჩევა 2</i>
Mean (საშუალო მნიშვნელობა)	97.81319	94.923077
Variance (დისპერსია)	653.1092	536.38291
Observations (დაკვირვებათა რიცხვი)	91	91
df (თავისუფლების ხარისხი)	90	90
F (F-კრიტერიუმის ფაქტიური მნიშვნელობა)	1.217617	
P(F<=f) one-tail	0.176025	
F Critical one-tail (F-კრიტერიუმის კრიტიკული მნიშვნელობა)	1.417088	

ვინაიდან საქმე გვაქვს გაუსის მწკრივთან (იხ. წინა პარაგრაფი), რომლისთვისაც ფართო და ვიწრო გაგებით სტაციონარულობის ცნებები, ერთმან-

ეთს ემთხვევა, შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა, რომ საკვლევი მწკრივი სტაციონარულია როგორც ფართო ასევე ვიწრო გაგებით.

3.2.5. ტრაფიკის ავტოკორელაციური ანალიზი

მოვლენებისა და პროცესების პროგნოზირების მეთოდი მმართველობითი გადაწყვეტილებების მიღების ეფექტიან ინსტრუმენტს წარმოადგენს. ამჟამად შემუშავებულია პროგნოზირების მრავალი მეთოდი, რომელთა საერთო მიზანია სანდოობის გარკვეული ხარისხით პროცესის მომავალი განვითარების წინასწარი განჭვრეტა და მიღებული შედეგების გამოყენება სხვადასხვა სახის მმართველობითი გადაწყვეტილებების მიღებისას.

დროითი მწკრივის გამოყენებით წარმოდგენილი პროცესის პროგნოზირება ეფუძნება იმ მოცემულობას, რომ ფაქტორები, რომლებიც გავლენას ახდენს პროცესზე წარსულსა და ამწყოში, გააგრძელებენ მსგავს ზემოქმედებას არც თუ შორეულ მომავალში. აქედან გამომდინარე, დროითი მწკრივების ანალიზის ძირითადი ამოცანაა მათი შემადგენელ კომპონენტებად დეკომპოზიცია, პროცესის შემდგომი ქცევის პროგნოზირებისა და რაციონალური გადაწყვეტილებების მიღების მიზნით.

დროითი მწკრივი რაიმე მაჩვენებლის მნიშვნელობათა ერთობლიობაა, რომელიც მიღებულია გარკვეული რაოდენობის დროის თანმიმდევრულ მომენტებში. მწკრივის ფორმირება შეიძლება მოხდეს მრავალი სხვადასხვა ფაქტორის ზემოქმედებით, რომლებიც პირობითად, სამ ძირითად ჯგუფს მიეკუთვნება: [43,44]

- მწკრივის ტენდენციის განმსაზღვრელი ფაქტორები;
- ფაქტორები, რომლებიც იწვევენ მწკრივის ციკლურ (სეზონურ) რხევებს;
- შემთხვევითი ფაქტორები;

მოდელებს, რომლებიც აიგება დროის თანმიმდევრულ პერიოდებში ერთი გარკვეული ობიექტის ქცევის დამახასიათებელი მონაცემების საფუძველზე, დროითი მწკრივის მოდელები ეწოდებათ.

მოდელების აგებისას ითვლება, რომ დროითი მწკრივის ყოველი დონე (ელემენტი) ფორმირდება ტრენდული (T), ციკლური ან სეზონური (S) და

შემთხვევითი (E) კომპონენტებისაგან. ბაზურ მოდელებს წარმოადგენენ ად-
იტიური და მულტიპლიკატური მოდელები. ადიტიური მოდელი განიხი-
ლავს მწკრივის ყოველ დონეს განიხილავს როგორც ზემოთ ჩამოთვლილი
კომპონენტების ჯამს და გამოიყენება იმ შემთხვევაში, როცა გამოსაკვლევი
მწკრივი მთელი ხნგრძლივობისას დაახლოებით მსგავსი ცვლილებებით ხა-
სიათდება:

$$Y=T+S+E . \quad (34)$$

მულტიპლიკატურ მოდელში დროითი მწკრივის ყოველი დონე განი-
საზღვრება როგორც მოქმედ ფაქტორთა ნამრავლი

$$Y=T*S*E .$$

დროითი მწკრივის მომდევნო და წინა მნიშვნელობებს შორის დამოკი-
დებულების არსებობას ავტოკორელაცია ეწოდება. ამ დამოკიდებულების
ხარისხის რიცხვობრივ გამოხატულებას წარმოადგენს ავტოკორელაციის
კოეფიციენტი $r \in (-1;1)$, რომელიც გამოითვლება ერთმანეთის მიმართ k პე-
რიოდით წანაცვლებული დროითი მწკრივის მნიშვნელობებით. k სიდიდეს
ლაგი ან „დაყოვნება“ ეწოდება და განსაზღვრავს ავტოკორელაციის კოეფი-
ციენტის რიგს. გამოთვლა ხდება შემდეგი ფორმულის მიხედვით:

$$r_k = \frac{\sum_{t=1}^{n-k} (y_t - \bar{y})(y_{t+k} - \bar{y})}{\sum_{t=1}^n (y_t - \bar{y})^2}, \quad (35)$$

სადაც

k ლაგების რაოდენობაა;

n -წყვილების რაოდენობაა, რომლებიც მონაწილეობენ კოეფიციენტის გან-
საზღვრაში;

y_t, y_{t+k} -წყვილის შემადგენელი ელემენტებია.

(35) ფორმულის თანახმად, $k=1$ მნიშვნელობისათვის გამოითვლება პირ-
ველი რიგის ავტოკორელაციის კოეფიციენტი, როცა $k=2$ -მეორე რიგისა და
ა.შ. მიღებულია, რომ კოეფიციენტების სტატისტიკური სარწმუნოების უზ-
რუნველსაყოფად მისი მაქსიმალური რიგი (ლაგი) არ უნდა აღემატებოდეს

N:4 სიდიდეს, სადაც N მწკრივში ელემენტთა რაოდენობაა. ავტოკორელაციის კოეფიციენტების თანმიმდევრობას ავტოკორელაციის ფუნქციას უწოდებენ, ხოლო ლაგის მნიშვნელობისაგან მათი დამოკიდებულების გრაფიკს-კორელოგრამას.

დროითი მწკრივის მოდელის აგებისას ჯერ განისაზღვრება ყველა რიგის ავტოკორელაციის კოეფიციენტები, შემდეგ სტატისტიკური კრიტერიუმების გამოყენებით განისაზღვრება მათი მნიშვნელოვნება, რათა დადგინდეს თუ რომელი ლაგებით უნდა ჩაირთოს მოდელში ცვლადები.

ავტოკორელაციის კოეფიციენტების ანალიზი საშუალებას იძლევა შევასოთ დროითი მწკრივის სტრუქტურა ანუ გავარკვიოთ შედის თუ არა მასში ესა თუ ის კომპონენტი. კერძოდ:

-თუ უფრო მაღალი მნიშვნელობა აქვს პირველი რიგის ავტოკორელაციის კოეფიციენტს, მაშინ გამოსაკვლევი მწკრივი შეიცავს მხოლოდ ტრენდის (T) კომპონენტს;

-თუ უფრო მაღალი მნიშვნელობა აქვს m რიგის ავტოკორელაციის კოეფიციენტს, მწკრივი შეიცავს ციკლურ (S) რხევებს m რაოდენობის დროის მომენტების პერიოდულობით;

-თუ არც ერთი ავტოკორელაციის კოეფიციენტი არ არის არსებითი, შეიძლება გაკეთდეს დასკვნა იმის თაობაზე, რომ მისი დონეები განისაზღვრება მხოლოდ შემთხვევითი კომპონენტით (E) ან მწკრივი შეიცავს ძლიერ არაწრფივ ტრენდულ კომპონენტს, რომლის გამოვლენაც დამატებით ანალიზს მოითხოვს.

აღნიშნულ მეთოდიკაზე დაყრდნობით გამოკვლეულ იქნა საიტის ტრაფიკის დროითი მწკრივი. ავტოკორელაციის კოეფიციენტების რიგი განისაზღვრა როგორც $N:4=182/4\approx 45$ და მიღებულ იქნა შესაბამისი კოეფიციენტები (იხ. ცხრილი 10).

მიღებული r_k კოეფიციენტების მნიშვნელოვნება მოწმდება ე.წ. სტანდარტული შეცდომის კრიტერიუმის გამოყენებით, რომელსაც სანდოობის 95% დონის შემთხვევაში აქვს სახე:

$$-1,96 \frac{1}{\sqrt{n}} \leq r_k \leq 1,96 \frac{1}{\sqrt{n}} \quad (36)$$

სადაც

k –მწკრივის მონაცემთა წანაცვლება ანუ ლაგია;

r_k - k რიგის ავტოკორელაციის კოეფიციენტი;

n –დროით მწკრივის მონაცემთა წყვილების რაოდენობაა.

<i>ცხრილი 10</i>					
<i>ტრაფიკის მონაცემთა ავტოკორელაციის კოეფიციენტები</i>					
ლაგი k	ავტოკორელ. კოეფიციენტი r_k	ლაგი k	ავტოკორელ. კოეფიციენტი r_k	ლაგი k	ავტოკორელ. კოეფიციენტი r_k
1	-0.026	16	-0.024	31	0.020
2	0.151	17	-0.013	32	-0.037
3	0.011	18	0.004	33	0.090
4	-0.029	19	-0.142	34	0.050
5	-0.002	20	-0.166	35	-0.093
6	0.124	21	-0.155	36	0.108
7	0.106	22	0.006	37	-0.014
8	0.122	23	-0.057	38	-0.083
9	-0.010	24	-0.051	39	0.004
10	0.072	25	0.098	40	0.049
11	-0.038	26	-0.152	41	-0.006
12	0.024	27	-0.180	42	0.062
13	-0.079	28	-0.022	43	-0.006
14	-0.025	29	-0.178	44	-0.016
15	0.070	30	0.028	45	0.023

ანალიზი მდგომარეობს შემდეგი სტატისტიკური ჰიპოთეზების შემოწმებაში:

H₀: -დროითი მწკრივის დონეებს შორის ადგილი აქვს k რიგის ავტოკორელაციას;

H₁: დროითი მწკრივის დონეებს შორის k რიგის ავტოკორელაცია არ არსებობს;

თუ ავტოკორელაციის გამოთვლილი r_k მნიშვნელობა არ ხვდება განხილულ ინტერვალში, მაშინ 95% სარწმუნოებით კეთდება დასკვნა, რომ დროითი მწკრივის მონაცემებში ადგილი აქვს k რიგის ავტოკორელაციას, წინააღმდეგ შემთხვევაში კი კეთდება დასკვნა მონაცემებში k რიგის ავტოკორელაციის არარსებობის თაობაზე.

აღნიშნული კრიტერიუმის მიხედვით ანალიზმა აჩვენა, რომ ავტოკორელაციის კოეფიციენტების ყველა მიღებული მნიშვნელობისათვის სრულდება (36) ინტერვალში მოხვედრის პირობა, რაც ნიშნავს რომ H_0 ჰიპოთეზა უკუიგდება და 95% სარწმუნოებით მიიღება ალტერნატიული H_1 ჰიპოთეზა საიტის ტრაფიკის მონაცემებში ავტოკორელაციის არარსებობის თაობაზე.

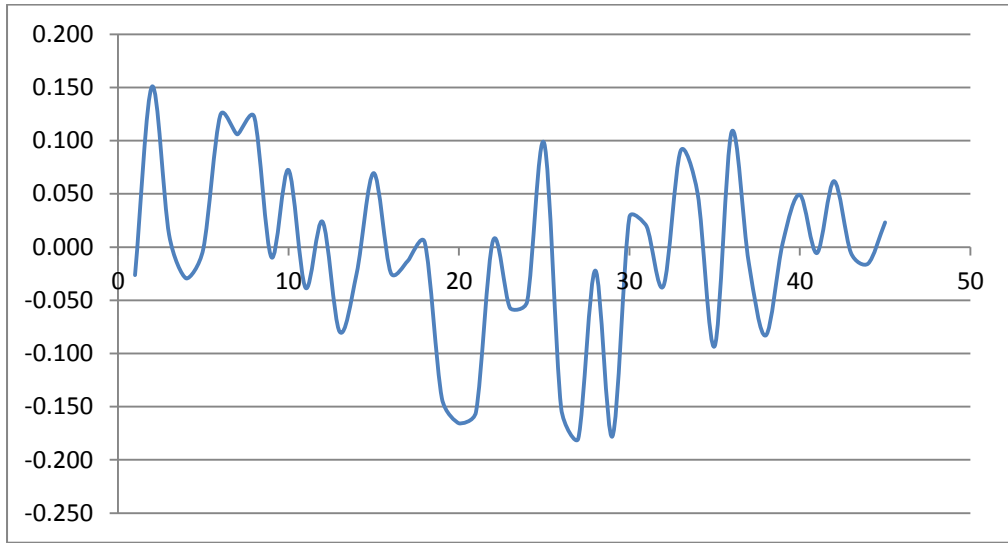
სტანდარტული შეცდომის კრიტერიუმი გამოიყენება ავტოკორელაციის ცალკეული კოეფიციენტების არსებობის შესამოწმებლად. მისი საშუალებით განისაზღვრება ის ლაგური ცვლადები, რომელიც უნდა ჩაირთოს მოდელში.

მეტი სტატისტიკური სარწმუნოებისათვის, ანალიზისათვის აგრეთვე გამოყენებულ იქნა ბოქს-პირსის Q-კრიტერიუმი, რომელიც სტანდარტული შეცდომის კრიტერიუმისაგან განსხვავებით, საშუალებას იძლევა გაკეთდეს დასკვნა მოდელში ჩასართავი ლაგური ცვლადების მთელი სიმრავლის მნიშვნელოვნებაზე. Q-კრიტერიუმი გამოითვლება ფორმულით: [43]

$$Q = n \sum_{i=1}^m r_i^2 \sim \chi^2(m), \quad (37)$$

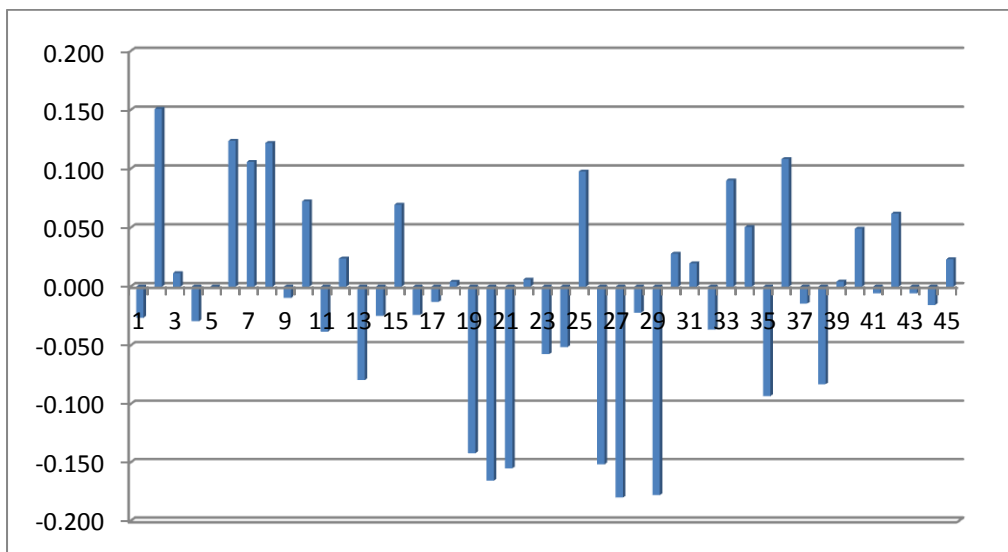
სადაც n -მონაცემთა ერთობლიობის მოცულობაა; m -მაქსიმალური ლაგია. კრიტერიუმის სტატისტიკას აქვს m თავისუფლების ხარისხის პირსონის (χ^2) განაწილება და ამიტომ, თუ მისი გამოთვლილი მნიშვნელობა მეტია შესაბამისი თავისუფლების ხარისხის მქონე χ^2 კრიტერიუმის ცხრილურ კრიტიკულ მნიშვნელობაზე, მაშინ ავტოკორელაციის კოეფიციენტების მთელი ჯგუფი $\leq m$ ლაგებისათვის ითვლება არსებითად. წინააღმდეგ შემთხვევაში კი მიიღება საწინააღმდეგო ჰიპოთეზა. ჩვენს შემთხვევაში, $n=182$, $m=45$ და მიღებული r_k კოეფიციენტებისათვის (37) ფორმულით გამოთვლილი Q-კრიტერიუმის მნიშვნელობა შეადგენს $Q_{\text{ფაქტ.}}=56.11$, რაც ნაკლებია $m-1$ თავისუფლების ხარისხისა და სანდოობის $\alpha=0.05$ დონის შემთხვევაში χ^2 განაწილების კრიტიკული წერტილების ცხრილურ $Q_{\text{კრიტ.}}=61.65$ მნიშვნელობაზე. ამდენად, ამ შემთხვევაშიც H_0 ჰიპოთეზა უკუიგდება და 95% სარწმუნოებით მიიღება ალტერნატიული H_1 ჰიპოთეზა ლაგების მთელი ჯგუფისათვის ავტოკორელაციის კოეფიციენტების არამნიშვნელოვნების თაობაზე.

ნახ.-ებზე 35,36. მოყვანილია ავტოკორელაციის ფუნქციის გრაფიკი და ავტოკორელოგრამა.



ნახ. 35. ტრაფიკის დროითი მწკრივის ავტოკორელაციის ფუნქცია

არაწრფივ ტენდენციაზე შესამოწმებლად რეკომენდებულია ავტოკორელაციის კოეფიციენტების გამოთვლა მწკრივისათვის, რომელიც საწყისი დროითი მწკრივის დონეთა ლოგარითმებს შეიცავს. ამ შემთხვევაში, კოეფიციენტების ნულისაგან განსხვავებული მნიშვნელობები მიანიშნებენ არაწრფივი ტენდენციის არსებობაზე. ამ კუთხით ჩატარებულმა ანალიზმა (ცხრილი 11) აჩვენა, რომ ეს კოეფიციენტები არ არის ნულის ტოლი, მაგარამ ახლოსაა ნულთან (მათი უმრავლესობა თითქმის ნულია). ეს მიანიშნებს, რომ დროით მწკრივში არც არაწრფივ ტენდენციას აქვს ადგილი.



ნახ. 36. ტრაფიკის დროითი მწკრივის ავტოკორელოგრამა

ჩატარებული ანალიზი აჩვენებს, რომ საიტის ტრაფიკის დროითი მწკრივი არ შეიცავს ტრენდულ და ციკლურ მდგენელებს. ე.ი. ზოგადი ადიტიური მოდელის (34) ფორმულაში გვაქვს მხოლოდ შემთხვევითი კომპონენტი:

$$Y=E.$$

ითვლება, რომ ამ ტიპის დროითი მწკრივის ყოველი შემდგომი დონე ფორმირდება როგორც მოცემული მომენტში მწკრივის საშუალო მნიშვნელობისა და გარკვეული (დადებითი ან უარყოფითი) შემთხვევითი კომპონენტის ჯამი.

<i>ცხრილი 11</i>					
<i>ტრაფიკის მონაცემთა ავტოკორელაციური ანალიზი</i>					
ლაგი k	ავტოკორელ. კოეფიციენტი r_k	ლაგი k	ავტოკორელ. კოეფიციენტი r_k	ლაგი k	ავტოკორელ. კოეფიციენტი r_k
1	-0.026	16	-0.024	31	0.020
2	0.151	17	-0.013	32	-0.037
3	0.011	18	0.004	33	0.090
4	-0.029	19	-0.142	34	0.050
5	-0.002	20	-0.166	35	-0.093
6	0.124	21	-0.155	36	0.108
7	0.106	22	0.006	37	-0.014
8	0.122	23	-0.057	38	-0.083
9	-0.010	24	-0.051	39	0.004
10	0.072	25	0.098	40	0.049
11	-0.038	26	-0.152	41	-0.006
12	0.024	27	-0.180	42	0.062
13	-0.079	28	-0.022	43	-0.006
14	-0.025	29	-0.178	44	-0.016
15	0.070	30	0.028	45	0.023

ჩატარებული ანალიზი აგრეთვე საშუალებას გვაძლევს გავაკეთოთ დასკვნა საიტის ტრაფიკის, როგორც სტაციონარული შემთხვევითი პროცესის *ერგოდიულობის* თაობაზე. ამაზე მიანიშნებს ის გარემოება, რომ კმაყოფილება პროცესის ერგოდიულობის აუცილებელი პირობა: ლაგის გაზრდასთან ერთად ავტოკორელაციის ფუნქცია მიისწრაფის ნულისაკენ:

$$\lim_{t \rightarrow \infty} R_x(t) = 0.$$

დასკვნა ერგოდიულობის თაობაზე მნიშვნელოვანია იმდენად, რამდენადაც გვიჩვენებს, რომ საიტის ტრაფიკის, როგორც სტაციონარული პროცესის თვისებები შეიძლება სარწმუნოდ შეფასდეს მისი ერთი კონკრეტული რელიზაციის შესაბამისი დროითი მწკრივის მეშვეობით. ჩატარებული ანალიზის შედეგები მომავალში შეიძლება გამოყენებულ იქნას სამომხმარებლო ტრაფიკის, როგორც შემთხვევითი პროცესის დროითი მწკრივის, შესაფასებლად ავტორეგრესიული მოდელების აგებისათვის.

3.3. დასკვნა III თავისათვის

შემუშავებულია ახალი კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის დინამიკის აღმწერი ანალიზური გამოსახულებები ცვლადკოეფიციენტიანი დიფერენციალური განტოლებების სახით. მათი ამოხსნით მიღებულია ტრაფიკის შეფასებისა და პროგნოზირების სტატისტიკური მოდელები, რომელთა შეფასების ამოცანა, გადაწყვეტილია რეგრესიული ანალიზის მეთოდების გამოყენებით. მოდელების აპრობაცია ჩატარებულია ნაშრომში შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფის ბაზაზე დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის ტრაფიკის სტატისტიკური მონაცემებისათვის. სტატისტიკური და დისპერსიული ანალიზის შედეგებით დადასტურებულია მოდელების ადეკვატურობა და სტატისტიკური სარწმუნოება.

მოდელირების შედეგებიდან ჩანს, რომ კომერციული საიტის ფუნქციონების საწყის ეტაპზე სამომხმარებლო ტრაფიკი თითქმის ექსპონენციალურად იზრდება, შემდეგ კი აგრძელებს მონოტონურად მცირედ ზრდას მიზნობრივი აუდიტორიის ზრდასთან ერთად და ადგილი აქვს ტრაფიკის მრუდის ფორმის ლოგისტიკურ მრუდთან მიახლოებას.

მოდელების გამოყენება საიტის დაპროექტების ეტაპზე, საშუალებას იძლევა გაკეთდეს სამომავლო პროგნოზი, შეფასდეს კომერციულ საიტში ინვესტიციების ჩადების მოცულობა და მიზანშეწონილობა.

შემუშავებულია ფუნქციონის დამყარებულ რეჟიმში ინტერნეტ-მაღაზიის სამომხმარებლო ტრაფიკის, როგორც შემთხვევითი პროცესის დროითი მწკრივის ალბათურ-სტატისტიკური მახასიათებლებისა და სტრუქტურის

გამოკვლევის მეთოდთა და შესაბამისი ინფორმაციული ტექნოლოგია. სამომხმარებლო ტრაფიკის დროითი მწკრივი შემოწმდა განაწილების კანონსა და სტაციონარულობაზე, ჩატარდა აგრეთვე მისი ავტოკორელაციური ანალიზი. გამოკვლევისას გამოყენებულ იქნა სტატისტიკურ ჰიპოთეზათა შემოწმების პირსონის (χ^2), ფიშერის (F), ბოქს-პირსის (Q) და სტანდარტული შეცდომის კრიტერიუმები.

ანალიზმა აჩვენა, რომ ფუნქციობის დამყარებულ რეჟიმში, კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკი წარმოადგენს სტაციონარულ შემთხვევით პროცესს მონაცემთა ნორმალური განაწილებით, რომელიც შეიცავს მხოლოდ შემთხვევით მდგენელს (არ შეიცავს ტრენდულ და ციკლურ კომპონენტებს) და მისი ელემენტები შეიძლება განხილულ იქნეს როგორც გარკვეული საშუალო მნიშვნელობის ირგვლივ შემთხვევით რხევები. მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მომავალ კვლევებში კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის დროითი მწკრივის ავტორეგრესიული მოდელების ასაგებად.

დასკვნა

სადისერტაციო ნაშრომში მიღებულია შემდეგი სამეცნიერო და პრაქტიკული ღირებულების მქონე შედეგები:

–ჩატარებულია კომერციული დანიშნულების საიტების აგების ინსტრუმენტებისა და კვლევის მეთოდების ანალიზი, რომელმაც აჩვენა, რომ ამ სფეროს მთავარი ამოცანა მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის უზრუნველყოფა და შენარჩუნებაა, რაც აქტუალურს ხდის როგორც კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის დახვეწას, ასევე მისი ტრაფიკისა და ფუნქციონობის შეფასების ეფექტიანი მეთოდებისა და მოდელების შემუშავებას;

–შემუშავებულია კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფის მეთოდიკა და პროგრამული პროდუქტი, რომელიც დაფუძნებულია დაპროგრამების Python ტექნოლოგიის გამოყენებაზე. Django და Flask ვებ-კარკასების ბაზაზე დაპროექტებულია საიტის კონტენტის მართვის ჰიბრიდული CMS სისტემა. შემუშავებულია მისი ფაილური სტრუქტურა და სამომხმარებლო ინტერფეისი. პროგრამულ უზრუნველყოფაში ჩაშენდა 35 ახალი და მოდიფიცირებული პროგრამული მოდული, რომლებიც მის ეფექტიან ფუნქციობას განაპირობებენ;

–პროგრამული უზრუნველყოფა აპრობირებულია მის საფუძველზე დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის საიტისათვის. აპრობაციის შედეგები აჩვენებს, რომ შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფა არსებულთაგან განსხვავებული ლოგიკით ამუშავებს სერვერს და საიტის მაღალი სამომხმარებლო ტრაფიკის შემთხვევაშიც კი, საგრძნობლად ამცირებს მისი აპარატურული რესურსების დატვირთვას;

–შემუშავებულია ახალი კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის დინამიკის აღმწერი ორი ანალიზური მოდელი ცვლადკოეფიციენტიანი დიფერენციალური განტოლებების სახით. მათ საფუძველზე მიღებულია სამომხმარებლო ტრაფიკის პროგნოზირების სტატისტიკური მოდელები, რომლებიც თავისუფალია საიტის ფუნქციონობის შეფასების არსებული მოდელებისათვის დამახასიათებელი სირთულეებისაგან და მოსახერხებელია პრაქტიკული გამოყენებისათვის;

– მოდელების აპრობაცია ჩატარდა ნაშრომში შემუშავებული პროგრამული უზრუნველყოფის ბაზაზე დაპროექტებული ინტერნეტ-მაღაზიის ტრაფიკის სტატისტიკური მონაცემებისათვის. რეგრესიული და დისპერსიული ანალიზის მეთოდებით, შეფასდა მოდელების პარამეტრები, დადგინდა იქნა მათი ადეკვატურობა და სტატისტიკური სარწმუნოება;

– მოდელების პრაქტიკული გამოყენება საშუალებას იძლევა კომერციული საიტის დაპროექტების ეტაპზე გაკეთდეს საიტის ტრაფიკის სამომავლო პროგნოზი და შეფასდეს კომერციულ საიტში ინვესტიციების ჩადების სარგებლიანობა;

– შემუშავებული მოდელები, გარკვეული მოდიფიკაციით, შეიძლება გამოყენებულ იქნეს არაკომერციული დანიშნულების ვებ-საიტები სამომხმარებლო ტრაფიკის ანალიზისათვისაც;

– შემუშავებულია დამყარებულ რეჟიმში ინტერნეტ-მაღაზიის ტრაფიკის, როგორც შემთხვევითი პროცესის დროითი მწკრივის ალბათურ-სტატისტიკური მახასიათებლებისა და სტრუქტურის გამოკვლევის მეთოდოლოგია და შესაბამისი ინფორმაციული ტექნოლოგია. მიღებული შედეგები შეიძლება გამოყენებულ იქნეს მომავალ კვლევაში ტრაფიკის დროითი მწკრივის ავტორეგრესიული მოდელების ასაგებად.

გამოყენებული ლიტერატურის ნუსხა

1. Unlocking the Potential of E-commerce for Developing Countries. United Nations Conference on Trade and Development (UNCTAD). Information Economy Report, New York: UN, 2015, 119 p.
2. Larsson T. Ecommerce Evolved: The Essential Playbook To Build, Grow & Scale A Successful Ecommerce Business. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016, 332p.
3. Turban E., Outland J., King D. Electronic Commerce 2018: A Managerial and Social Networks Perspective. 9th Edition. New York: Springer, 2018, 653 p.
4. <https://www.statista.com/statistics/379046/worldwide-retail-e-commerce-sales/>. უკანასკნელად გადამოწმდა-7.05.2019.
5. Dobrev K. Global e-Commerce Trends and Statistics 2017-2018. Posted 29/ I/ 2018, <https://amasty.com/blog/global-e-commerce-trends-and-statistics-2017-2018/>. უკანასკნელად გადამოწმდა-7.05.2019.
6. E-Commerce-Business Models. https://www.tutorialspoint.com/e_commerce/e_commerce_business_models.htm. უკანასკნელად გადამოწმდა-7.05.2019.
7. Schneider G. Electronic Commerce. Cengage Learning, 2017, 624 p.
8. Chaffey D. Digital Business and E-Commerce Management: Strategy Implementation and Practice. 6th Revised Edition. Trans-Atlantic Publications, 2015, 714 p.
9. Laudon K, Traver C. E-Commerce 2016: Business, Technology, Society. Pearson Publisher, 2016, 912 p.
10. Stone B. the everything store: Jeff Bezos And The Age of Amazon. New York: Brown and Company, 2016, 372p.
11. Денисов Д.П. Интернет-технологии в электронном бизнесе и коммерции. М. : Лаборатория книги, 2012. 112 с.
12. Крахоткина Е. В. Системы электронной коммерции и технологии их проектирования. Ставрополь: СКФУ, 2016, 129 с.
13. Мишин В. В., Мартиросян К. В. Технологии Internet-коммерции. Учебное пособие. Ставрополь: СКФУ, 2015, 102 с.
14. <https://www.websitebuilderexpert.com/bestecommerce-software/>. უკანასკნელად გადამოწმდა- 3.05.2019.
15. Barker D. Web Content Management: Systems, Features, and Best Practices. 1st Edition. O'Reilly Media, 2016, 378p.
16. <https://ecommerce-platforms.com/compare/bigcommerce-vs-shopify>. უკანასკნელად გადამოწმდა-17.05.2019.
17. <https://websitebuilders.net/articles/top-website-builders-reviewed>. უკანასკნელად გადამოწმდა-17.05.2019.
18. Lisson R. A Complete WordPress Guide: From the cheapest domain and hosting to configuration of WordPress, its themes and plugins. Kindle Edition. Amazon Digital Services, 2017, 306p.
19. Burge S. Joomla 3 Explained: Your Step-by-Step Guide to Joomla 3. Independently published, 2017, 348p.

20. Burge S., McCourt C. Drupal 8 Explained: Your Step-by-Step Guide to Drupal. Independently published, 2017, 432p.
21. Manfield A. Joomla for Developers. publ: Lulu.com, 2016, 528p.
22. Stauffer M. Laravel: Up and Running: A Framework for Building Modern PHP Apps. 1st Edition. O'Reilly Media, 2016, 454p.
23. Guardia C.D. Python Web Frameworks. O'Reilly Media, 2016, 83p.
24. <https://websitesetup.org/popular-cms/>. უკანასკნელად გადამოწმდა-20.05.2019.
25. <https://www.1and1.com/digitalguide/hosting/cms/cms-comparison-a-review-of-the-five-best-platform>. უკანასკნელად გადამოწმდა-25.05.2019.
26. https://www.tutorialspoint.com/struts_2/basic_mvc_architecture.htm. უკანასკნელად გადამოწმდა-25.05.2019.
27. http://www.tutorialspoint.com/mvc_framework/mvc_framework_introduction.htm. უკანასკნელად გადამოწმდა-25.05.2019.
28. Hunt B. Convert!: Designing Web Sites to Increase Traffic and Conversion. 1st Edition. Wiley, 2011, 312 p.
29. Ing Jong Tey. Free Website Traffic-10 Proven Free Traffic Techniques To Promote Your Website. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2012, 68p.
30. Hemmings A. How To Get Traffic To Your Website Or Blog. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017, 72 p.
31. Macro M. Flood Your Website With Traffic: 99 Website Traffic Tips. CreateSpace Independent Publishing Platform Paperback, 2014, 170 p.
32. Clark A. SEO 2018: Learn search engine optimization with smart internet marketing strategies Kindle Edition. 2014, 206p.
33. Enge E. The Art of SEO: Mastering Search Engine Optimization. 3rd Edition. O'Reilly Media, 2015, 994 p.
34. Jantsch J., Singleton P. SEO for Growth: The Ultimate Guide for Marketers, Web Designers & Entrepreneurs Paperback. 2016, 238 p.
35. Clifton B. Advanced Web Metrics with Google Analytics. 3 edition. Sybex, 2012, 600p.
36. Mokalish A., Davis J. Google Analytics Demystified. 4th Edition. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2018, 774p.
37. Holden K. Discovering the Google Analytics Power Pages: Increasing Website Conversions in 15 Steps. Amazon Digital Services LLC, 2018, 47p.
38. <https://blog.ingate.ru/books/yandex-metrika/>. უკანასკნელად გადამოწმდა-10.05.2019.
39. Hemmings A. How To Get Traffic To Your Website Or Blog. CreateSpace Independent Publishing Platform, 2017, 72 p.
40. Bendat J.S., Piersol A.G. Random Data: Analysis and Measurement Procedures. 4-th ed. Wiley& Sons, 2012, 640p.
41. Krishnan V., Chandra K. Probability and Random Processes 2nd Edition Wiley, 2015, 528p.

42. Robert H. Shumway R.H., Stoffer D.S. Time Series Analysis and Its Applications. Springer: 4th ed., 2017, 2017, 562 p.
43. n. Shmueli G., Kenneth C., Lichtendahl Jr. Practical Time Series Forecasting with R: A Hands-On Guide [2nd Edition] (Practical Analytics), Axelrod Schnall Publishers: 2016, 232 p.
44. Кизбикенов К. О. Прогнозирование и временные ряды. Барнаул: АлтГПУ, 2017, 113с.
45. Hyndman R.J., Athanasopoulos G. Forecasting: Principles and Practice. <https://otexts.org/fpp2/index.html>. უკანასკნელად გდამოწმდა-4.03. 2019.
46. Мойсеева С.П. Теория случайных процессов. ч. 2-Марковские процессы. Томск, ТГУ, 2014, 58 с.
47. Емельянов А.А. Стохастические сетевые модели массового обслуживания. Прикладная информатика 5 (23), 2009, ст.103-111.
48. Yao Z, Luan J. Using Markov Model to Predict the Web Users Linkage. Journal of Residuals Science & Technology (JRST), Vol. 14, No. 3, 2017, pp.554-565.
49. Swarnakar S., Thakur A., Paul D. Enhanced Model of Web Page Prediction using Page Rank and Markov Model. International Journal of Computer Applications, 2016, Vol 140, No. 7, pp. 30-34.
50. Brala M., Dhanda M. An Improved Markov Model Approach to Predict Web Page Caching. International Journal of Computer Science & Communication Networks, Vol 2(3), 2012, pp.393-399.
51. Дударь З.В., Збитнева М.В. Марковские модели оценивания рейтинга веб-сайта. Автоматизированные системы управления и приборы автоматики. вып. 148, 2009, ст. 47-51.
52. Горбунов А.Л. Марковские модели посещаемости web-сайтов. Сборник “Интернет-математика”. Екатеринбург: изд-во Урал. ун-та, 2007, ст.65-73.
53. Borzemski L., Suchacka G. Web Traffic Modeling for E-Commerce Web Server System. 16th Conference on Computer Networks. CN 2009, Wisła, Poland, June 16-20, 2009. Proceedings, pp.151-159.
54. Popa R., Levendovszky T. Markov Models for Web Access Prediction. International Symposium of Hungarian Researches on Computational Intelligence and Informatics. 2007, pp.539-549.
55. Ванина М.Ф., Ерохин А.Г., Фролова Е.А. Использование математических моделей при проектировании и оценке эффективности функционирования интернет-сайтов. Экономика и качество систем связи, №2, 2017, ст.14-21.
56. Ерохин А.Г. Математические модели массового обслуживания функционирования информационных систем. М.: „Медиа“, 2008, 92 с.
57. Kumar S., Kalra M. Web Page Prediction Techniques. International Journal of Computer Trends and Technology, 2013, Vol. 4, Issue 7, pp.2062-2066.
58. Pasichnyk N., Dyvak M. Mathematical Modeling of Website Quality Characteristics in Dynamics. Journal of Applied computer science, vol. 22 No. 1, 2014, pp. 171- 182.
59. კუჭავა გ. კომერციული ვებ-საიტების კონტენტის მართვის სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფა. სტუდენტთა 85-ე ღია საერთაშორისო სამეცნიერო კონფერენცია. თეზისების კრებული. თბილისი: სტუ, 2018, გვ. 381.

60. კუჭავა გ. კომერციული ვებ-საიტების კონტენტის მართვის სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფა Python-ის ბაზაზე. „გლობალიზაცია და ბიზნესი“. სამეცნიერო-პრაქტიკული ჟურნალი №3, თბილისი: ევროპის უნივერსიტეტი, 2017, გვ. 151–153.
61. კუჭავა გ. ინტერნეტ-მაღაზიის პროგრამული უზრუნველყოფა და მაღალი ტრაფიკის პირობებში მისი ეფექტიანობის ანალიზი. სტუ-ს ა. ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომთა კრებული, №22. თბილისი: სტუ, 2018, გვ. 194-198.
62. Hemant J. Data Structures & Algorithms Using PHP. CreateSpace Independent Publishing Plat-form, 2017, 404 p.
63. Reiersol D., Baker M., Shiflett C. PHP in Action: Objects, Design, Agility. Man-ning Publications, 2017, 552 p.
64. კუჭავა გ. კომერციული საიტის პროგრამული უზრუნველყოფის სრულყოფა და ფუნქციონის გამოკვლევა. მართვის ავტომატიზებული სისტემები. შრომების კრებული №1(25). თბილისი: სტუ, 2018, გვ. 90–94.
65. Necaie R. D. Data Structures and Algorithms Using Python. Reprint Edition. Wiley Publishing, 2016, 540 p.
66. Horstmann C.S., Necaie R.C. Python for Everyone, nd Edition. Wiley Publishing, 2016, 752p.
67. Holovaty A., Kaplan-Moss J. The Definitive Guide to Django: Web Development Done Right. Second Edition. Apress, Berkley, 2017, 550 p.
68. Kelley W., Peterson A. Theory of Differential Equations Classical and Qualitative, 2010, New York: Springer, 401p.
69. Савотченко С.Е., Кузьмичева Т.Г. Методы решения математических задач в Maple: Учебное пособие. Белгород: Изд. Белаудит, 2017, 116 с.
70. Frank E. Harrell Jr. Regression Modeling Strategies: With Applications to Linear Models, Logistic and Ordinal Regression. Springer: 2nd ed., 2015, 582p.
71. მაჭარაძე თ, კუჭავა გ. კომერციული საიტის სამომხმარებლო ტრაფიკის სტატისტიკური მოდელირება. სტუ-ს ა. ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების ინსტიტუტის შრომთა კრებული, №22. თბილისი: სტუ, 2018, გვ. 188–193.
72. მაჭარაძე თ, კუჭავა გ. კომერციული საიტის ტრაფიკის შეფასების სტატისტიკური მოდელები. მართვის ავტომატიზებული სისტემები. შრომების კრებული №3(27). თბილისი: სტუ, 2018, გვ. 41-49.
73. Ciarletta P., Hillen T., Othmer H., Preziosi L., Trucu D. Mathematical Models and Methods for Living Systems, Springer, Basel, 2016, 324p.
74. მაჭარაძე თ. გადაწყვეტილებათა მიღების კომპიუტერული მოდელირება. თბილისი: სტუ, 2011, 162 გვ.

დანართი1

MySQL მონაცემთა ბაზასთან ჰიბრიდული CMS სისტემის კავშირის
პროგრამული კოდი

```
DATABASES = {
    'default': {
        'ENGINE': 'django.db.backends.mysql',
        'NAME': get_env_variable('DATABASE_NAME'),
        'USER': get_env_variable('DATABASE_USER'),
        'PASSWORD': get_env_variable('DATABASE_PASSWORD'),
        'HOST': "",
        'PORT': "",
    }
}
from django.core.exceptions import ImproperlyConfigured
def get_env_variable(var_name):
    try:
        return os.environ[var_name]
    except KeyError:
        error_msg = "Set the %s environment variable" % var_name
        raise ImproperlyConfigured(error_msg)
export DATABASE_NAME='taskbuster_db'
export DATABASE_USER='myusername'
export DATABASE_PASSWORD='mypassword'
unset DATABASE_NAME
unset DATABASE_USER
unset DATABASE_PASSWORD
```

ვიზიტორთა და ვიზიტების სტატისტიკის მოდული

```
df1 = []
conn=AnalyticsQuery(secrets='/your-directory/ga-creds/client_secret.json',
token_file_name='/your-directory/ga-creds/analytics.dat')
statistics_useronline()
statistics_visitor(time)
statistics_visit(time)
statistics_countposts()
statistics_countpages()
query = {
    'ids': '999999999',
    'metrics': 'sessions',
    'dimensions': 'date',
    'start_date': '2017-07-20',
    'end_date': '2017-08-07'}
df1, metadata = conn.execute_query(**query)
print(df1)
```

SSL მოდული რომელიც უზრუნველყოფს დაშიფრულ კომუნიკაციას
კომერციულ საიტსა და ბრაუზერს შორის

Object types:

SSLSocket -- subtype of socket.socket which does SSL over the socket

Exceptions:

SSLError -- exception raised for I/O errors

Functions:

cert_time_to_seconds -- convert time string used for certificate

notBefore and notAfter functions to integer

seconds past the Epoch (the time values

returned from time.time())

fetch_server_certificate (HOST, PORT) -- fetch the certificate provided

by the server running on HOST at port PORT. No

validation of the certificate is performed.

Integer constants:

SSL_ERROR_ZERO_RETURN

SSL_ERROR_WANT_READ

SSL_ERROR_WANT_WRITE

SSL_ERROR_WANT_X509_LOOKUP

SSL_ERROR_SYSCALL

SSL_ERROR_SSL

SSL_ERROR_WANT_CONNECT

SSL_ERROR_EOF

SSL_ERROR_INVALID_ERROR_CODE

The following group define certificate requirements that one side is
allowing/requiring from the other side:

CERT_NONE - no certificates from the other side are required (or will
be looked at if provided)

CERT_OPTIONAL - certificates are not required, but if provided will be
validated, and if validation fails, the connection will
also fail

CERT_REQUIRED - certificates are required, and will be validated, and
if validation fails, the connection will also fail

The following constants identify various SSL protocol variants:

PROTOCOL_SSLv2

PROTOCOL_SSLv3

PROTOCOL_SSLv23

PROTOCOL_TLS

PROTOCOL_TLS_CLIENT

PROTOCOL_TLS_SERVER

PROTOCOL_TLSv1

PROTOCOL_TLSv1_1

PROTOCOL_TLSv1_2

The following constants identify various SSL alert message descriptions as per <http://www.iana.org/assignments/tls-parameters/tls-parameters.xml#tls-parameters-6>

```
ALERT_DESCRIPTION_CLOSE_NOTIFY
ALERT_DESCRIPTION_UNEXPECTED_MESSAGE
ALERT_DESCRIPTION_BAD_RECORD_MAC
ALERT_DESCRIPTION_RECORD_OVERFLOW
ALERT_DESCRIPTION_DECOMPRESSION_FAILURE
ALERT_DESCRIPTION_HANDSHAKE_FAILURE
ALERT_DESCRIPTION_BAD_CERTIFICATE
ALERT_DESCRIPTION_UNSUPPORTED_CERTIFICATE
ALERT_DESCRIPTION_CERTIFICATE_REVOKED
ALERT_DESCRIPTION_CERTIFICATE_EXPIRED
ALERT_DESCRIPTION_CERTIFICATE_UNKNOWN
ALERT_DESCRIPTION_ILLEGAL_PARAMETER
ALERT_DESCRIPTION_UNKNOWN_CA
ALERT_DESCRIPTION_ACCESS_DENIED
ALERT_DESCRIPTION_DECODE_ERROR
ALERT_DESCRIPTION_DECRYPT_ERROR
ALERT_DESCRIPTION_PROTOCOL_VERSION
ALERT_DESCRIPTION_INSUFFICIENT_SECURITY
ALERT_DESCRIPTION_INTERNAL_ERROR
ALERT_DESCRIPTION_USER_CANCELLED
ALERT_DESCRIPTION_NO_RENEGOTIATION
ALERT_DESCRIPTION_UNSUPPORTED_EXTENSION
ALERT_DESCRIPTION_CERTIFICATE_UNOBTAINABLE
ALERT_DESCRIPTION_UNRECOGNIZED_NAME
ALERT_DESCRIPTION_BAD_CERTIFICATE_STATUS_RESPONSE
ALERT_DESCRIPTION_BAD_CERTIFICATE_HASH_VALUE
ALERT_DESCRIPTION_UNKNOWN_PSK_IDENTITY
```

```
"""
```

```
import sys
import os
from collections import namedtuple
from enum import Enum as _Enum, IntEnum as _IntEnum, IntFlag as _IntFlag
import _ssl # if we can't import it, let the error propagate
from _ssl import OPENSSSL_VERSION_NUMBER, OPENSSSL_VERSION_INFO,
OPENSSSL_VERSION
from _ssl import _SSLContext, MemoryBIO, SSLSession
from _ssl import (
    SSLError, SSLZeroReturnError, SSLWantReadError, SSLWantWriteError,
    SSLSyscallError, SSLEOFError, SSLCertVerificationError
)
from _ssl import txt2obj as _txt2obj, nid2obj as _nid2obj
from _ssl import RAND_status, RAND_add, RAND_bytes, RAND_pseudo_bytes
```

```

try:
    from _ssl import RAND_egd
except ImportError:
    # LibreSSL does not provide RAND_egd
    pass
from _ssl import (
    HAS_SNI, HAS_ECDH, HAS_NPN, HAS_ALPN, HAS_SSLv2, HAS_SSLv3,
    HAS_TLSv1,
    HAS_TLSv1_1, HAS_TLSv1_2, HAS_TLSv1_3
)
from _ssl import _DEFAULT_CIPHERS, _OPENSSL_API_VERSION
_IntEnum._convert_(
    '_SSLMethod', __name__,
    lambda name: name.startswith('PROTOCOL_') and name !=
'PROTOCOL_SSLv23',
    source=_ssl)
_IntFlag._convert_(
    'Options', __name__,
    lambda name: name.startswith('OP_'),
    source=_ssl)
_IntEnum._convert_(
    'AlertDescription', __name__,
    lambda name: name.startswith('ALERT_DESCRIPTION_'),
    source=_ssl)
_IntEnum._convert_(
    'SSL_ERROR_NUMBER', __name__,
    lambda name: name.startswith('SSL_ERROR_'),
    source=_ssl)
_IntFlag._convert_(
    'VerifyFlags', __name__,
    lambda name: name.startswith('VERIFY_'),
    source=_ssl)
_IntEnum._convert_(
    'VerifyMode', __name__,

```

საძიებო სისტემების სტატისტიკის მოდული

```

f1 = plt.figure(figsize=(12,8))
plt.plot(df1.sessions, '-ko', lw = 2, markerfacecolor = 'white', markersize = 7,
markedgedwidth = 2)
plt.xticks(range(len(df1.sessions)), df1.date, size='small', rotation='vertical')
plt.xlabel('Date')
plt.ylabel('Number of sessions')
plt.show()

```

```

values = df2.sessions
values = stats.rankdata(values, "average")/len(values)
num_colors = 11
cm = plt.get_cmap('Reds')
nw = float("{0:.2f}".format(num_colors))
scheme = [cm(i / nw) for i in range(num_colors)]
bins = np.linspace(values.min(), values.max(), num_colors)
df2['bin'] = np.digitize(values, bins) - 1
mpl.style.use('classic')
fig = plt.figure(figsize=(22, 12))
ax = fig.add_subplot(111, axisbg='w', frame_on=False)
fig.suptitle('Number of sessions', fontsize=30, y=.95)
m = Basemap(lon_0=0, projection='robin')
m.drawmapboundary(color='w')
statistics_searchengine_list(all)
statistics_searchword_query (search_engine)
statistics_searchengine_query (search_engine)
statistics_searchengine_regex (search_engine)
m.readshapefile(shapefile, 'units', color='#444444', linewidth=.2)
for info, shape in zip(m.units_info, m.units):
    iso3 = info['ADM0_A3']
    if iso3 not in df2.index:
        color = '#dddddd'
    else:
        color = scheme[df2.ix[iso3]['bin']]
    patches = [Polygon(np.array(shape), True)]
    pc = PatchCollection(patches)
    pc.set_facecolor(color)
    ax.add_collection(pc)
ax.axhspan(0, 1000 * 1800, facecolor='w', edgecolor='w', zorder=2)
ax_legend = fig.add_axes([0.35, 0.14, 0.3, 0.03], zorder=3)
cmap = mpl.colors.ListedColormap(scheme)
cb = mpl.colorbar.ColorbarBase(ax_legend, cmap=cmap, ticks=bins, boundaries=bins,
orientation='horizontal')
cb.ax.set_xticklabels([str(round(i, 1)) for i in bins])
plt.annotate(description, xy=(-.8, -3.2), size=14, xycoords='axes fraction')
plt.savefig(imgfile, bbox_inches='tight', pad_inches=.2)
plt.show()

```

ბრაუზერის სტატისტიკის მოდული

```

import time
import random
from flask import Flask, abort, request

```

```

app = Flask(__name__)
app.debug = True
@app.route("/", methods=['GET', 'POST'])
def hello():
    print "-" * 40
    print request.method, request.path
    print "ARGS:", request.args
    print "FORM:", request.form
    print "DATA:", repr(request.data)
    if request.args.get('sleep'):
        sec = int(request.args['sleep'])
        print "*** Sleeping for", sec, "seconds"
        time.sleep(sec)
        print "*** Done sleeping."
    if random.randint(1, 5) == 1:
        abort(500)
    elif random.randint(1, 5) == 1:
        # really get it stuck now
        time.sleep(20)
    return "OK"
if __name__ == "__main__":
    app.run()

```

საკვანძო სიტყვების მოდული

```

};
},{"d3-dispatch":2}],2:[function(require,module,exports){
// https://d3js.org/d3-dispatch/ Version 1.0.2. Copyright 2016 Mike Bostock.
// https://d3js.org/d3-dispatch/ Version 1.0.3. Copyright 2017 Mike Bostock.
(function (global, factory) {
    typeof exports === 'object' && typeof module !== 'undefined' ? factory(exports) :
    typeof define === 'function' && define.amd ? define(['exports'], factory) :
    (factory((global.d3 = global.d3 || {})));
    typeof exports === 'object' && typeof module !== 'undefined' ?
factory(exports) :
    typeof define === 'function' && define.amd ? define(['exports'], factory) :
    (factory((global.d3 = global.d3 || {})));
})(this, (function (exports) { 'use strict';

var noop = {value: function() {}};

16 package.json
@@ -1,6 +1,6 @@

```



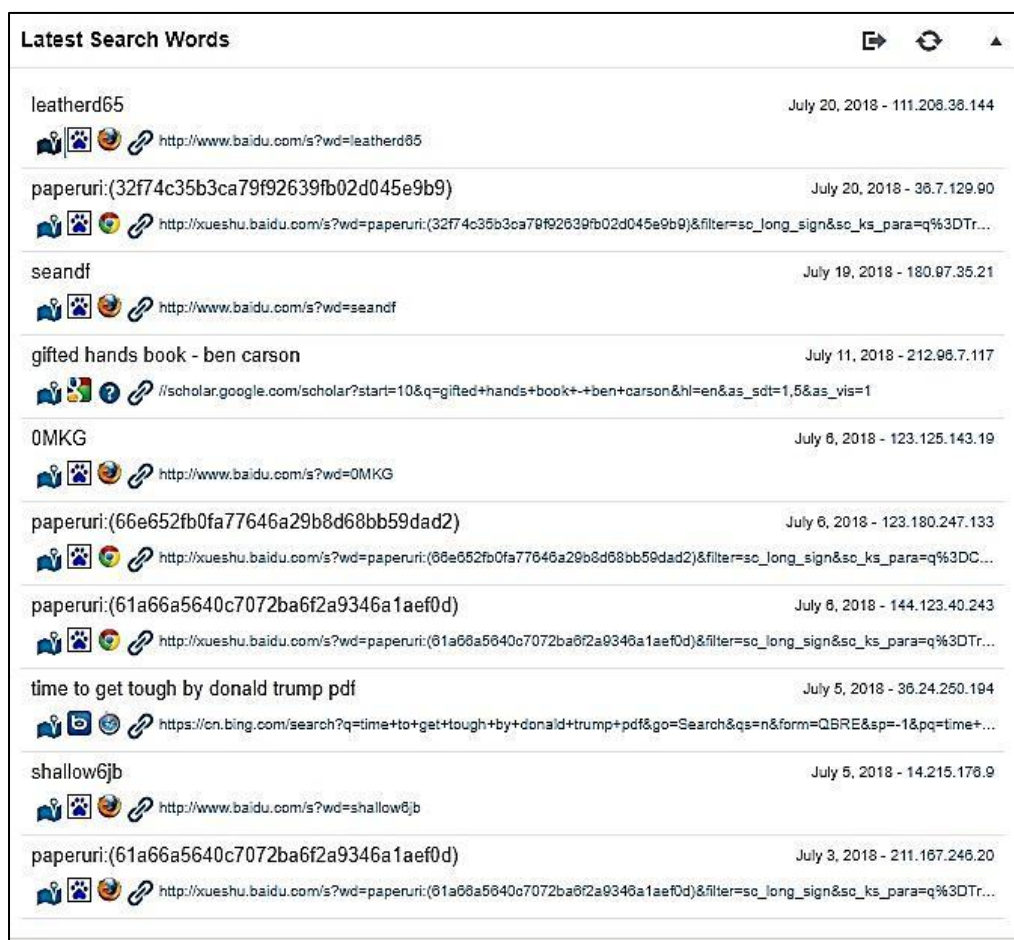
```

{
  "name": "d3-cloud",
  "version": "1.2.4",
  "version": "1.2.5",
  "description": "Generate word clouds in JavaScript.",
  "keywords": [
    "word",
@@ -9,22 +9,24 @@
    "visualization",
    "canvas"
  ],
  "homepage": "http://www.jasondavies.com/wordcloud/",
  "homepage": "https://www.jasondavies.com/wordcloud/",
  "license": "BSD-3-Clause",
  "author": {
    "name": "Jason Davies",
    "url": "http://www.jasondavies.com/"
    "url": "https://www.jasondavies.com/"
  },
  "license": "BSD-3-Clause",
  "main": "build/d3.layout.cloud.js",
  "module": "index",
  "jsnext:main": "index",
  "repository": {
    "type": "git",
    "url": "http://github.com/jasondavies/d3-cloud.git"
    "url": "https://github.com/jasondavies/d3-cloud.git"
  },
  "main": "index.js",
  "scripts": {
    "build": "mkdir -p build && browserify --standalone d3.layout.cloud index.js >
build/d3.layout.cloud.js"
  },
  "dependencies": {
    "d3-dispatch": "1"
    "d3-dispatch": "^1.0.3" },
  "devDependencies": {"browserify": "^11.2.0"

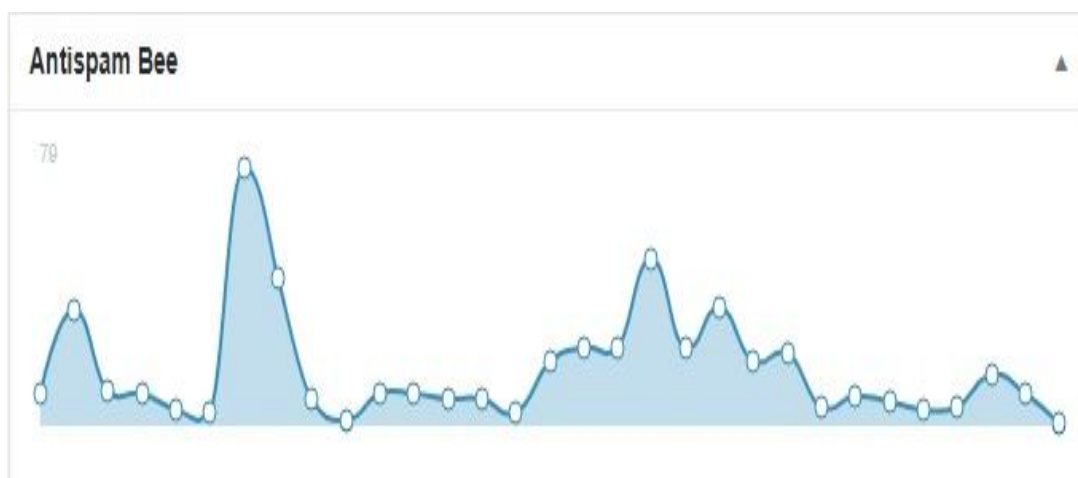
```

დანართი 2

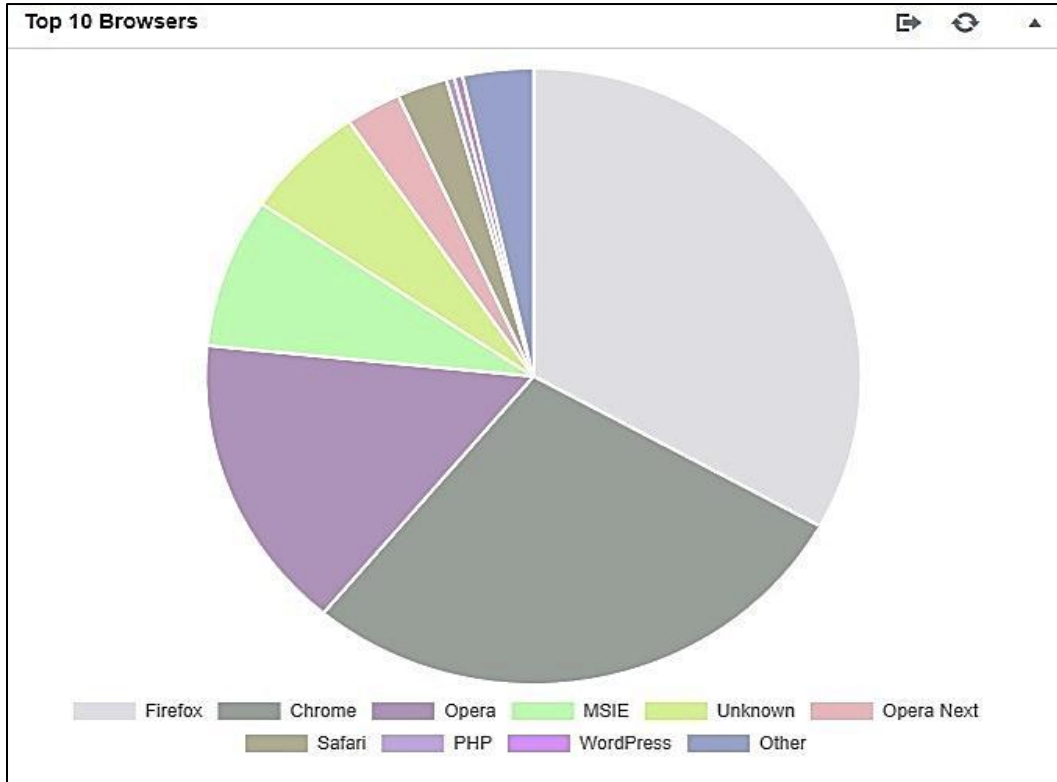
დანართში მოყვანილია შემუშავებული პროგრამული მოდულების ფუნქციონის შედეგად მიღებული ეკრანული ფორმები.



ნახ. 2.1. საძიებო სისტემებში ვიზიტორთა მიერ გამოყენებული საკვანძო სიტყვების სტატისტიკა



ნახ. 2.2. Anti-Spam მოდულის ეფექტიანობის სტატისტიკა



ნახ. 2.3. ბრაუზერების სტატისტიკა

Quick Paypal Payments

Setup Form Settings Styling Send Options IPN Error Messages

Default form settings

default
 combined
 dropdown
 fixedamount
 radio
 recurring
 slider

Select Form

Paypal form heading (optional)

Payment Form

This is the blurb that will appear below the heading and above the form (optional):

Enter the payment details and submit

Form Fields

Drag and drop to change order of the fields

Form Fields	Labels and Options
Reference	<input type="text" value="Test Form"/> <input checked="" type="checkbox"/> Display as a pre-set reference Use commas to separate options: Red,Green, Blue Use semi-colons to combine with amount: Red;\$5,Green;\$10,Blue;£20 Options Selector: <input type="radio"/> Radio <input type="radio"/> Dropdown
Amount	<input type="text" value="Amount to pay"/> <input type="checkbox"/> Do not validate (use default amount value) <input type="checkbox"/> Display as a pre-set amount Use commas to create an options list Options Selector: <input checked="" type="radio"/> Radio <input type="radio"/> Dropdown <input type="checkbox"/> Display inline radio fields

Form Preview

Note: The preview form uses the wordpress admin styles. Your form will use the theme styles so won't look exactly like the one below.

Example Shortcode: `[qpp]`

Payment Form

Enter the payment details and submit

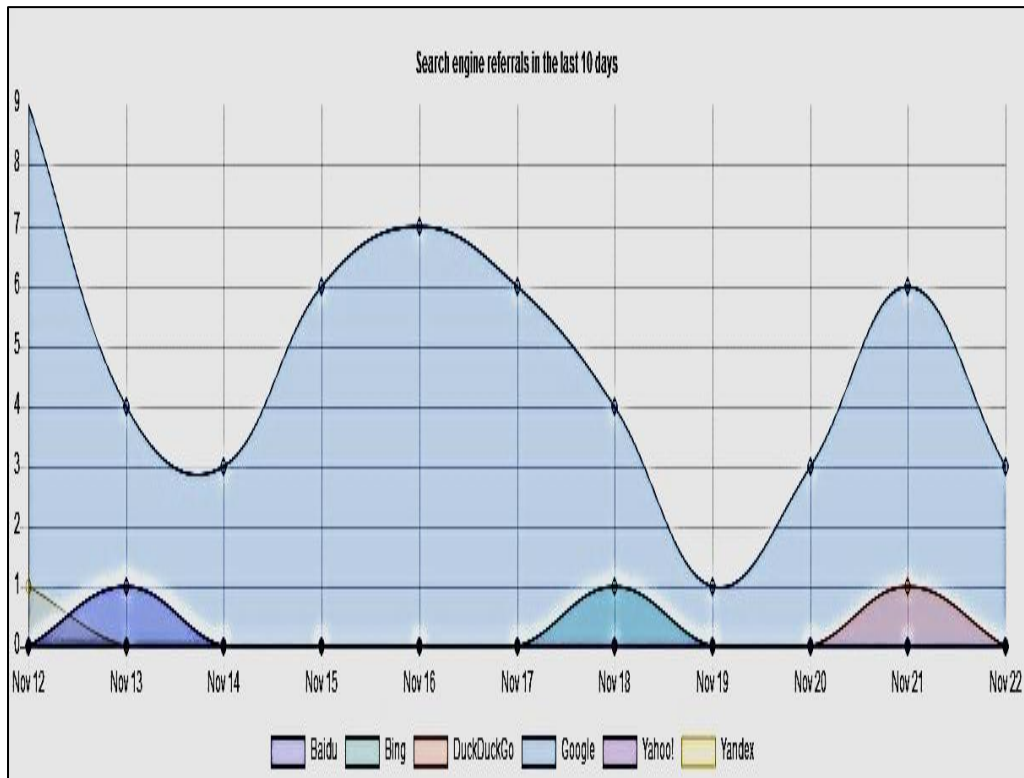
Payment for: Test Form

Quantity

£5 Post and Packing
10% Processing Charge
Total: £ 5.00

There are some more examples of payment forms [on this page](#).
And there are loads of shortcode options [on this page](#).

ნახ. 2.4. ონლაინ გადახდის ეკრანული ფორმა



ნახ. 2.5. ვიზიტორების რაოდენობა სხვადასხვა საძიებო სისტემებიდან

Editor Settings

Enable the editor menu. Save Changes

File ▾ Edit ▾ Insert ▾ View ▾ Format ▾ Table ▾ Tools ▾

Paragraph ▾ **B** *I* “ ” ☰ ☷ ☹ ☺ ☻ ☼ ☽ ☿ ☽ ☿ ↶ ↷ ↸ ↹

Font Family ▾ Font Sizes ▾ ☰ ☷ ☹ ☺ ☻ ☼ ☽ ☿ ☽ ☿ Ω ☰ ☷ ☹ ☺ ☻ ☼ ☽ ☿ ☽ ☿ ⓘ

Drag buttons from the unused buttons below and drop them in the toolbars above, or drag the buttons in the toolbars to rearrange them.

Unused Buttons

Underline	Strikethrough	Justify	Formats ▾	Cut
Copy	Paste	Subscript	Superscript	Horizontal line
Insert/edit image	Print	Anchor	Find and replace	Show blocks
Show invisible chara...	Source code	Code	Fullscreen	Insert date/time
Insert/edit video	Nonbreaking space	Left to right	Right to left	Emoticons
Background color	Toolbar Toggle	Page break		

2.6. საიტის ინფორმაციის რედაქტირების ეკრანული ფორმა

Optimizations

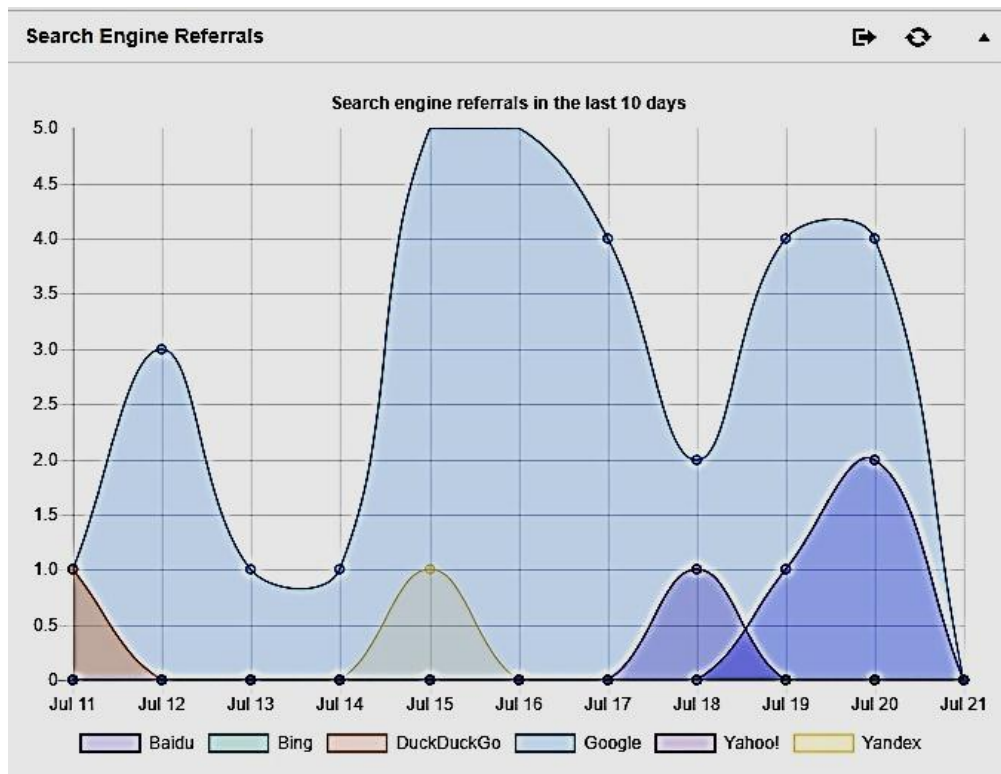
Warning: It is best practice to always make a backup of your database before any major operation (optimizing, upgrading, etc.).

Run all selected optimizations

Take a backup with UpdraftPlus before optimizing

Optimization	Notes	
<input checked="" type="checkbox"/> Optimize database tables	'slave2' database optimized! Total gain: 0 bytes	Run optimization
<input checked="" type="checkbox"/> Clean all post revisions	0 post revisions deleted	Run optimization
<input checked="" type="checkbox"/> Clean all auto-drafts and trashed posts	0 auto drafts deleted 0 items removed from Trash	Run optimization
<input checked="" type="checkbox"/> Remove spam and trashed comments	0 spam comments deleted 0 comments removed from Trash	Run optimization
<input checked="" type="checkbox"/> Remove unapproved comments	0 unapproved comments deleted	Run optimization
<input type="checkbox"/> Remove expired transient options	1 expired transient in your database	Run optimization
<input type="checkbox"/> Remove pingbacks	No pingbacks found	Run optimization
<input type="checkbox"/> Remove trackbacks	No trackbacks found	Run optimization
<input type="checkbox"/> Clean post meta data	No orphaned post meta data in your database	Run optimization
<input type="checkbox"/> Clean comment meta data	No orphaned comment meta data in your database	Run optimization
<input type="checkbox"/> Clean orphaned relationship data	No orphaned relationship data in your database	Run optimization

ნახ.2.7. საიტის შემცველობის მართვის ეკრანული ფორმა



ნახ.2.8. ვიზიტორთა მიერ საძიებო სისტემების გამოყენების სიხშირე