

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY

ISSN 1512-3979 (print)
EISSN 1512-2174 (online)
DOI.org/10.36073/1512-3979

შ რ ო მ ე ბ ი

მართვის ავტომატიზებული სისტემები

TRANSACTIONS

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

№ 1(32), Vol. 1.1



თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ
2021

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

ISSN 1512-3979 (print)
EISSN 1512-2174 (online)
DOI.org/10.36073/1512-3979

შ რ ო მ ე ბ ო

მართვის ავტომატიზებული სისტემები

TRANSACTIONS
AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

№ 1(32), Vol. 1.1

ემდგენება სტუ-ს
„მართვის
ავტომატიზებული
სისტემების“
კათედრის დაარსების
50 წლის იუბილეს
(1971-2021)



DEDICATED
TO THE 50th FOUNDATION
ANNIVERSARY OF THE
CHAIR "AUTOMATED
CONTROL SYSTEMS"
OF GTU
(1971-2021)

გამოიცემა 2006 წლიდან

*პერიოდულობა:
2 ნომერი წელიწადში*

თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ
2021

1971 – 2021

კრებულში შეტანილია სტუ-ს „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრის დაარსების 50-ე წლისთავისადმი მიძღვნილი საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის შრომები	The selected articles comprise a collection of Internat. scientific conf. works presented to 50 th anniversary of foundation of the Automated Control Systems Department at Georgian Technical University
В сборнике представлены научные труды Международной научно-технической конференции, посвященной 50 летию образования кафедры АСУ Грузинского Технического Университета	

სარედაქციო კოლეგია:

- აზმაიფარაშვილი ზ., ახობაძე მ., გასიტაშვილი ზ., გიგინეიშვილი ა., გიორგაშვილი ლ., გიორგაშვილი გ., გოგიჩაიშვილი ი., თევდორაძე მ., თურქია ე., იმნაიშვილი ლ., კაიშაური თ., კამკამიძე კ., კოტრიკაძე ქ., ლომინაძე ნ., ლომინაძე თ., მძინარიშვილი ლ., ნატროშვილი დ., ოზგაძე თ., სამხარაძე რ., სესაძე ვ., სურგულაძე გ., ფრანგიშვილი ა. (თავმჯდომარე), შონია ო., ჩხაიძე მ., ცაბაძე თ., ცინცაძე ა., გ. ძიძიგური, წვერაიძე ზ.,
- ჩოგოვაძე გ., ანანიშვილი გ., ბოსიკაშვილი ზ., კაკუბავა რ., კვარატხელია ვ., მელაძე ჰ.
- გერმანია: ბოტჰე კ., ვედეკინდი ჰ., მაიერ-ვეგენერი კ., რეისიგი ვ.
- აშშ: ტრივედი კ. (დუკეს უნივერსიტეტი), ჩიხრაძე ბ. (კორპორაცია Apple)
- კანადა: ქაჩიბაია ვ. (IT Industry)
- უნგრეთი: სცტრიკ ი. დებრეცენის უნივერსიტეტი
- რუსეთი: ბაბაიანი რ. (მპი), ვასინი ა.(მსუ), შჩუკინი ბ.(მიფი), ფომინი ბ. (პეტერბურგის ტუ)

პასუხისმგებელი რედაქტორი: გ. სურგულაძე. სტატიები: <http://www.gtu.ge/Journals/mas/>

EDITORIAL BOARD:

- Akhobadze M., Azmaiparashvili Z., Chkhaidze M., Dzidziguri G., Gasitashvili Z., Gigineishvili A., Giorgashvili L., Gogichaishvili G., Goziridze I., Imnaishvili L., Kaishauri T., Kamkamidze K., Kotrikadze K., Lominadze N., Lominadze T., Mdzinarishvili L, Natroshvili D., Obgadze T., Prangishvili A. (Chairman), Samkharadze R., Sesadze V., Shonia O., Surguladze G., Tevdoradze M., Tsintsadze A., Tsveraidze Z., Turkia E.
- Chogovadze G., Ananiashvili G., Bosikashvili Z., Kakubava R., Kvaratskhelia V., Meladze G.
- *Germany*: Bothe K.(Humboldt univ. Berlin), Meyer-Wegener K. (Erlangen univ.), Reisig W. (Humboldt univ.Berlin), Wedekind H.(Erlangen univ.)
- *USA*: Trivedi K. (Duke University), Chikhradze B. (Apple Co.)
- *Canada*: Kachibaia V. (IT Industry)
- *Hungary*: Sztrik I. (University of Debrecen)
- *Russia*: Babaian R.(IPU), Tshukin B.(Mephi), Vasin A.(MSU), Fomin B.(St-Petersburg, Techn.Univ.)

Executive Editor: G. Surguladze.

References: <http://www.gtu.ge/Journals/mas/>

ISSN 1512-3979, DOI.org/10.36073/1512-3979



გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2021
Publishing House „Technical University“, 2021
Издательство „Технический Университет“, 2021

80 *Happy birthday!*

Prof. Dr. Getcha Tchogoradze
and
Prof. Dr. Georg Gegitchaishvili

ვულოცავთ 'მართვის ავტომატიზებული სისტემების' კათედრის დამაარსებლებს, სტუ-ს UNESCO-ს კათედრის გამგეს, აკადემიკოს გოჩა ჩოგოვაძეს და აკადემიის წევრ-კორესპონდენტს, გიორგი გოგიჩაიშვილს დაბადების 80 წლის იუბილეს, ვუსურვებთ შემოქმედებით სიმბნევს და მომავალ ნაყოფიერ მოღვაწეობას!

აკადემიკოსი გოჩა ჩოგოვაძე



კათედრის პირველი გამგე (1971-1980). იუნესკოს (პარიზი) განყოფილების გამგე – „ინფორმატიკა განათლებაში“ (1981-1986). საქ. უმაღლესი საბჭოს დეპუტატი, საქ. პარლამენტის „მეცნიერებისა და განათლების“ კომიტეტის თავჯდომარე (1986-1988). სტუ-ს რექტორი (1988-1994). საქართველოს საგანგებო და სრულუფლებიანი ელჩი საფრანგეთსა და ესპანეთში (1994-2004). იუნესკოს გენერალური დირექტორის მრჩეველი (2004-დღემდე). სტუ-ს იუნესკოს კათედრის გამგე (2003 წლიდან), მრავალი მონოგრაფიის, სახელმძღვანელოს, გამოგონების, სტატიებისა და საზღვარგარეთ გამოქვეყნებული სამეცნიერო-პოპულარული პუბლიკაციების ავტორი. მიღებული აქვს „ღირსების ორდენი“ და სტუ-ს უმაღლესი ჯილდო „გიორგი ნიკოლაძის“ მედალი.

პროფესორი გიორგი გოგიჩაიშვილი



ტექნიკის მეცნიერებათა დოქტორი, პროფესორის წოდებით, კათედრის თანადამაარსებელი და მეორე გამგე (1981-2016). სტუ-ს ორგანიზაციული მართვის, შემდეგ მას დეპარტამენტის უფროსი (2007-2016). საქ. მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი. კომპიუტერულ მეცნიერებათა და სისტემების საერთაშორისო აკადემიის აკადემიკოსი. მრავალი სახელმძღვანელოს, მონოგრაფიის და სამეცნიერო ნაშრომის ავტორი. 30-ზე მეტი დაცული დისერტაციის ხელმძღვანელი ინფორმატიკის სფეროში. მიღებული აქვს „ღირსების ორდენი“ და სტუ-ს უმაღლესი ჯილდო „გიორგი ნიკოლაძის“ მედალი.



მისალმებები – GREETINGS - ПРИВЕТСТВИЯ

მივსალმებო „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრის დაარსების 50-ე წლისთავს და მისი დამაარსებლების, საქ. მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის ნამდვილი წევრის, ბატონი გოჩა ჩოგოვაძის და აკადემიის წევრ-კორესპონდენტის, პროფესორ გიორგი გოგიჩაიშვილის დაბადების მე-80 წლისთავის იუბილეს ! ამ ხნის განმავლობაში კათედრამ დიდი წვლილი შეიტანა ქართული საინჟინრო სკოლის ჩამოყალიბებასა და განვითარებაში საინფორმაციო ტექნოლოგიების სფეროში. კათედრის მთელ კოლექტივს ვუსურვებ წარმატებებს. კვლავაც ეღვაწოთ ჩვენი ქვეყნის უკეთესი მომავლისათვის.

**პროფ. დავით გურგენიძე,
სტუ-ს რექტორი**

Коллектив кафедры Кибернетики МИФИ сердечно поздравляет кафедру АСУ ГПИ со славным сорокалетием и желает дальнейших творческих успехов на благо народа Грузии. Кафедру Кибернетики МИФИ и кафедру АСУ ГПИ связывают давние дружеские отношения. Они касались, прежде всего, научных связей, выражающихся в совместной подготовке аспирантов и докторантов, организации научных семинаров и конференций, подготовке научных публикаций. Несомненно, реальными инициаторами этих связей были Гоча Георгиевич Чоговадзе – первый заведующий кафедры АСУ и Лев Тимофеевич Кузин – заведующий кафедры Кибернетика. Эти две незаурядные личности сделали очень много не только в организации совместной научной работы, но и в более тесном сближении коллективов кафедр. Лично для меня они открыли Грузию, прекрасную страну, с талантливым народом, умеющим учиться, трудиться и прекрасно, неповторимо отдыхать. Я приехал, чтобы оказать дань уважения коллективу кафедры, чтобы встретиться и обнять старых друзей. Я надеюсь, что искреннее чувство уважения между нашими народами есть и останется в веках.

**Проф. Борис Щукин,
МИФИ, Москва**

Dear Prof. Chogovadze,
dear Prof. Gogichaishvili,
dear Prof. Surguladze,
dear Participants of the Conference !

It is my pleasure to greet you at the beginning of the International Scientific-Technical Conference on Automated Control Systems and Modern Information Technologies. Unfortunately, I cannot attend the conference myself due to other obligations, but I am sure it will be a successful and inspiring conference.

The relationship of my group with the Department "Automated Control Systems" at Georgia Technical University already started in the year 1991, when Prof. Surguladze first visited us. At that time, Prof. Wedekind, my predecessor, was heading the group. So we can celebrate a cooperation that has lasted for 30 years now. Prof. Surguladze has visited us a couple of times since then to spend a few months in Erlangen as a visiting professor. The last visit just ended in January of this year. Furthermore, Ekaterine Turkia, Lily Petriaschvili and Giorgi Ediberidze have also visited us during the previous years. All of them have been supported by the DAAD, the German Academic Exchange Service, for which we are very grateful.

In addition to new scientific ideas and concepts, our guests could benefit from our teaching concepts and could use our material successfully after returning to the GTU. It has always been our pleasure to help and we are honored by the fact that our material has been considered for use in this prestigious institute.

So we sincerely congratulate the Department on 40 years of successful scientific work and wish it even more success for the future ! We also congratulate Profs. Chogovadze G. and Gogichaishvili G. on their anniversary and wish them all the best for the future, in particular a good health and a continuing interest in the development of science! We would be very glad to further receive their valuable advice in the years to come.

To conclude, let me wish all participants an interesting and pleasant conference !

Thank you very much !

**Prof. Dr. Klaus Meyer-Wegener,
Erlangen-Nuernberg University,
Germany**

Good luck with your conference !

I would love to visit your beautiful country some day.

Kishor S. Trivedi, Duke University (USA)

ძვირფასო კოლეგებო, პატივცემულო სტუმრებო !

მადლობას მოგახსენებთ საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკურ კონფერენციაზე ჩემი მოწვევისათვის, რომლის თემსაც წარმოადგენს “მართვის ავტომატიზებული სისტემები და თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიები”. კონფერენციას განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ანიჭებს ის გარემოება, რომ ერთმანეთს ემთხვევა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მართვის ავტომატიზებული სისტემების კათედრის დაარსების საიუბილეო მე-40 წლისთავი და მისი დამაარსებლების, საქართველოს მეცნიერებათა ეროვნული აკადემიის აკადემიკოსის გოჩა ჩოგოვამის და პროფესორ გიორგი გოგიჩაიშვილის დაბადების 80 წლისთავები.

ჩვენ ინფორმაციისა და ტექნოლოგიების ეპოქაში ვცხოვრობთ. აქედან გამომდინარე აუცილებელია ინფორმაციის მართებული გამოყენება და ურთიერთგაზიარება, რაც უშუალოდ დამოკიდებულია კარგ ხელმძღვანელობაზე. ნათელია, რომ სწორედ ეს წარმოადგენდა 50 წლის წინ ამ კათედრის დაარსების მიზანს. გამოვხატავთ მადლიერებას ამ სფეროში დეველოპმენტის პირების მიმართ.

საქართველოში ბოლო 30 წლის განმავლობაში მრავალი რეფორმა განხორციელდა ტექნოლოგიურ და სხვა სფეროებში, რისი მომსწრეც თავად გახლავართ საქართველოში ჩემი 5 წლის მოღვაწეობის პერიოდში. ამის დამადასტურებელია წინსვლა, რომელიც აისახება ინფორმაციული ტექნოლოგიების სწავლების თითოეულ საფეხურზე და ყოველდღიურ ცხოვრებაში. ამ სფეროში განსაკუთრებული წვლილი მიუძღვის საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის მართვის ავტომატიზებული სისტემების კათედრას. აქ განათლება მიიღო არა ერთმა თურქმა ახალგაზრდამ ბაკალავრიატსა და მაგისტრატურაში და წარმატებით აგრძელებენ მოღვაწეობას აღნიშნულ სფეროში. თურქეთის რესპუბლიკა ყოველთვის მხარს უჭერდა და მომავალშიც მხარს დაუჭერს მეგობარ და მეზობელ ქვეყანა საქართველოს. სწორედ ამის დასტურია ამ კონფერენციაზე ჩვენი მონაწილეობაც.

**ისმაილ ილდიზი,
თურქეთის რესპუბლიკის განათლების
სმინისტრის მრჩეველი**

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახ. სახელმწიფო უნივერსიტეტი გულითადად გილოცავთ კათედრის დაარსების 50-წლის იუბილეს. სტუ-ს მართვის ავტომატიზებული სისტემების კათედრა ერთ-ერთი პირველი კათედრაა, რომელიც წარმატებით ემსახურება თანამედროვე ტექნოლოგიების მეცნიერული შესწავლის, დანერგვისა და გამოყენების საკითხებს. გვინდა გამოვხატოთ ღრმა პატივისცემა და მადლიერების გრძნობა იმ თანადგომისა და უანგარო დახმარებისათვის, რასაც თქვენი კათედრა და პირადად ბატონი გოჩა ჩოგოვამე იჩენენ ჩვენი უნივერსიტეტის კომპიუტერულ მეცნიერებათა დეპარტამენტის მიმართ. გისურვებთ შემდგომ წარმატებებს და მიღწევებს იმ დიდ და საპატიო საქმეში, რასაც უკვე 50 წელია ემსახურებით !

**პროფ. იბრაიმ დიდმანიძე
ბათუმის შოთა რუსთაველის სახ.
უნივერსიტეტის კომპიუტერულ
მეცნიერებათა დეპარტამენტის
ხელმძღვანელი**

კონფერენციის გახსნის პლენარულ სხდომაზე (ონლაინ რეჟიმში) მისასალმებელი სიტყვებით გამოვიდნენ პროფ. კიშორ ტრივედი (აშშ, დიუკის უნივერსიტეტის კათედრის გამგე), პროფ. იანოშ სკორიქ (უნგრეთი, დებრეცენის უნივერსიტეტის კათედრის გამგე), პროფ. ალიკო ცინცაძე (სტუ-ს ჰუმანიტარული ფაკ-ის დამაარსებელი და 1-ელი დეკანი), პროფ. გურამ ჩაჩანიძე (მეცნიერების და საზოგადოების განვითარების ფონდის „ინტელექტი“ პრეზიდენტი), კათედრის კურსდამთავრებულები: პოეტი ვაჟა ოთარაშვილი, ბახრეინის უნივერსიტეტის პროფესორი დავით გულუა, კორპორაცია Apple-ს წამყვანი პროგრამისტი ბესო ჩიხრაძე (კალიფორნია), ტორონტოს ბანკის მონაცემთა ბაზების ადმინისტრატორი ვატო ქაჩიბაია (კანადა), ასოც. პროფ. მარინა კამიბაძე და სხვ.

კონფერენციის თავმჯდომარეები:

- პროფ. დავით გურგენიძე, საქართველო
- აკად. გოჩა ჩოგოვაძე, საქართველო

საერთაშორისო საპროგრამო კომიტეტი:

აშშ:

- პროფ. ვ. ტრივედი, დუკის უნივერსიტეტი
- დოქტ. ბ. ჩიხრადე, კორპორაცია Apple (კალიფორნია)

გერმანია:

- პროფ. ვ. მეიერ-ვეგენერი, ერლანგენ-ნიურნბერგის უნი.
- პროფ. ვ. ბოტჰე, ბერლინის ჰუმბოლდტის უნივერსიტ.
- პროფ. ვ. ზონტაგი, ვილდაუს გამოყენ. მეცნ. უნივერსიტ. (ბერლინი)

ესპანეთი - პროფ. რ. გუსმან ტირადო, გრანადას უნივ.

საფრანგეთი - ჟ.პ. მასიუ, მეცნიერებათა და ხელოვნების ევროპული აკადემია

უნგრეთი - პროფ. იანოშ სცტრიქ, დებრეცენის უნივერს.

ჩეხეთი - პროფ. ი. კლაპკა, პრაღის კარლოვის უნივერს.

თურქეთი - ი. ილდიზი, თურქეთის განათლების სამინისტრო

აზერბაიჯანი:

- პროფ. ა. ალიევი - ბაქოს სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- პროფ. ქ. აბდულაევი, ენების უნივერსიტეტის რექტორი
- პროფ. მ. მედვედევი, აზერბაიჯანის დიპლომატიური აკადემია

ბელარუსი - პროფ. ვ. კოტოვი, ბელარუსის სახ. უნივერს.

რუსეთი:

- პროფ. ბ. შჩუკინი, ბირთვულ გამოკვლევათა ეროვნული უნივერსიტეტი
- პროფ. ა. პანკრატევი, ლომონოსოვის სახ. მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტი
- აკად. ბ. ფომინი, ს-ტ პეტერბურგის ინოვაციათა ტექნოლოგიების სამეცნიერო ცენტრი

სომხეთი :

- პროფ. გ. ასცატრიანი, პროფ. ვ. სააკიანი, ინფორმატიკისა და ავტომატიზაციის საპრობლემო ინსტიტუტი, სომხეთის რესპუბლიკის ეროვნული სამეცნიერო აკადემია
- პროფ. ტ. პილიპოსიანი, რუსეთ-სომხეთის (სლავონიკი) სახელმწიფო უნივერსიტეტი

უკრაინა :

- პროფ. ვ. მესიურა, ვინიციის ეროვნული ტექნიკური უნი.
- პროფ. ზ. დუდარი, ხარკოვის ეროვნული რადიო ელექტრონიკის უნივერსიტეტი
- პროფ. თ. სავჩუკი, ვინიციის ეროვნული ტექნიკური უნი.
- პროფ. ო. მიცა, უფკოროდის ეროვნული უნივერსიტეტი

ყაზახეთი - პროფ. ბ. მატკარიმოვი - ნაზარბაევის უნივ.

საქართველო: აკად. გ. ჩოგოვაძე, აკად. ა. ფრანგიშვილი, აკად. წევრ. კორ. გ. გოგიჩაიშვილი, პროფ. ზ. გასიტაშვილი, პროფ. ვ. კვარაცხელია, პროფ. ჰ. მელაძე, პროფ. ო. შონია, პროფ. თ. ლომინაძე, პროფ. მ. ახობაძე, პროფ. თ. ჯაგოდნიშვილი, პროფ. გ. სურგულაძე, პროფ. ლ. პეტრიაშვილი, პროფ. გ. ჩაჩანიძე, პროფ. ი. დიდმანიძე (ბათუმი), პროფ. თ. ზარქუა, პროფ. მ. ჩხაიძე, პროფ. პროფ. რ. კაკუბავა.

Conference Co-Chairpersons

- Prof. David Gurgenidze, Georgi
- Acad. Gocha Chogovadze, Georgia

International Program Committee

USA :

- Prof. K.S. Trivedi, Duke University
- Dr. B. Chikhradze, Apple Corporation (Ca)

Germany :

- Prof., Dr. K. Meyer-Wegener, Uni-Erlangen-Nürnberg
- Prof., Dr. K. Bothe, Humboldt University Berlin
- Prof., Dr. H. Sontag, Tech.Uni.of App.Sciences

Spain Prof., Dr. Rafael Guzman Tirado, Univ. of Granada

France - Prof., Dr. J.P. Massieux, Europ.Academy of S&A

Hungary - Prof., Dr. J. Sztrik, University of Debrecen

Czech Rep. - Prof., Dr. J. Klapka, Charles Univ. Prague

Turkey - Ismail Yildiz, Ministry of Education Turkey

Azerbaijan:

- Prof., Dr. A. Aliyev - Baku State Univ.
- Prof., Dr. K. Abdulayev, Rector of the Az.Univ. Langua.
- Prof., Dr. M. Medvedyev, Az.Diplomatic Acad.(ADA Un)

Belarus – V. Kotov - Belarussian State University

Russia:

- Prof., Dr. B. Schukin, Nation.Univ. of Nuclear Research
- Prof., Dr. A. Pankratiev, Lomonosov Moscow St. Univ.
- Acad. B. Fomin, St.Petersburg Scient.Cent. Innov.Tech.

Armenia:

- Prof., Dr. H. Astsatryan, Prof., Dr. V. Saakian, Inst. for Informatics and Automation Problems of the National Academy of Sciences of the Rep. Armenia
- Prof., Dr. T. Piliposyan, Russian-Armenian (Slavonic) State University

Ukraine:

- Prof., Dr. V. Mesyura, Vinnytsia National Tech. Univ.
- Prof., Dr. Z. Dudar, Kharkiv Nation.Univ. of Radio Electronics
- Prof., Dr. O. Mitsa - Uzhhorod State University
- Prof., Dr. T. Savchuk - Vinnytsia Nat. Technical Univ.

Kazakhstan – B. Matkarimov - Nazarbayev University

Georgia:

Acad. G. Chogovadze, Acad. A. Phrangishvili, Prof. G. Gogichashvili, Prof. Z. Gasitashvili, Prof. V. Kvaratskhelia,, Prof. G. Meladze, Prof. M. Akhobadze, Prof. T. Jagodnishvili, Prof. T. Lominadze, Prof. O. Shonia, Prof. G. Surguladze, Prof. L. Petriashvili, Prof. G. Chachanidze, Prof. I. Didmanidze (Batumi. Rustaveli st.univ.), Prof. R. Kakubava, Prof. Z. Bosikashvili, Prof. T. Zarkua, Prof. M. Chkhaidze, Prof. I. Kartvelishvili

შინაარსი - CONTENTS- СОДЕРЖАНИЕ

- **გოჩა ჩოგოვაძე, გიორგი გოგიჩაიშვილი, გაია სურგულაძე.** მართვის ავტომატიზებული სისტემების კათედრა 50 წლისა – მისი როლი განათლებისა და მეცნიერების განვითარების სფეროში // Chogovadze Gocha, Gogichaishvili George, Surguladze Gia. Chair of „Automated Control Systems“ Celebrates 50th Anniversary – its Role in the Development of Education and Science 13
- **Trivedi Kishor S.** Software Fault Tolerance via Environmental Diversity. Duke University, North Carolina, USA. // ქიშორ ს. ტრივედი. პროგრამული უზრუნველყოფის შეცდომებისადმი ტოლერანტობა გარემო პირობების მრავალფეროვნების გამო 21
- **Sztrik Janos, Szilagy Zoltan, Kolcsei Csanad.** Teaching Queueing Theory and its Applications. University of Debrecen, (Hungary) // იანოშ შორიკი, ზოლტან სილაგი, ჩანად კოლში. რიგების თეორიის და მისი გამოყენებითი აპლიკაციების სწავლება 27
- **Kakubava Revaz, Svanidze Nino.** On a new Probabilistic Method for Transient Analysis of Semi-Markov Stochastic Models // რევაზ კაკუბავა, ნინო სვანიძე. ნახევრად-მარკოვული სტოქასტიკური მოდელების გარდამავალი ანალიზის ალბათობის ახალი მეთოდის შესახებ 35
- **სოფიო ქათამაძე, არჩილ ფრანგიშვილი.** დიდი მონაცემების შენახვა-დამუშავება საქართველოს ჯანდაცვის ციფრულ სისტემაში // Katamadze Sofio, Prangishvili Archil. Processing and Storing of Big Data in the Digital Healthcare System of Georgia 39
- **Berdzenishvili Irma.** Robotic Process Automation Enabling Digital Transformation in Georgian Market. // ირმა ბერძენიშვილი. რობოტული პროცესის ავტომატიზაცია, ციფრული ტრანსფორმაციის ხელშემწყობი ქართულ ბაზარზე 44
- **Олександр Мица, Сергей Орышнич, Теодор Заркуа, Сергей Вапничный, Юрий Горощко.** Особенности проведения летней школы по программированию в условиях пандемии // Oleksandr Mitsa, Sergiy Oryshych, Teodor Zarkua, Sergiy Vapnichny, Yurii Horoshko. Features of Conducting a Summer School on Programming in a Pandemic 48
- **Гигинейшвили Дж., Тимченко И., Кристесиашвили Е.** Информационное моделирование зданий и сооружений на основе программного комплекса ЛИРА САПР // Gigineishvili Johni, Timchenko Igor, Kristesiashvili Elina. Information Modeling of Buildings and Structures Based on the CAD Software Complex LIRA 52
- **Гигинейшвили Дж., Чикваидзе Г., Гигинейшвили Д., Мацаберидзе Т.** Информационное моделирование зданий и сооружений на сложном рельефе с применением программ „сапфир“, „лира сапр“ и новых конструкционных материалов и изделий // Johni Gigineishvili, Giorgi Chikvaide, David Gigineishvili, Temur Matsaberidze. Modeling of Building and Structures Based “LIRA SAPR” Software Complex 55
- **Didmanidze Ibraim, Beridze Zebur, Didmanidze Didar.** On the role of information technologies for decision making process in social business // იბრაიმ დიდმანიძე, ზებურ ბერიძე, დიდარ დიდმანიძე. ინფორმაციული ტექნოლოგიების როლის შესახებ გადაწყვეტილების მიღებისას სოციალურ ბიზნესში 59
- **Didmanidze Ibraim, Zaslavskiy Vladimir, Kakhiani Gregory, Kakhidze Kakhi.** Analysis of the Work of a Conway’s Cell Machine using Shannon Entropy // იბრაიმ დიდმანიძე, ვლადიმირ ზასლავსკი, გრიგოლ კახიანი, კახი კახიძე. კონვეის ფიქტური მანქანის მუშაობის ანალიზი შენონის ენტროპიის გამოყენებით 61

- **ოთარ შონია, იოსებ კართველიშვილი, ლუკა შონია.** ნორმატიულ-სამართლებრივ დოკუმენტებში აგენტურ-ორიენტირებული მიდგომა და აგენტთა სისტემების თეორია // Otar Shonia, Ioseb Kartvelishvili, Luka Shonia. Agent-orientated Approach and the Theory of Agent System to Normative Legal Documents 65
- **ოთარ შონია, იოსებ კართველიშვილი, ლუკა შონია.** საცნობარო-სამართლებრივი სისტემებში უსადენო ქსელების გამოყენება და ინფორმაციული უსაფრთხოების უზრუნველყოფა // Shonia Otar, Kartvelishvili Ioseb, Shonia Luka. Guidance-legal Systems Through Wireless Networks and Increase of Information Security in them 70
- **М. Микеладзе, В. Радзиевский, Н. Джалябова, Н. Ананишвили, Д. Радзиевский.** Применение метода поиска ассоциаций в задаче медицинской диагностики // M. Mikeladze, V. Radzievski, N. Jaliabova, I. Ananiashvili, D. Radzievski. Application of the Association Rule Mining Method in the Problem of Medical Diagnostics 76
- **Вадим Радзиевский, Майя Микеладзе, Нора Джалябова, Дмитрий Радзиевский, Илья Оконян.** Интеллектуальная система медицинской диагностики, использующая знания и способная к обучению // Vadim Radzievski, Maia Mikeladze, Nora Jaliabova, Dimitri Radzievski, Ilia Okonian. Intelligent Medical Diagnostics System that uses Knowledge and IS Capable of Learning 81
- **Shanshiashvili Besarion, Avazneli Beka.** Identification of Nonlinear Dynamic Systems using Wiener Models // ბესარიონ შანშიაშვილი, ბექა ავაზნელი. არაწრფივი დინამიკური სისტემების იდენტიფიკაცია ვინერის მოდელების გამოყენებით 86
- **ბეკარ თაკაშვილი, არჩილ ფრანგიშვილი.** მაღალი წარმადობის კომპიუტერის ინფორმაციის შესანახი სისტემის ოპტიმიზაცია აპარატურული ამაჩქარებლების საშუალებით. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი // Bekar Oikashvili, Archil Prangishvili. Optimization of the General Purpose Storage System by Means of Hardware Accelerators 92
- **Rodonaia Irakli, Morchiladze Anri.** short-term Load Prediction in Smart Grids // ირაკლი როდონაია, ანრი მორჩილაძე. მოკლევადიანი დატვირთვის პროგნოზირება ჭკვიან ქსელებში 96
- **Kukhalashvili Vepkhia, Demetrashvili Demuri, Sesadze Valida.** Marine Forecasting for the Georgian Sector of the Black Sea // ვეფხია კუხალაშვილი, დემური დემეტრაშვილი, ვალიდა სესაძე. საზღვაო პროგნოზი შავი ზღვის საქართველოს სექტორისათვის 102
- **ვეფხია კუხალაშვილი, ვალიდა სესაძე, ალექსანდრე სურმაგა, ნათია გიგაური.** ატმოსფეროში PM_{2.5} და PM₁₀-ის შემცველობის გამოკვლევა რეგულარული დაკვირვებებისა და მათემატიკური მოდელირების გზით // Kukhalashvili Vepkhia, Sesadze Valida, Surmava Aleksandre, Gigauri Natia. Investigation of PM_{2.5} and PM₁₀ Content in the Atmosphere of Tbilisi through Regular Observations and Mathematical Modeling 107
- **Kovalchuk Olha.** Approach to Decision-Making at the Preparation of the Project of the Business Meeting // ოლჰა კოვალჩუკი. გადაწყვეტილების მიღების მიდგომა საქმიანი შეხვედრის პროექტის მომზადებისას 112
- **გურამ ჩაჩანიძე, ნანა ჩაჩანიძე** ბოლონიის პროცესის სამი ძირითადი მდგენელის მოდელირების ასპექტები // Guram Chachanidze, Nana Chachanidze. Aspects of Modeling the three Main Ccomponents of the Bologna Process 117
- **დავით ზაუტაშვილი, მანანა ქარქაშაძე.** ქალაქების ვებ-საიტების შეფასება ინფორმაციულ საზოგადოებაში // Zautashvili David, Karkashadze Manana. Evaluating City Websites in the Information Society 123
- **იოსებ კართველიშვილი, ნინო ჩორბაული.** საცნობარო-სამართლებრივ სისტემაში დოკუმენტების ურთიერთკავშირის ავტომატიზებული სისტემის პროგრამული კომპლექსის 127

- დამუშავება და ექსპერიმენტული შემოწმება // Kartvelishvili Ioseb, Chorkhauri Nino. Development and Experimental Testing of the Software Complex of the Automated System of Interrelation of Documents in the Reference and Legal System
- **Irma Davitashvili, Nino Mchedlishvili, Zurab Tsveraidze, Levan Laliashvili.** The Study of Internet Dynamics Through Assessment of Scale Feature of a Network Echo Mechanism // ირმა დავითაშვილი, ნინო მჭედლიშვილი, ზურაბ წვერაიძე, ლევან ლალიაშვილი ინტერნეტის დინამიკის შესწავლა ქსელის ექიმექანიზმის სკეილინგის მახასიათებელთა ანალიზით 131
- **ირინე ხომერიკი.** საგნების ინტერნეტის და ბლოკჩეინის ინტეგრირება // Irine Khomeriki. Integration of the Internet of Things and Blockchain 135
- **ნინო თოფურია, გია სურგულაძე, მაკა ცერცვაძე.** ინტეგრირებული გადაწყვეტილების დაპროექტება Azure SQL და Power Platform-ის საშუალებით // Nino Topuria, Gia Surguladze, Maka Tsertsvadze. Integrated Solution Design using Azure SQL and Power Platform 139
- **დავით გულუა, ისმაილ ილდიზ, გია სურგულაძე.** საქართველოს უმაღლესი საგან-მანათლებლო დაწესებულების ინტეგრირებული ინფორმაციული ინფრასტრუქტურა // David Gulua, Ismail Yildiz, Gia Surguladze. Integrated Information Infrastructure of Georgian High Educational Institution 145
- **ალიკო ცინცაძე.** ასტრონომიკური და ასტროარქეოლოგია (ჯ. ლოკერ - ა. ცინცაძის თეორია) // Aliko Tsintsadze. AstroLinguistics and Astroarcheology (J. Locker - A. Tsintsadze's Theory) 151
- **ვაჟა ოთარაშვილი, ეკა კვანტალიანი, ლექსო ოთარაშვილი.** ევროპელი ისტორიოგრაფები გიორგი სააკაძის შესახებ // Vazha Otarashvili, Eka Kvantaliani, Lekso Otarashvili. European Historians about Giorgi Saakadze 156
- **თამაზ ძაგანია, ზაალ აზმაიპარაშვილი, ელგუჯა ბუცხრიკიძე, ვლადიმერ ფადიურაშვილი, ოლღა მელიკიძე, თამარ კოზაშვილი.** კვების პროდუქტებში ნიტრატების განმსაზღვრელი ხელსაწყოების შემუშავების ზოგიერთი თვალსაზრისი // Tamaz Dzagania, Zaal Azmaiparashvili, Elguja Butskhrikidze, Vladimer Phadiurashvili, Olga Melikidze, Tamar Kozashvili. Some Aspects of the Development of Devices for the Determination of Nitrates in Food Products 160
- **დავით კაპანაძე, თეა თოდუა, თალიკო ჟვანია, მზია კიკნაძე.** Data mining კონცეფცია, გამოყენება და მონაცემთა დამუშავების ეტაპები // David Kapanadze, Tea Todua, Taliko Zhvania, Mzia kiknadze. Data Mining Concept, Use and Stages of Data Processing 165
- **ლილი პეტრიაშვილი, მარინა ქაშიბაძე, ნანა მაღლაკელიძე.** ბიზნესპროცესების მენეჯმენტის ხარისხის შეფასება 6-Sigma მეთოდით // Lily Petriashvili, Marina Kashibadze, Nana Maghlakelidze. Six Sigma Method for Evaluating the Quality of Business Process Management 169
- **ემელიანე გოგილიძე, ნათია გოგილიძე.** კიბერუსაფრთხოების მნიშვნელობა და გამოწვევები XXI საუკუნეში // Gogilidze Emeliane, Gogilidze Natia. The Importance and Challenges of Cybersecurity in the XXI Century 173
- **ლია ტუღუში.** მუნიციპალური „ცხელი ხაზის“ სერვისების დამუშავების ავტომატიზაცია // Lia Tughushi. Automation of Processing Municipal "HOTLINE" Services 179
- **თინათინ კაიშაური, ია ირემაძე, თამარ ნასკიდაშვილი.** საექსპერტო სისტემები განათლების სისტემაში // Kaishauri Tinatin, Iremadze Ia, Naskidashvili Tamar. Expert Systems in the Education System 185

Vol.1.2: შინაარსი – CONTENTS – СОДЕРЖАНИЕ

➤	გოჩა ჩოგოვაძე, ვაჟა დიდმანიძე, ეკატერინე რაზმაძე. საინფორმაციო და კომუნიკაციური ტექნოლოგიები ინფორმაციულ საზოგადოებაში // Chogovadze Gocha, Didmanidze Vazha, Razmadze Ekaterine. INFORMATION AND COMMUNICATION TECHNOLOGIES IN THE INFORMATION SOCIETY	207
➤	გურამ ბელთაძე. თამაშთა თეორიის გამოყენება კოვიდ-19-ის დასამარცხებლად // Beltadze Guram. USING GAME THEORY FOR DEFEATING COVID-19	213
➤	გულნარა ჯანელიძე, ალბერტ მირიანაშვილი. დიდი მონაცემების ანალიტიკა Covid19 პანდემიასთან ბრძოლაში // Gulnara Janelidze, Albert Mirianashvili. BIG DATA ANALYTICS IN THE FIGHT AGAINST COVID-19 PANDEMIC	222
➤	ნოდარ დარჩიაშვილი, ანა კობიაშვილი. Covid-19 შემთხვევების მონიტორინგის სისტემა საზოგადოებრივი უსაფრთხოების მართვის ცენტრში // Nodar Darchiashvili, Ana Kobiashvili. COVID-19 CASE MONITORING SYSTEM AT THE PUBLIC SAFETY MANAGEMENT CENTER	227
➤	დიანა ჭანკოტაძე. მედია- და ციფრული-ტექნოლოგიები „კოვიდ19“ პანდემიის გლობალიზაციის პირობებში და საფრანგეთი პრევენციის გზაზე // Diana Chankotadze. MEDIA- AND DIGITAL TECHNOLOGIES "KOVID 19" PANDEMIC IN THE CONTEXT OF GLOBALIZATION AND FRANCE ON THE ROAD TO PREVENTION	233
➤	ნატალი სიდამონიძე, ლევან ჯიქიძე, ალექსანდრე ბენაშვილი. თანამედროვე სამენეჯმენტო ინფორმაციული სისტემების დანერგვა საქართველოს შემდგომი განვითარებისთვის // Sidamonidze N., Dzhikidze L., Benashvili A. IMPLEMENTATION OF MODERN INFORMATION MANAGEMENT SYSTEMS FOR FURTHER DEVELOPMENT OF GEORGIA	238
➤	ალექსანდრე ბენაშვილი. Skylake პროცესორი – საუკეთესო გადაწყვეტა მულტიმედია კომპიუტერისათვის // Benashvili Alexander. SKYLAKE PROCESSOR - THE BEST SOLUTION FOR MULTIMEDIA PC	242
➤	მალხაზ სულაშვილი, გურამ ივანიშვილი. ინფორმაციული შეტევების ტიპების ანალიზი // Malkhaz Sulashvili, Guram Ivanishvili. ANALYSIS OF TYPES OF CYBER ATTACKS	247
➤	ლელა გაჩეჩილაძე, ანა მარგველაშვილი. მემკვიდრეობითობა VS კომპოზიცია // Gachechiladze Lela, Margvelashvili Ana. INHERITANCE VS COMPOSITION	250
➤	სოფიკო გოგოლაძე, თამარ ლომინაძე, მარიამ მარღიშვილი. წყვილში პროგრამირების უპირატესობები და თავისებურებები // Sopiko Gogoladze, Tamar Lominadze, Mariam Margishvili. ADVANTAGES AND FEATURES OF PAIR PROGRAMMING	256
➤	ლელა პაპავა, თამარ ლომინაძე. აუდიოდაქტილოსკოპია, მისი როლი და მნიშვნელობა // Lela Papava, Tamar Lominadze. ADVANTAGES AND FEATURES OF PAIR PROGRAMMING	260
➤	ია გაიშვილი. ბიზნეს-პროცესების მოდელირება და ოპტიმიზაციის ამოცანა განუსაზღვრელობის პირობებში // Ia Giashvili. BUSINESS PROCESS MODELING AND OPTIMIZATION TASK, UNDER CONDITIONS OF UNCERTAINTY	265
➤	მედეა თევდორაძე, თამთა რუხაძე, მაია სალთხუციშვილი, ნინო წულუკიძე, თამაზ ალიბეგაშვილი. საწარმო-ორგანიზაციის მართვის არქიტექტურული მოდელები // Medea Tevdoradze, Tamta Rukhadze, Maia Saltkhutsishvili, Nino Tsulukidze, Tamaz Alibegashvili. ARCHITECTURAL MODELS OF ENTERPRISE MANAGEMENT	269
➤	მედეა თევდორაძე, ნინო ლოლაშვილი, ანასტასია ბაჯიაშვილი, ლილი ლობჯანიძე, თეონა ობოლაშვილი. ბიზნეს-პროცესების იდეოლოგიის დანერგვა უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებაში // Medea Tevdoradze, Nino Lolashvili, Anastasia Bajiashvili, Lili Lobzhanidze,	274

- Teona Obolashvili. INTRODUCTION OF BUSINESS-PROCESSES IDEOLOGY IN HIGHER EDUCATION INSTITUTION
- მედეა თევდორაძე, მაია სალთხუცშვილი, თეონა ჭიგლაძე, მარიამ კაპანაძე, სამსონ დარჩია. ბიზნეს-პროცესების რეინჟინირინგი უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებაში // Medea Tevdoradze, Maia Saltkhutsishvili, Teona Chigladze, Mariam Kapanadze, Samson Darchia. BUSINESS-PROCESSES REENGINEERING IN A HIGHER EDUCATION INSTITUTION 278
 - ნუგზარ ამილახვარი, გიორგი ამილახვარი, დიმიტრი კახნიაშვილი. მონაცემთა შიფრაციის თავისებურებანი // Amilakhvari Nugzar, Amilakhvari George, Kakhniashvili Dimitri. METHODOLOGY FOR CHOOSING DATA ENCRYPTION METHODS 283
 - გულნარა ჯანელიძე, ზადრი მეფარიშვილი, ნინო ბერიძე. დიდი მონაცემების ფრეიმვორკები ონლაინ-სწავლების სისტემაში // Gulnara Janelidze, Badri Meparishvili, Nino Beridze. BIG DATA FRAMEWORKS IN THE ONLINE LEARNING SYSTEM 289
 - თინა იველაშვილი. მესხური საოჯახო ნივთი ფეშხუმი // Tina Ivelashvili. MESKHETIAN HOUSEHELD ITEM PESHKHUMI 295
 - ნონა ოთხოზორია, თამარ მიშელაშვილი. ობიექტზე ორიენტირებული მიდგომა ხარისხის მენეჯმენტში // Otkhozoria Nona, Mishelashvili Tamar. OBJECT-ORIENTED APPROACH TO QUALITY MANAGEMENT 300
 - ნოდარ აბელაშვილი, ნონა ოთხოზორია, გიორგი მერებაშვილი. ლაბორატორიათაშორისი გამოცდების ჩატარების მეთოდის ბეტონის კუმის კუმშვის სიმტკიცის დასადგენად // Nodar Abelashvili, Nona Otkhozoria, Giorgi Merebashvili. INTERLABORATORY TEST METHODS FOR DETERMINING THE COMPRESSIVE STRENGTH OF CONCRETE 303
 - ირინა ჩხეიძე, ვანო ოთხოზორია, მედეა ნარჩემაშვილი, შორენა ხორავა. გაზომვის ხარისხის შეფასება // Chkheidze Irina, Otkhozoria Vano, Narchemashvili Medea, Khorava Shorena. MEASUREMENT QUALITY ASSESSMENT 306
 - მედეა ბალიაშვილი. პროგრამული უზრუნველყოფის შეფასების საკითხები // Baliashvili Medea. ABOUT SOFTWARE CERTIFICATION 311
 - გელა ღვინეაძე, თორნიკე შავიშვილი. ინტერდისციპლინური მიდგომების ეფექტიანობა მეცნიერული კვლევებისა და სწავლების პროცესებში // Gela Gvinepadze, Tornike Shavishvili. EFFECTIVENESS OF INTERDISCIPLINARY BACKGROUNDS IN SCIENTIFIC RESEARCH AND TEACHING PROCESSES 316
 - თორნიკე შავიშვილი. ელექტრონული სწავლება: აქტუალობა და გამოწვევები // Tornike Shavishvili. ELECTRONIC TRAINING: ACTUALITY AND PROBLEM 320
 - Avtandili Bichnigauri. USE OF IOT DEVICES IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS // ავთანდილ ბიჩნიგაური. IoT მოწყობილობების გამოყენება საგანმანათლებლო დაწესებულებებში 324
 - ოთარ შონია, ავთანდილ ბიჩნიგაური. ლოკალურ ქსელში IoT მოწყობილობების აღმოჩენის საშუალებები მათი კიბერუსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად // Shonia Otar, Bichnigauri Avtandili. MEANS OF DETECTING IOT DEVICES IN THE LOCAL NETWORK TO ENSURE THEIR CYBERSECURITY 328
 - ნატო ქავთარაძე. ქართული ინჟინერიის სათავეებთან // Qavtaradze Nato. ABOUT THE BEGINNINGS OF ENGINEERING IN GEORGIA 333
 - ბორის მასპინძელაშვილი, ვალერი ტაკაშვილი. კომპლექსური ცვლადის რაციონალური ფუნქციის უმარტივეს წილადად დაშლის ერთი მეთოდის შესახებ // Boris Maspindzelashvili, Valeri Takashvili. ON ONE METHOD OF EXPANSION OF A RATIONAL FUNCTION OF A COMPLEX VARIABLE INTO ELEMENTARY FRACTIONS 339

- **ბორის მასპინძელაშვილი, ვალერი ტაკაშვილი.** პირამიდის ფუძის წიბოსთან ორწახნაგა კუთხეების ბისექტრისების განტოლებების შედგენა და იმის დადგენა, თუ რომელი ბისექტრისა გაკვეთს პირამიდის არეს // Boris Maspindzelashvili, Valeri Takashvili. GENERATION OF THE EQUATIONS FOR THE BISECTOR OF DIHEDRAL ANGLES AT THE BASE OF PYRAMID AND DEFINITION WHICH BISECTOR INTERSECTS THE AREA OF PYRAMID **343**
- **ნუგზარ ამილახვარი, გია სურგულაძე, დიმიტრი კახნიაშვილი** მონაცემთა ბაზების უსაფრთხოების ინოვაციური მიდგომები // Amilakhvari Nugzar, Surguladze Gia, Kakhniashvili Dimitri. MODERN TRENDS IN DATABASE SECURITY **347**
- **გივი ხიდეშელი.** ბენზოლის მოლეკულის თვისებების თვალსაჩინოდ გამომსახველი ელექტრონული აღნაგობის ახალი ფორმულა // Khidesheli Givi. NEW FORMULA OF BENZENE MOLECULE ELECTRONIC STRUCTURE, CLEARLY SHOWING ITS FEATURES **352**
- **გივი ხიდეშელი.** ცვლილებები ატომების ელექტრონულ გარსის აღნაგობაში და მათი ახალი ელექტრონული ფორმულები // Khidesheli Givi. CHANGES IN THE ELECTRON SHELL STRUCTURE OF ATOMS AND THEIR NEW ELECTRONIC FORMULAS **358**
- **ზაურ ჯოჯუა.** მიკროკონტროლერების განვითარების ტენდენციები // Zaur Jojua . TRENDS IN THE DEVELOPMENT OF MICROCONTROLLERS **363**

„მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრა 50 წლისაა – მისი როლი განათლებისა და მეცნიერების განვითარების სფეროში

გოჩა ჩოგოვაძე, გიორგი გოგიჩაიშვილი, გია სურგულაძე

g.chogovadze@gtu.ge, g.gogichaishvili@gtu.ge, g.surguladze@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრის დაარსებიდან 50 წლის მანძილზე (1971-2021) განხორციელებული საგანმანათლებლო, სამეცნიერო, საზოგადოებრივი და ორგანიზაციული ღონისძიებებისა და ძირითადი შედეგების ისტორიული მიმოხილვა. წარმოდგენილია კათედრის პირველი ნაბიჯები და მისი მდგრადი განვითარების დინამიკა სასწავლო პროცესის უწყვეტი სრულყოფის და მეცნიერული შედეგების პრაქტიკაში დანერგვის ფონზე. გაანალიზებულია ინფორმატიკის (და კომპიუტინგის) ინტერდისციპლინური მეცნიერების სფეროში, მართვის ავტომატიზებული სისტემების, როგორც ორგანიზაციული მართვის (მენეჯმენტის) მეცნიერული მიმართულების მისია და ამოცანები. განხილულია პროგრამული ინჟინერიის და მონაცემთა მენეჯმენტის ფუნდამენტური საკითხები მართვის საინფორმაციო სისტემების ობიექტ-ორიენტირებული მოდელირების, დაპროექტების და ჰიბრიდული პროგრამული რეალიზაციის მიმართულებით. ასახულია ის ძირითადი ინოვაციური საგანმანათლებლო-სამეცნიერო მიღწევები, რომლებიც „მართვის ავტომატიზებული სისტემების (პროგრამული ინჟინერიის)“ კათედრაზე მიღებული ნახევარი საუკუნის მანძილზე.

საკვანძო სიტყვები: საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტი. სპი. მართვის ავტომატიზებული სისტემა. ინფორმატიკა. პროგრამული ინჟინერია. განათლება. მეცნიერება. ინფორმაციული საზოგადოება. ინფორმაციული ტექნოლოგია.

1. შესავალი: მოკლე ისტორია

1971 წლის 20 მაისს საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის რექტორმა, პროფესორმა იოსებ ბუაჩიძემ, აკადემიური საბჭოს ერთსულოვანი გადაწყვეტილებით, ხელი მოაწერა ამიერკავკასიაში პირველი „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრის დაარსების ბრძანებას. მსგავსი კათედრები პოსტსაბჭოთა ქვეყნებში ფუნქციონირებდა მხოლოდ მოსკოვში, პეტერბურგსა და კიევში. ასე შეიქმნა „ავტომატიკისა და გამოთვლითი ტექნიკის“ (აგტ) ფაკულტეტზე „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ (*მას*) კათედრა - ახალგაზრდა (30 წლის) მეცნიერის, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის, გოჩა ჩოგოვაძის ინიციატივით. იგი იყო კათედრის დამფუძნებელი და მისი პირველი გამგე (1971-1980). საინიციატივო ჯგუფში იყვნენ პროფ. მურთუზ კაჯაროვი (მოგვიანებით აზერბაიჯანის უნივერსიტეტის პრორექტორი სამეცნიერო დარგში) და გიორგი გოგიჩაიშვილი (ამავე კათედრის მეორე გამგე (1981-2016), პროფ. გ. ჩოგოვაძის მიწვევის შემდეგ პარიზში, UNESCO-ს „განათლებისა და კულტურის“ დეპარტამენტის ხელმძღვანელად, 8 წლით).

„მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრა გ. ჩოგოვაძემ 1972-73 წლებში ძირითადად დააკომპლექტა იმ დროს აგტ ფაკულტეტზე არსებული „გამოთვლითი ტექნიკისა“ და „ავტომატიკა-ტელემექანიკის“ კათედრების წარჩინებული კურსდამთავრებულებისგან. სტუდენტთა 2 ჯგუფი კი - (ქართული და რუსული სექტორები) შეიქმნა მე-3 კურსის სხვა ფაკულტეტის და სპეციალობის „მოხალისეებიდან“. ამავ წელს განხორციელდა *იდმას*-სპეციალობით (ინფორმაციის დამუშავებისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემები) პირველკურსელების მიღებაც. ამოქმედდა ასპირანტურის სექტორიც (ახლანდელი დოქტორანტურა).

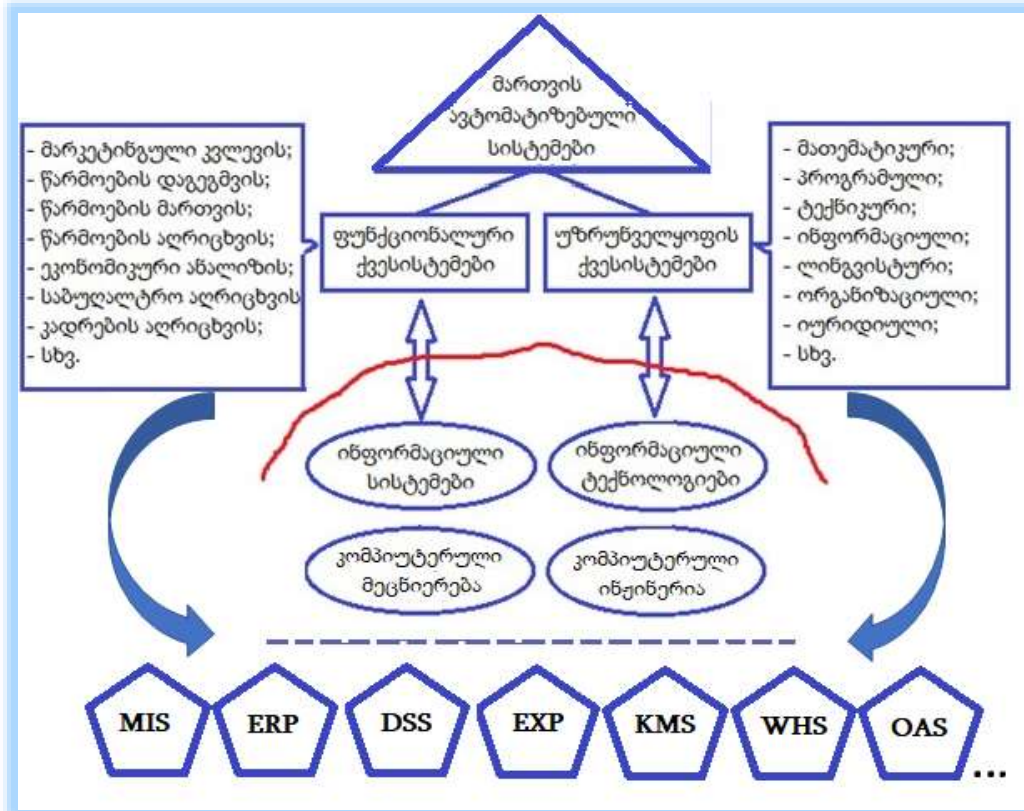
დაიწყო აქტიური ცხოვრება *მას*-კათედრაზე. სპი-ს 15-ვე ფაკულტეტზე იკითხებოდა ლექციები და ლაბორატორიები დარგობრივი მართვის ავტომატიზებული სისტემების პროფილით (ფაკულტეტის

შესაბამისად). ეს საგანი ისწავლებოდა ბათუმის, სოხუმის, ფოთის, ზუგდიდის, ჭიათურის, ტყიბულის, გორის, თელავის და სპი-ის სხვა ფილიალებში (სადამოს დასწრებული და დაუსწრებელი სწავლების ფაკულტეტებზე).

მას-კათედრის სამეცნიერო მიმართულება მრავაფეროვანი იყო, ორგანიზაციული მართვის (მენეჯმენტის) ავტომატიზებული სისტემები, საწარმოო პროცესების და ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზებული სისტემები და ა.შ. „ავტომატიზებული“ - ნიშნავს „ადამიანურ-მანქანურ“ სისტემებს (ანუ მართვის პროცესში, გადაწყვეტილების მიღებისას მონაწილეობენ ადამიანები). კათედრას სამეცნიერო კონტრაქტებით კავშირი ჰქონდა რუსთავის ქიმიური ბოჭკოს და მეტალურგიულ ქარხნებთან, საწარმოო პროცესების ავტომატიზაციის ამოცანების გადასაწყვეტად. 1973 წელს კი სსრკ დამზადების სამინისტროს გადაწყვეტილებით (მოსკოვის დაფინანსებით) **მას**-კათედრაზე შეიქმნა პირველი სამეცნიერო-საპროექტო „დარგობრივი ლაბორატორია“ ამიერკავკასიაში (საქართველოს, აზერბაიჯანისა და სომხეთის) პურ-პროდუქტების დამზადების სამინისტროებისა და შესაბამისი საწარმოების ცენტრალიზებული კომპლექსური ავტომატიზებული სისტემის ასაგებად, რომელიც შემდეგ მიუერთდა საერთო საკავშირო სისტემას.

გ. ჩოგოვამის ორგანიზაციული მართვის პროცესების ავტომატიზაცია და გ. გოგიჩაიშვილის სიტუაციური მართვის პროცესების კვლევა სემანტიკური ქსელებით ხელოვნური ინტელექტის მეთოდების საფუძველზე, გახდა კათედრის პრიორიტეტული სამეცნიერო მიმართულება. ახალგაზრდა მეცნიერ-მკვლევართა რამდენიმე ჯგუფი აქტიურად მუშაობდა მართვის ავტომატიზებული სისტემების ფუნქციონალური და უზრუნველყოფის ქვესისტემების პროექტირებისა და პროგრამირების მიმართულებით: ნ. კვანტალიანი, კ. სილინსკი, დ. თარხან-მოურავი, ზ. გოგიშვილი, მ. ყარაულაშვილი, ნ. როსტომიშვილი, ი. აბასოვი, ვ. ხაჩიძე, გოგი ჯანელიძე და სხვ.).

დღევანდელი გადასახედიდან შეიძლება **მას**-ის როლი ასე გამოვსახოთ (ნახ.1).



ნახ.1. მას-ის ევოლუციური გარდასახვა და მისი როლი სხვადასხვა ტიპის საინფორმაციო სისტემების დეველოპმენტის მიზნით

გ. ჩოგოვადის და გ. გოგიჩაისვილის ხელმძღვანელობით კათედრაზე ახალგაზრდა მეცნიერები და ასპირანტები ასრულებდნენ სადისერტაციო ნაშრომებს, ჩამოყალიბდა სამეცნიერო წრეები, რომლებშიც აქტიურად მონაწილეობდნენ სტუდენტებიც, ემზადებოდნენ სამეცნიერო კონფერენციებისთვის (სურ.1).



სურ.1. 1972 წ. - კათედრაზე სტუდენტთა სამეცნიერო თემების განხილვა

გ. ჩოგოვადის ხელმძღვანელობით კათედრის ასპირანტი გია სურგულაძე მივიღებულ იქნა 1974-1975 წლებში სამეცნიერო სტაჟირებაზე მაგდებურგის ტექნიკურ უნივერსიტეტში (გერმანია). ამ დროს ამერიკისა და ევროპის უნივერსიტეტებსა და ორგანიზაციებში აქტუალური იყო იერარქიული (IMS/2) და ქსელური (ADABAS) მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემები. პოსტსაბჭოურ ქვეყნებსა და საქართველოშიც ჯერ კიდევ ხმარებაში იყო, ძირითადად, ფაილური სისტემები და მონაცემთა მასივები. მოსკოვის ზოგიერთი პრიორიტეტული უნივერსიტეტი იყენებდა იერარქიულ OKA-სისტემას (IMS/2-ის რუსული პროტოტიპი).

გ. სურგულაძე ლაიფციგის დიდი ბიბლიოთეკის ("Große Bücherei") წიგნსაცავში ეცნობა ედგარ კოდის მონაცემთა რელაციური მოდელის კონცეფციას და მისი სავარაუდო გამოყენების პრინციპებს მონაცემთა ახალი ტიპის ბაზების ასაგებად. მისი ინიციატივით მონაცემთა რელაციური ბაზების თეორია და პრაქტიკა ხდება მას-კათედრის ახალი პრიორიტეტული სამეცნიერო მიმართულება. იცვება დისერტაციები მონაცემთა რელაციური ბაზების სფეროში (გ. სურგულაძე - პეტერბურგი, გ. დარიბაშვილი - მოსკოვი, ვ. ქაჩიბაია - დრეზდენი, ზ. ჩხაიძე - თბილისი და სხვ.).

აგტ-ფაკულტეტზე ფუნქციონირებდა სადისერტაციო საბჭო „ტექნიკურ კიბერნეტიკაში“. პროფ. გ. ჩოგოვადის ინიციატივით, მისი მეცნიერული და ორგანიზაციული მოღვაწეობის ავტორიტეტის გათვალისწინებით, საკავშირო უმაღლესმა ატესტაციურმა კომისიამ დაამტკიცა ახალი სადისერტაციო საბჭო „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“ (პროფ. გ. ჩოგოვადის თავმჯდომარეობით). ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხი დაიცვეს ვ. დიდმანიძემ, თ. შეროზიამ, ი. ნოვოიავჩევმა, ზ. მეფარიშვილმა, ვ. ცხვედაძემ, გ. ნარეშელაშვილმა, ნ. სიღამონ-ერისთავმა, თ. სუხიაშვილმა, ს. ისაკაძემ, ზ. შურღაიამ და სხვ.

მას კათედრის პრიორიტეტული „სავიზიტო ბარათი“ მისი საერთაშორისო სამეცნიერო კონტაქტები და კონფერენციებია. დაარსებიდან ყოველ მე-5 წელს (მაგალითად, 1976-დან) ტარდება საერთაშორისო (აღრე საკავშირო) მასშტაბის კონფერენციები „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“ (თბილისში, ბათუმში, თელავსა და ბაკურიანში). ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი მოვლენა იყო 1977 წელს სოხუმში 1-ელი

საკავშირო (უმალლესი) დონის (7-დღიანი) სკოლა-სემინარის ორგანიზება (მასპინძელი ქვეყნის სტატუსით) „ინტელექტუალური მონაცემთა ბაზების სისტემების“ თემატიკით [1]. მასში პოსტსაბჭოური 15-ვე რესპუბლიკის მეცნიერები მონაწილეობდნენ, რომლის დასკვნით შეხვედრაზე ერთხმად იქნა აღიარებული სპი-ს მას-კათედრის წარმატებული მეცნიერული შედეგებისა და წვლილის შესახებ მონაცემთა რელაციური ბაზების თეორიისა და პრაქტიკის განვითარების საკითხებში.

როგორც ცხოვრებამ აჩვენა, უკვე 30 წელზე მეტია, რაც მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემების ბაზარზე ლიდერი ჯერ კიდევ მონაცემთა რელაციური ბაზების ოჯახია (Oracle, SQL Server, MySQL და სხვ.). თუმცა, ახალი ტექნიკისა და ტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ, ბოლო 10 წლის მანძილზე, წარმოადგინა ახალი ალტერნატიული სისტემა – NoSQL ბაზები [2]. დიდი წამყვანი ფირმები და კორპორაციები რელაციური და არარელაციური ბაზების გამოყენების ჰიბრიდულ კონცეფციას ანიჭებენ უპირატესობას, ანუ გადასაწყვეტი ამოცანების კლასის და ბაზების მოცულობების გათვალისწინებით, განისაზღვრება მათი ეფექტური გამოყენების კრიტერიუმები [3].

80-იანი წლების პირველი ნახევარი მას-კათედრის პროფესორის, დარგობრივი სამეცნიერო ლაბორატორიის და სტუდენტ-მეცნიერთა მაღალი აქტივობით გამოირჩევა. შედეგები ინერგება დარგობრივი მართვის ავტომატიზებული სისტემების სახით (თბილისში, ბაქოსა და ერევანში). გ. გოგიჩაიშვილი იცავს მეცნიერებათა დოქტორის ხარისხს მოსკოვის საინჟინრო-ფიზიკური ინსტიტუტის „კიბერნეტიკის“ ფაკულტეტის საბჭოზე; სტუდენტთა საკავშირო სამეცნიერო კონკურსზე პირველი ოქროს მედალი და ლაურეატები ხდებიან სტუდენტები ვ. რეტერი და გ. ჩიხლაძე (1985, ხელმძღვანელი გ. სურგულაძე), შემდეგ კი სტუდენტი ნ. ნარეზიანი (1987, ხელმძღვანელი ვ. ცხვედაძე). კათედრაზე შესრულებული სამეცნიერო შედეგები „მონაცემთა რელაციური ბაზების სტრუქტურების ოპტიმიზაციის ამოცანების გადასაწყვეტად“, სავალდებულო ექსპერტიზის გავლის შემდეგ, მიღებულ იქნა სსრკ „აღგორითმებისა და პროგრამების სახელმწიფო ფონდში“ (საავტორო უფლების რეგისტრაციით) [4-6].

1988 წ. მას-კათედრის პირველი გამგე, გოჩა ჩოგოვაძე ბრუნდება UNESCO-დან და ხდება სპი-ს პირველი კონკურსით არჩეული რექტორი.

80-იანი წლების მეორე და 90-ანის პირველი ნახევარი ხასიათდება პოლიტიკური კატაკლიზმებით, რაც მძიმედ აისახება სოციალურ-ეკონომიკური და სამეცნიერო-ტექნიკური გარემოს განვითარებაზე. 9 აპრილის მოვლენებმა გაწყვიტა მეგობრული და სამეცნიერო ურთიერთობის ძაფი მოსკოვთან. დაიშალა საბჭოთა კავშირი, დაიწყო ბერლინის კედელი... დადგა დრო ცხოვრების ესტაფეტის ახალი ეტაპის გადაწყვეტილებების მისაღებად.

- რექტორის, გ. ჩოგოვაძის ინიციატივით 1990 წლის იანვრიდან პოლიტექნიკურმა ინსტიტუტმა მიიღო საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის (სტუ) სტატუსი;

- დოცენტი გ. სურგულაძე 1991 წლის შემოდგომაზე 3-თვიანი ვიზიტით (პირველად კათედრის ისტორიაში) მიემგზავრება მივლინებით დასავლეთ გერმანიის ნიურნბერგ-ერლანგენის და ბერლინის



ნახ.2. ERP ზოგადი მოდელი

ჰუმბოლდტის უნივერსიტეტებში, მეცნიერებათა დოქტორის დისერტაციის თეორიული ნაწილის გასაღრმავებლად და ექსპერიმენტული კვლევების შესასრულებლად თემაზე „ავტომატიზებული სამუშაო ადგილების ქსელის დაპროექტება და პროგრამული რეალიზაცია საწარმოო გაერთიანებისათვის“ [7]. ეს იყო ERP სისტემების კონცეფციის რეალიზაციის პიონერული ნაშრომი და ახალი სამეცნიერო მიმართულება კათედრაზე. 2003-2015 წლებში გამოდის რამდენიმე მონოგრაფია ბიზნეს-პროცესების მოდელირების და პროგრამირების თემაზე მონაცემთა საცავებით [8-11] (ნახ.2. მონოგრაფიის ლოგო).

კორპორაციული მენეჯმენტის ბიზნეს-პროცესების სამეცნიერო მიმართულებით შემდგომში *მას*-კათედრაზე დაცულ იქნა 20-ზე მეტი მეცნიერებათა კანდიდატის და აკადემიური დოქტორის ხარისხის მისანიჭებელი დისერტაცია. შეიქმნა ახალი მიმართულება - ბიზნეს-პროცესების (Workflow Management Systems) ობიექტ-ორიენტირებული პროგრამირება და პეტრის ქსელებით მათი იმიტაციური მოდელირების კვლევა [12].

ამავე პერიოდში, 2003-2015 წლებში აკადემიკოს გ. ჩოგოვამე გამოსცემს ინგლისურ, რუსულ და ქართულ ენებზე სამეცნიერო-პოპულარულ მონოგრაფიებს; „ინფორმაცია: ინფორმაცია, საზოგადოება, ადამიანი“, „გლობალანსი“, „ბიოსფერია“, „ფიქრები მომავალზე“ [13-16].

უნდა აღინიშნოს ამ დროს 21-ე საუკუნის დასაწყისის ერთ-ერთი დამახასიათებელი ფაქტორი, კერძოდ *მას*-კათედრაზე „გენდერული“ სინდრომის გააქტიურება მეცნიერული კვლევის მიმართულებით. ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატის ხარისხს „ინფორმატიკის და მართვის სისტემების“ სადისერტაციო საბჭოზე პირველად (კათედრის ისტორიაში) იცავენ ჩვენი ბაკალავრიატ-მაგისტრატურის კურსდამთავრებული ქალბატონები: ე. თურქია, ლ. პეტრიაშვილი, ნ. თოფურია, თ. ლომინაძე, მ. კაშიბაძე, მ. ოხანაშვილი, ი. ვაჭარაძე, გულნარა ჯანელიძე და სხვ.;

– *მას*-კათედრის დოცენტი გ. ჩაჩანიძე 1991 წლიდან აფუძნებს მეცნიერებისა და საზოგადოების განვითარების ფონდს „ინტელექტი“, ავითარებს პედაგოგიკაში ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების მიმართულებას, ატარებს სამეცნიერო კონფერენციებს თბილისსა და რეგიონებში. გამოსცემს წიგნებს „ალგებრა და საქართველოს მატიაზე“ (1991). „ანბანთქება“ (1992). „პირამიდიდან სვეტიცხოვლამდე : გომეტრიის ამოცანათა კრებული“ (1997) და სხვ. ამავე წელს დააფუძნა საერთაშორისო სამეცნიერო ჟურნალი „ინტელექტი“, რომლის მთავარი რედაქტორიცაა. პროფესორ გ. ჩაჩანიძის ხელმძღვანელობით დაცულია 70-ზე მეტი მეცნიერებათა და აკადემიური ხარისხის მისანიჭებელი დისერტაცია განათლების მენეჯმენტისა და ინფორმატიკის დიდაქტიკის საკითხებზე თბილისში, ქუთაისსა და თელავში;

– *მას*-კათედრის დოცენტის ა. ცინცაძის აქტიური ძალისხმევით 1992 წელს სტუ-ში დაარსდა ჰუმანიტარულ-ტექნიკური ფაკულტეტი (შემდგომ ბიზნეს-ინჟინერინგის ფაკულტეტად გადაკეთებული და ბოლოს სამ ფაკულტეტად დაშლილი). დეკანი ა. ცინცაძე ამ პერიოდში იცავს სადოქტორო დისერტაციას და როგორც პროფესორი წარმატებით უძღვება ჰუმანიტარულ-ტექნიკური ფაკულტეტის მენეჯმენტის საქმიანობას. ამჟამად იგი ჩვენი კათედრის პროფესორია და ხელმძღვანელობს სამეცნიერო მიმართულებას „ინფორმაციული ტექნოლოგიები ცივილიზაციურ მოდელებში“, რომელშიც მას საინტერესო და მნიშვნელოვანი შედეგები აქვს მიღებული;

– *მას*-კათედრის პროფესორის, ბ. მეფარიშვილის და მისი მეუღლის, ასოც. პროფესორის გ. ჯანელიძის ენერგიული ძალისხმევით და ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების შემოტანით სასწავლო პროცესში, მნიშვნელოვანად განახლდა სამივე საფეხურის პროგრამები. ესაა ძირითადად, დიდ მონაცემთა შენახვისა და დამუშავების ტექნოლოგიები, Hadoop-ეკოსისტემები, ბიზნესანალიტიკა, გენეტიკური ალგორითმები და პროგრამები და სხვ.;

– *მას*-კათედრის პროფესორის, ო. შონიას მიერ ჩამოყალიბდა მეცნიერ-პედაგოგთა ჯგუფი (ი. ქართველიშვილი, კ. ოდიშარია, ნ. თოფურია, ნ. ამილახვარი, ლ. შონია და სხვ.). შეიქმნა და ვითარდება „მონაცემთა დაცვისა და კიბერუსაფრთხოების“ მიმართულება. ფუნქციონირებს სამაგისტრო პროგრამის სპეცკურსი (კონცენტრაცია) და გამოცემულია ქართულენოვანი სახელმძღვანელოები. დაცულია 10-ზე მეტი დისერტაცია ინფორმაციული უსაფრთხოების მიმართულებით;

– *მას*-კათედრის პროფესორის, გ. ღვინევაძის და მისი ახალგაზრდა კოლეგების, ასოც. პროფესორების ნ. ჩორხაულისა და ა. კვენაძის ტრიომ Web-ტექნოლოგიების სფეროში შეძლო არა მხოლოდ თანამედროვე დონის კურსების მომზადება, არამედ ქართულენოვანი სპეც-ლიტერატურის ბაზის შექმნა ვებ-დეველოპმენტის მიმართულებით, ელექტრონული სახელმძღვანელოების სახით;

1994 წელს აკადემიკოსი გ. ჩოგოვაძე ხდება საფრანგეთისა და ესპანეთის ელჩი და გადადის პარიზში, 2001 წ. პარალელურად იგი იუნესკოს აღმასრულებელი საბჭოს ვიცე-პრეზიდენტი. მისი ინიციატივით 2003 წელს სტუ-ში იხსნება UNESCO-ს კათედრა „ინფორმაციული საზოგადოება“. მყარდება საგანმანათლებლო-სამეცნიერო თანამშრომლობის კონტაქტები. აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ კათედრის კურსდამთავრებულები, მეცნიერული ხარისხის მოპოვების შემდეგ გერმანიის უნივერსიტეტებში, ინიშნებიან სხვადასხვა დროს საქართველოს სრულუფლებიან ელჩებად ან წარმომადგენლებად: კანადაში – ვ. ქაჩიბაია, გერმანიასა და შემდეგ ავსტრიაში – კ. ზალდასტანიშვილი, აზერბაიჯანში – ზ. გუმბერიძე, მოლდოვაში – მ. ვაშაკიძე. გ. ჯოხთაბერიძე – „მაგთიკომ“-ს დამფუძნებელი და პრეზიდენტი, თ. ლომინაძე – სტუ-ს ინფორმატიკის ფაკულტეტის დეკანი, ბ. ჩიხრაძე კალიფორნიაში Apple კორპორაციის წამყვანი პროგრამისტი და ა.შ.

2001 წლიდან პროფ. გ. სურგულაძის ინიციატივით და ბერლინის ჰუმბოლდტისა და ნიურნბერგ-ერლანგენის უნივერსიტეტების მხარდაჭერით *მას*-კათედრაზე გაიხსნა გერმანულენოვან სტუდენტთა ჯგუფი „Wirtschafts-Informatik“ სპეციალობით (ფუნქციონირებდა 2010 წლამდე). აბიტურიენტები შემოდოდიდნენ თბილისის გერმანული გიმნაზიებიდან და სკოლებიდან, გამოირჩეოდნენ სწავლის მაღალი მოტივაციით და აქტიურობით. სასწავლო პროცესში დაინერგა ძირითადი საგნების გამოცდების ჩაბარება ღია პრეზენტაციებით. რამდენიმე მათგანმა მოიპოვა სემესტრული გრანტი ავსტრიასა და გერმანიაში.

XXI საუკუნის პირველი ათწლეული *მას*-კათედრისთვის მეტად დატვირთული და ნაყოფიერი იყო საერთაშორისო სამეცნიერო გრანტების მოპოვებით და პროექტების შესრულებით. კერძოდ, 2001 წ. პროფ. სურგულაძემ გაიმარჯვა გერმანიის DAAD (Deutscher Akademischer Austauschdienst)-ის კონკურსში „ALUMNI-PROGRAMME des DAAD und der Hochschulen. სამეცნიერო თემა: „Objekt-orientierte Programmierung mit der Unified Modeling Language und Internetsprogrammierung mit Java (Linux Platform)“.

2002-2003 წლები: *მსოფლიო ბანკის* პროექტი: „საქართველოს ჯანმრთელობის სისტემის რეფორმა“: - საქართველოს საავადმყოფოთა რესტრუქტურირება: - ჯანდაცვის ობიექტების პრივატიზების პროცესის მონიტორინგისა და ანალიზის კომპიუტერული სისტემა; - რესტრუქტურირებულ საავადმყოფოთა ჭარბი ქონების განსაზღვრისა და ძირითად პარამეტრებზე მისი გავლენის ანალიზის კონცეპტუალური მოდელების დამუშავება;

2003-2005: *მსოფლიო ბანკის* პროექტი - „საქართველოს სასამართლო სისტემის რეფორმა“: - სასამართლო საქმეთა წარმოების სისტემური ანალიზი და ქსელური კომპიუტერული სისტემის ტექნიკური დავალების ფორმირება; - სასამართლო საქმეთა წარმოების ქსელური კომპიუტერული სისტემის დაპროექტება, რეალიზაცია, დანერგვა.

2007-2008: სისხლის სამართლის საქმეთა წარმოების ელექტრონული სისტემის სადიაგნოსტიკო პროექტი: „საპროკურორო ზედამხედველობა საგამომიებო საქმიანობაზე“ (საქართველოს შინაგან საქმეთა სამინისტრო და საქართველოს გენერალური პროკურატურა);

2009-2010: *USAID-ის* პროექტები: - სოციალური სფეროს მართვის საინფორმაციო სისტემის ბიზნეს მოთხოვნების პროექტი; - ლტოლვილთა და განსახლების სამინისტროს IT-სტრატეგიის ჩამოყალიბების პროექტი და ა.შ.

3. დასკვნა

სტუ-ს „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრამ (დეპარტამენტმა) 50 წლის მანძილზე (1971-2021) გამოუშვა 4000-ზე მეტი კვალიფიციური ინჟინერი ინფორმაციის დამუშავებისა და მართვის ავტომატიზებული სისტემების სპეციალობით. ზოგიერთი სტატისტიკურ-ისტორიული ფრაგმენტი კათედრის დაარსებიდან დღემდე ასე გამოიყურება:

- 1974 წელს შედგა კათედრის კურსდამთავრებულთა პირველი გამოშვება;

- 2001 წელს დაფუძნდა „გერმანია-საქართველოს ერთობლივი სასწავლო-სამეცნიერო ცენტრი „GeoGer“, ბერლინის ჰუმბოლდტისა და ნიურნბერგ-ერლანგენის უნივერსიტეტების მხარდაჭერით, 2010 წლამდე ხდებოდა გერმანულენოვანი ჯგუფების სპეციალისტების გამოშვება;
- 2020 წელს კათედრაზე ფუნქციონირება დაიწყო ახალმა ინგლისურენოვანმა საბაკალავრო ჯგუფმა „კომპიუტერული მეცნიერების“ საგანმანათლებლო პროგრამით (ხელმძღვანელი პროფ. ქ. ყაჭიაშვილი);
- დაცულია მეცნიერებათა დოქტორის (7), მეცნიერებათა კანდიდატის (30) და აკადემიური დოქტორის (50) ხარისხის მისანიჭებელი დისერტაცია;
- გამოცემულია 200-ზე მეტი სასწავლო და სამეცნიერო წიგნი სტუდენტებისათვის;
- 2006 წელს დაფუძნდა საერთაშორისო სამეცნიერო შრომების კრებული „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“, რომელიც დღემდე გამოიცემა პერიოდულად. 2015 წელს მიენიჭა Online სტატუსი, ხოლო 2020 წლიდან ციფრული იდენტიფიკატორი - DOI.org/10.36073/1512-3979 ;
- 2010 წელს შეიქმნა „IT-კონსალტინგის სამეცნიერო ცენტრი“, რომელიც ეხმარება დოქტორანტებს და ახალგაზრდა სპეციალისტებს ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების ათვისებასა და სამეცნიერო პუბლიკაციების მომზადებაში. სტუ-ს აკადემიური და წარმომადგენლობითი საბჭოს დადგენილებით გამოსცემს სამეცნიერო და საკონსულტაციო-მეთოდურ ლიტერატურას;
- ჩატარებულია 20-ზე მეტი საერთაშორისო, საკავშირო და რესპუბლიკური სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენცია და „სკოლა-სემინარი“. განსაკუთრებით საყურადღებოა 2018 და 2021 წლებში იუნესკოს ეგიდით ორი საერთაშორისო სამეცნიერო-ტექნიკური კონფერენციის „ინფორმაციული საზოგადოება და განათლების ინტენსიფიკაციის ტექნოლოგიები“ ჩატარება (ვებ-გვერდი: <http://www.conf-unesco.gtu.ge/>);
- კათედრაზე სხვადასხვა დროს სამეცნიერო სტაჟირება და მაგისტრატურა გაიარა გერმანიის, თურქეთის, ნეპალის, შრი-ლანკას და სხვა ქვეყნების მოქალაქეებმა;
- ჩვენი კურსდამთავრებულები და ყოფილი კოლეგები ამჟამად მოღვაწეობენ ამერიკაში, კანადაში, საფრანგეთში, გერმანიაში, რუსეთში, ავსტრალიასა და სხვა ქვეყნებში;
- 2011-2021 წლებში ჩვენი კათედრის დოქტორანტებმა გაიმარჯვეს რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის საგრანტო კონკურსებში ახალგაზრდა მეცნიერთა და დოქტორანტებს შორის (ე. თურქია, მ. გიუტაშვილი, ზ. არხოშაშვილი, გიორგი სურგულაძე, ა. გავარდაშვილი, გ. კვიციანი და სხვ.); ერაზმუს პროექტით ევროპაში გაიარეს სტაჟირება სტუდენტებმა (ლ. შონია, გ. ჩილინდრიშვილი და სხვ.); საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის დოქტორანტი მარიამ ინაიშვილი კამპანია - „ასოცირების 6 წელი საქართველოსთვის“ მიერ გამოცხადებული ესეებისა და კვლევის საპროექტო წინადადებების კონკურსის გამარჯვებული გახდა. სტუ-ის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის ინფორმატიკის სადოქტორო პროგრამის მე-2 კურსის სტუდენტის საკონკურსო თემამ - „COVID-19-ის შესაძლო გავლენა ევროკავშირსა და საქართველოს ურთიერთობებსა და ასოცირების შესახებ შეთანხმების შესრულებაზე“, კონკურსზე პირველი ადგილი დაიკავა. მარიამ ინაიშვილს (ხელმძღვანელი პროფ. ლ. პეტრიაშვილი), სერტიფიკატთან ერთად, ფულადი ჯილდო, 500 ევრო გადაეცა.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Chogovadze G., Surguladze G., Chachanidze G. (1977). Designing of Relational Databases and Issues of Communication in Them. Abstracts of the 1-st All-Union School-Seminar "Intellectual Information Banks". - M. MEPhI-GPI. Sukhumi, 23.09-2.10.1977, pp.55-58 (in Russian)
2. Surguladze G., Kiviladze G. (2017). Introduction to NoSQL Databases. ISBN 978-9941-0-9642-6. GTU, Tbilisi, 2017. -152 p., (in Georgian)
3. Petriashvili L., Surguladze G. (2017). Data Management Modern Technologies (Oracle, MySQL, MongoDB, Hadoop). ISBN 978-9941- 27-176-2. GTU, Tbilisi, 2017. -202 p., (in Georgian)

4. Chogovadze G., Surguladze G. (1980). Algorithm and Software for the Design and Modification of Logical Structures of Databases. Information bulletin "Algorithms and Programs", No. 1 (33), n-124. State Fund of Algorithms-Programs of the USSR. -M. in Russian)
5. Chogovadze G., Surguladze G. (1980). Algorithm and Software for Developing the Optimal Organization of n-ary Database Relations. Information bulletin "Algorithms and Programs", No. 1 (33), n-125. State Fund of Algorithms-Programs of the USSR. -M. in Russian)
6. Surguladze G., Retter V., Shonia O. (1983). The program for further decomposition of the structure of functional dependencies. Information bulletin "Algorithms and Programs", N5(56), Per.N II006378. State Fund of Algorithms-Programs of the USSR. -M. in Russian)
7. Surguladze G. (1993). Construction a network of automated workstations and implementation of software for an industrial association. (1993). Diss. of Tech. Science. GTU, Tb., (in Georgian)
8. Surguladze G., Turkia E. (2003). Design of Automated Business-Processes Management Systems. Monograph. GTU, Tbilisi 230 p. (in Georgian)
9. Surguladze G., Petriashvili L. (2005). Technology of Construction a Data Warehouse for Internet Business Systems. Monograph. GTU, "Techn.Univ", Tb., -200 p., (in Georgian)
10. Surguladze G., Okhanashvili M., Surguladze G. (2009). Unified and Simulation Modeling of Marketing Business Processes. Monograph. GTU, "Tech. Un.", Tb., -170 p., (in Georgian)
11. Surguladze G., Kristesiashvili Kh., Surguladze G. (2015). Modeling and Research of Enterprise Resource Management Business Processes). Monograph. GTU, "Tech. Un.", Tb., 216 p., (in Georgian)
12. Surguladze G., Gulua D. (2005). Object-oriented modeling of distributed systems with unified Petri network. Monograph. GTU, "Tech. Un.", Tb., -210 p., (in Georgian)
13. Chogovadze G. (2003). InforNation: Information, Society, People. Tbilisi, "Neostudio"
14. Chogovadze G. (2006). Global balance. Moscow. "Z. Tsereteli Creative Workshops "
15. Chogovadze G. (2009). Biosphere. Moscow. "Z. Tsereteli Creative Workshops "
16. Chogovadze G. (2015). Thoughts for the future. Tbilisi. -198 p.

CHAIR OF „AUTOMATED CONTROL SYSTEMS“ CELEBRATES 50TH ANNIVERSARY – ITS ROLE IN THE DEVELOPMENT OF EDUCATION AND SCIENCE

Chogovadze Gocha, Gogichaishvili George, Surguladze Gia

g.chogovadze@gtu.ge, g.gogichaishvili@gtu.ge, g.surguladze@gtu.ge

Georgian Technical University

Summary

The article presents historical review of educational, scientific, social and organizational events and main results implemented during the 50 years (1971-2021) since the establishment of the Chair "Automated Management Systems" at the Georgian Technical University. The first steps of the department and the dynamics of its sustainable development are presented against the background of continuous improvement of the educational process and implementing of scientific results in practice (Manufacturing). The article provides analysis related to essence of informatics (and computing) as an interdisciplinary science, the mission and tasks of automated control systems as an organizational management (management). The article discusses fundamental issues of software engineering and data management in the field of object-oriented modeling, design and implementation of hybrid software of management information systems. Last but not least, the article reflects the major innovative educational-scientific achievements that have been made at the Chair of Automated Control Systems (Software Engineering) for half a century.

SOFTWARE FAULT TOLERANCE VIA ENVIRONMENTAL DIVERSITY

Prof. Kishor S. Trivedi

ktrivedi@duke.edu

Duke University, Durham, North Carolina, USA

Abstract

Complex systems in different domains contain significant amount of software. Several studies have established that a large fraction of system outages are due to software faults.

Traditional methods of fault avoidance, fault removal based on extensive testing/debugging, and fault tolerance based on design/data diversity are found inadequate to ensure high software dependability.

The key challenge then is how to provide highly dependable software.

We discuss a viewpoint of fault tolerance of software-based systems to ensure high dependability. We classify software faults into *Bohrbugs* and *Mandelbugs*, and identify aging-related bugs as a subtype of the latter.

Traditional methods have been designed to deal with Bohrbugs. The key challenge then is to develop mitigation methods for Mandelbugs in general and *aging-related bugs* in particular.

We submit that mitigation methods for Mandelbugs utilize *environmental diversity*.

Retry operation, restart application, failover to an identical replica (hot, warm or cold) and reboot the OS are examples of mitigation techniques that rely on environmental diversity.

For *software aging* related bugs, it is also possible to utilize a proactive environmental diversity technique known as *software rejuvenation*.

We discuss environmental diversity both from experimental and analytic points of view and cite examples of real systems employing these techniques.

Appendix_1: Author's short biography

Appendix_2: Several slides of the thesis

Appendix_1

Short Biography

Kishor S. Trivedi holds the Hudson Chair in the Department of Electrical and Computer Engineering at Duke University, Durham, NC. He has a B.Tech (EE, 1968) from IIT Mumbai, M.S. (CS, 1972) and PhD (CS, 1974) from the University of Illinois, Urbana-Champaign. He has been on the Duke faculty since 1975. He is the author of a well-known text entitled, *Probability and Statistics with Reliability, Queuing and Computer Science Applications*, first published by Prentice-Hall; a thoroughly revised second edition (including its Indian edition) of this book has been published by John Wiley. He has authored several other books. He is a Life Fellow of the Institute of Electrical and Electronics Engineers. He is a Golden

Core Member of IEEE Computer Society. He has published over 600 articles and has supervised 48 Ph.D. dissertations. His h-index is 107. He is a recipient of IEEE Computer Society Technical Achievement Award for his research on Software Aging and Rejuvenation. He is a recipient of IEEE Reliability Society's Lifetime Achievement Award. He has worked closely with industry in carrying out reliability/availability analysis, providing short courses on reliability, availability, performability modeling and in the development and dissemination of software packages such as SHARPE and SPNP.

Appendix_2

Several slides of the thesis

Books Update

- > Probability and Statistics with Reliability, Queuing, and Computer Science Applications, 1982; Second edition, John Wiley, 2001 (Blue book) - Chinese translation, 2015; fully revised paperback, 2016
- > Performance and Reliability Analysis of Computer Systems: An Example-Based Approach Using the SHARPE Software Package, Kluwer, 1996 (Red book)

Queuing Networks and Markov Chains, 1998
John Wiley, second edition, 2006 (White book)

Reliability and Availability Engineering,
Cambridge University Press, 2017 (green book)

Slide_1

Software Fault Tolerance: New Thinking

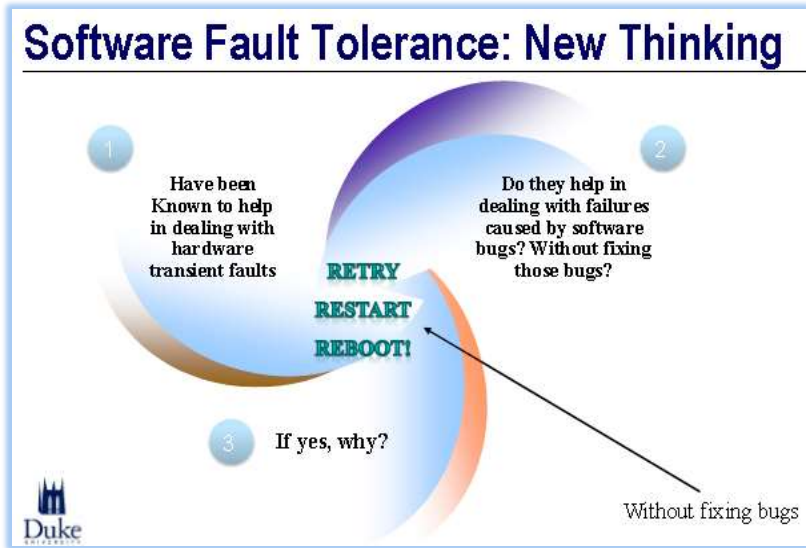
Does it help? → If yes, why?

Thirty years ago this would be considered crazy!

Failover to an identical software replica (that is not a diverse version)
Both have the same bugs

Duke

Slide_2



Slide_3

Bugs are not all equal !

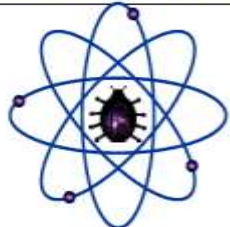
- > **Fault triggers** make the difference
- > Some bugs are "trivial", and failures caused by them can be easily reproduced. So it is relatively easy to remove these bugs
- > Others are "subtle", and reproducing the failures caused by these bugs is challenging
 - Concurrency bugs
 - *Race conditions*
 - *Memory leaks*
 - *Hardware-related bugs affecting software*
 - ...
 - These bugs have a significant impact in terms of the number of software failures and the resultant losses

Duke

Slide_4

A New Classification of Software Faults

Bohrbug: = A fault that is easily isolated and that manifests *consistently* under a well-defined set of conditions, because its activation and error propagation **lack complexity**.



Example: A bug causing a failure whenever the user enters a negative date of birth


- Since they are easily found, Bohrbugs may hopefully be detected and fixed during the software testing phase.
- Term alludes to physicist Neils Bohr and his rather simple atom model.

Slide_5

Software Fault
Classification

A New Classification of Software Faults

Mandelbug:= A fault whose activation and/or error propagation are complex. Mandelbug is difficult to isolate, and/or the failure caused by it is not systematically reproducible.



Example: A bug whose activation is scheduling-dependent:

- Residual faults in a well-tested software system are mainly Mandelbugs.
- Term alludes to the mathematician Benoit Mandelbrot and his research in fractal geometry.
- Also called **concurrency bugs**, **non-deterministic bugs**, **soft bugs** or **environment-dependent bugs**;
- Failures caused by these bugs also called **transient failures**

Slide_6


Mandelbug Complexity Factors

- Besides workload and internal state of the software system, its system-context (or operating) environment participates in determining whether a failure due to such a bug will occur
- So a fault is a Mandelbug if its manifestation as a failure is subject to the following complexity factors
 - **Long time lag** between fault activation and failure appearance
 - **Operating environment dependence** (OS resources, other applications running concurrently, hardware, network...)
 - **Timing** among submitted operations
 - **Sequencing or ordering** of operations
- A failure due to a Mandelbug thus may not reoccur upon the resubmission of the same workload if the operating *environment* has changed enough

Slide_7

Aging-related Bug – Definition

Aging-related bug := A fault that leads to the **accumulation of errors** either inside the running application or in its system-context environment, resulting in an increased failure rate and/or degraded performance.



Example:

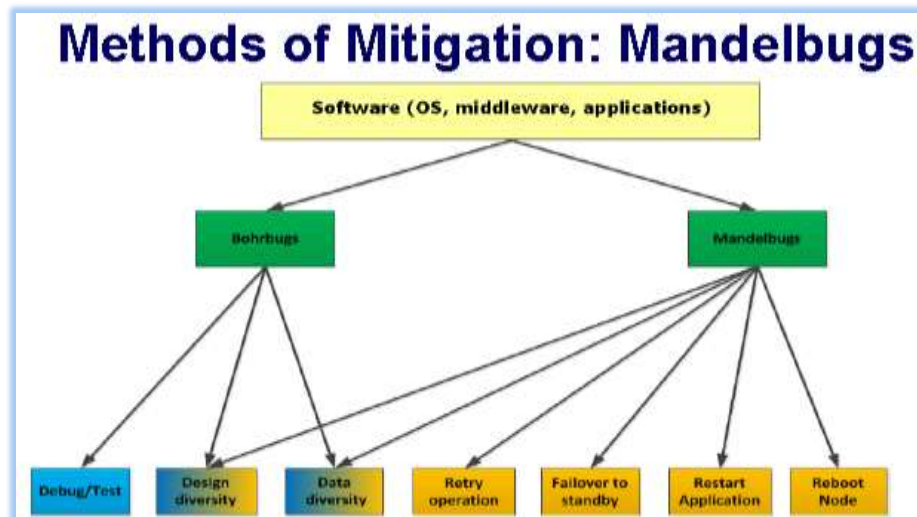
- A bug causing memory leaks in the application
- Note that the aging phenomenon requires a delay between (first) fault activation and failure occurrence.
- Note also that the software *appears to age* due to such a bug; there is no physical deterioration

Slide_8

Dealing with Mandelbugs

- Depending on the bug type, appropriate strategies are needed
- **Traditional testing** tends to be ineffective for Mandelbugs; more suitable verification strategies are
 - Model checking
 - Combinatorial testing
 - Ratliff, Kuhn, Kacker, Lei & Trivedi, "The Relationship between Software Bug Type and Number of Factors Involved in Failures," *IEEE International Symposium on Software Reliability Engineering Workshops (ISSREW), 2016*
- Failures due to Mandelbugs can be **tolerated** by
 - Retrying failed operation, Restarting a process or Rebooting the VM
 - Failover to an identical replica
- Failures due to Aging-related bugs can be prevented by
 - Software Rejuvenation
 - **Handbook on Software Aging and rejuvenation**, Dohi, Trivedi & Avritzer (eds.), World scientific, 2020

Slide_9



Slide_10

Software Fault Tolerance: New Thinking

- **Environmental Diversity** as opposed to **Design Diversity**
- Our claim is that this (**retry, restart, reboot, failover to identical software copy**) may well work since failures due to **Mandelbugs** are not negligible. We thus have an affordable software fault tolerance technique that we call **Environmental Diversity**

Slide_11

პროგრამული უზრუნველყოფის მდგრადობა გარემოს მრავალფეროვანი მტყუნებებისადმი

კიშორ ტრივედი (დიუკის უნივერსიტეტი, აშშ)

რეზიუმე

სხვადასხვა სფეროში (დომენში) არსებული რთული სისტემები შეიცავს მნიშვნელოვანი რაოდენობის პროგრამულ უზრუნველყოფას. რამდენიმე კვლევამ გვიჩვენა, რომ სისტემის მტყუნების (გათიშვის) დიდი ნაწილი გამოწვეულია პროგრამული უზრუნველყოფის შეცდომებით. შეცდომებისა და მტყუნებათა თავიდან აცილების ტრადიციული მეთოდები, რომლებიც ბაზირებულია ფართო ტესტირება/გამართვის საფუძველზე და მტყუნებებისადმი მდგრადი მეთოდები, დაფუძნებული დიზაინის/ მონაცემთა მრავალფეროვნებაზე, არაადეკვატურია (არასაკმარისია) პროგრამული უზრუნველყოფის მაღალი საიმედოობის უზრუნველსაყოფად. ამგვარად, მთავარი გამოწვევაა, თუ როგორ უნდა შევქმნათ მაღალსაიმედო პროგრამული უზრუნველყოფა. მაღალი საიმედოობის უზრუნველსაყოფად ჩვენ განვიხილავთ პროგრამული სისტემების მდგრადობის თვალსაზრისის მტყუნებებისადმი. პროგრამული უზრუნველყოფის მტყუნებათა კლასიფიკაციის მიხედვით ჩვენ გამოვყოფთ ბორისა და მანდელის შეცდომებს (Bohrbugs და Mandelbugs), აგრეთვე განვსაზღვრავთ (პროგრამების) „დაბერებასთან“ დაკავშირებულ შეცდომებს, როგორც წინა აღნიშნულის ქვეტიპს. შემუშავებულია ტრადიციული მეთოდები ბორბაგებთან გამკლავების მიზნით. ამის შემდეგ მთავარი გამოწვევაა ზოგადად მანდელბაგების შემსუბუქების მეთოდების შემუშავება და განსაკუთრებით დაბერებასთან დაკავშირებული შეცდომებისთვის. ჩვენ ვამბობთ, რომ მანდელბაგების შემსუბუქების მეთოდები იყენებს გარემოს მრავალფეროვნებას. ოპერაციის ხელახლა ჩატარება, განაცხადის გადატვირთვა, იდენტური რეპლიკის (ცხელი, თბილი ან ცივი) გახსნა და ოპერაციული სისტემის გადატვირთვა შემარბილებელი მეთოდების მაგალითებია, რომლებიც ეყრდნობა გარემოს მრავალფეროვნებას. პროგრამულ უზრუნველყოფასთან დაკავშირებული შეცდომებისთვის, ასევე შესაძლებელია გამოიყენოთ აქტიური გარემოსდაცვითი მრავალფეროვნების ტექნიკა, რომელიც პროგრამული უზრუნველყოფის გაახალგაზრდავების სახელით არის ცნობილი. ჩვენ განვიხილავთ გარემოს მრავალფეროვნებას როგორც ექსპერიმენტული, ასევე ანალიტიკური თვალსაზრისით და მოვიყვანთ რეალური სისტემების მაგალითებს, რომლებიც იყენებენ ამ ტექნიკას.

УСТОЙЧИВОСТЬ ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ОТ ОТКАЗОВ ИЗ-ЗА РАЗНООБРАЗИЯ СРЕДЫ

Кишор Триведи (Унив. Дьюка,, США)

Резюме

Сложные системы в различных областях содержат значительное количество программного обеспечения. Несколько исследований показали, что большая часть сбоев системы происходит из-за ошибок программного обеспечения. Традиционные методы предотвращения сбоев, устранения сбоев на основе обширного тестирования / отладки и отказоустойчивости, основанные на разнообразии дизайна и данных, оказываются недостаточными для обеспечения высокой надежности программного обеспечения. Таким образом, ключевой задачей является создание высоконадежного программного обеспечения. Мы обсуждаем точку зрения отказоустойчивости программных систем для обеспечения высокой надежности. Мы классифицируем сбои программного обеспечения на основе ошибок Бора и Мандела (Bohrbugs и Mandelbugs) и определяем ошибки, связанные со старением, как подтип последних.

Для борьбы с борбагами были разработаны традиционные методы. Ключевой задачей в этом случае является разработка методов устранения ошибок Мандела и Бора в целом и ошибок, связанных со старением, в частности. Мы утверждаем, что методы смягчения последствий для Mandelbugs используют разнообразие окружающей среды. Повторная операция, перезапуск приложения, переключение на идентичную реплику (горячую, теплую или холодную) и перезагрузка ОС – вот примеры методов смягчения последствий, основанные на разнообразии окружающей среды. Для ошибок, связанных со старением программного обеспечения, также можно использовать метод упреждающего разнообразия окружающей среды, известный как омоложение программного обеспечения. Мы обсуждаем разнообразие окружающей среды как с экспериментальной, так и с аналитической точек зрения и приводим примеры реальных систем, использующих эти методы..

TEACHING QUEUEING THEORY AND ITS APPLICATIONS

János Sztrik, Zoltán Szilágyi, Csanád Kölcsei

University of Debrecen, Debrecen 4032, Hungary

sztrik.janos@inf.unideb.hu, zoltan.szilagyι.cse@gmail.com, kcsanad98@gmail.com

Abstract

The aim of the present paper is to a short review of software tools for teaching Queueing Theory and to introduce an own application called Queueing Systems Assistance (QSA). The software is integrated into a lecture note with the goal to calculate and visualize the main performance measures. In addition, it helps to minimize a quite general mean total cost per unit time with linear objective function. Several examples are given to illustrate the advantage of the graphical module included in the package.

Keywords: modeling. Queueing. Teaching. Software. Visualization.

1. Introduction

The teaching of Queueing Theory (QT) needs innovation and new methods to attract the attention of the students. The field of applications has changed a lot in the past years and I am convinced that more and more students and practitioners need to use the methods and models of QT. The development of computational possibilities has greatly contributed to a better understanding of the theory.

In his lecture note Sztrik [1] discussed a number of basic queueing models that have proved to be useful in analyzing a wide variety of stochastic service systems. The author feels that there is a need for such a treatment in view of the increased use of queueing models in modern technology.

Actually, the application of queueing theory in the performance analysis of computer and communication systems has stimulated much practically oriented research on computational aspects of queueing models.

Furthermore, a software package called **QSA** (Queueing Systems Assistance) developed in 2021 is integrated into to lecture note with the aim to calculate and visualize the main performance measures. In addition, it helps to minimize a quite general mean total cost per unit time with linear objective function.

The greatest advantage of this application that these scripts can run in all modern devices including smart phones, too, thus the application is very convenient for students and improve the efficiency of a teacher.

To solve practical problems the first step is to identify the appropriate queueing system and then to calculate the performance measures. Of course the level of modeling heavily depends on the assumptions. Our advice is to start with a simple system and then if the results do not fit to the problem continue with a more complicated one. Various software packages help the interested readers in different level. The following links worth a visit

<http://web2.uwindsor.ca/math/hlynka/qsoft.html>

We have collected some basic books on QT in which software support is mentioned, for example, **Mathematica** in Allen [2], Harchol-Balter [3], **MatLab** in Bhat[4], Kobayashi and Mark [5], Kulkarni [6], Stidham [7].

A reasonable choice for calculations in teaching is the usage of spreadsheets. We highly recommend an Excel-based software package called QTSPPlus to determine the main performance

measures of basic models. It is associated to the book of Gross, Shortle, Thompson and Harris [8] and can be downloaded here

ftp://ftp.wiley.com/public/sci_tech_med/queueing_theory/

For application and problem solving oriented teaching courses we have also developed a software package called QSA (**Queueing Systems Assistance**) see, Szilágyi *et. al.* [9] to calculate and visualize the performance measures together with optimal decisions not only for elementary but more advanced queueing systems as well. It is available at

<https://qsa.inf.unideb.hu>

- The **main advantages** of QSA over QTSPPlus are the following
- It runs on desktops, laptops, mobile devices
- It calculates not only the mean but the variance of the corresponding random variables
- It gives the distribution function of the waiting/response times (if possible)
- It visualizes all the main performance measures
- It graphically supports the decision making

2. QSA in action, problem solving

QSA is a user interface, a web-based application written in TypeScript. Any browser (Firefox, Chrome, Edge, etc.) on every platform (Windows, Linux, Android, iOS) is supported, which means one can use mobile and desktop devices for performing any calculations which are executed on the server. There are no hardware limitations, the source code is available on GitHub, under the MIT license, so anyone interested in can check out the code or help to develop the application.

QSA is integrated into the lecture note of Sztrik [1].

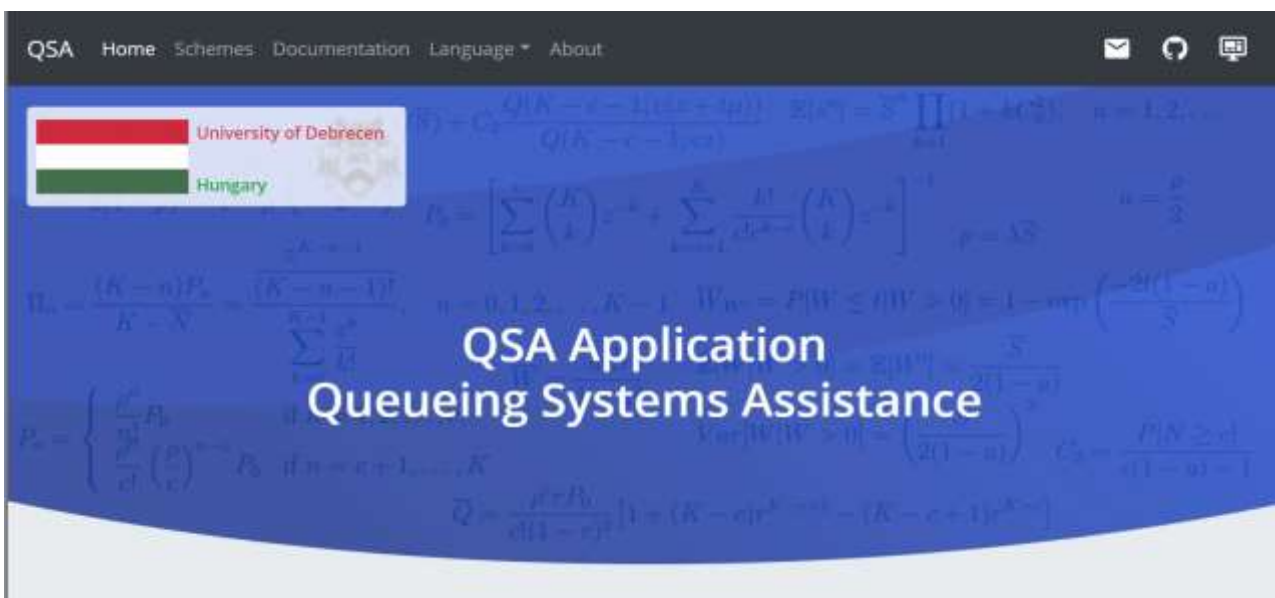


Fig. 1. Opening page of QSA

In this section we show some examples how to use the application. After the opening one can select between the following modules

Table - to calculate selected performance measures based on input values. The result is

exportable into different file formats so that one can use it for further work

Chart - to generate figures and compare the performance measures with each other. Also, it is useful for demonstration or learning purposes.

Compare Tables - to compare two systems' performance measures with each other

In the **Table** module the performance measures can be obtained in a tabular form after giving the required parameters depending on the system (arrival rate, service rate, number of servers, capacity, number of sources), non-required parameters (number of customers in the system, time slot for the distribution functions of waiting/response time, quantile values) and different costs.

The **Chart** module helps to visualize the results and it supports the teaching most. Entering to this part we have to select a systems and to give the variable of the performance measures, the starting, ending values of the interval and the steps. Students can see the effect of different parameters on the performance measures. These measures can be switched on/off by clicking of the mouse to the required one.

Using this function we can solve graphically several decision problems, for example, to find the number of servers, the capacity of the system, service rate, arrival rate, percentage values. The plot of the cost function can be demonstrated. The screen can be downloaded into 4 file forms (PNG, JPEG, PDF, SVG) with and without grids. One can display it in full screen and can print directly. Moving the mouse on the curve the actual values of the variable and the performance measures can be seen to help the decision. Moreover, one can zoom in/out of certain part of the interval.

The **Compare** module supports comparisons of tables. Before using it you should create several tables and then can select which ones are to be compared. The performance measures are listed and it is easy to analyze the systems.

One of the special features of the software is that the performance measures of $M/G/1/K/K$ systems with deterministic, Erlang, Hypo-exponential, Hyper-exponential, and gamma distributed service times are calculated. Distribution function of the waiting/response times of the $M/M/c/K$, $M/M/c/m/K$ systems and the performance measures of $M/M/c/K$, $M/M/c/m/K$ with balking and reneging are determined as well.

It was our aim determine, where it is possible, the distribution function of the waiting/response time to solve decision problems. In addition, not only the mean but the variances of the measures are derived. What is also unique is the calculation of the mean total cost per unit time in steady-state.

For illustration let us see the following examples.

Example 1: Customers arrive to a 3 server system according to a Poisson process with rate 4. The service times are exponentially distributed with parameter 1.5. Find the minimum capacity of the system for which the probability of blocking is less than 0.01 and the probability that the waiting time exceeds 1.5 minutes is less than 0.05.

Solution: It is an $M/M/3/K$ system and the problem is that by increasing the capacity the blocking probability is decreasing but the waiting time is increasing thus the probability that it exceeds a certain level is increasing. First of all we have to switch to the distribution function of the waiting time and that is why its value should be at least 0.95 at 1.5.

It should be mentioned that for this system there is no closed-form analytical expression for the distribution function of the waiting time as in $M/M/c$ systems. However, it can be computed by the following formula, see Sztrik [1]

$$F_w(t) = 1 - \sum_{n=c}^{K-1} \Pi_n \sum_{i=0}^{n-c} \frac{(c\mu t)^i e^{-c\mu t}}{i!}, \quad \Pi_n = \frac{P_n}{1 - P_K}, \quad (n \leq K-1).$$

Clearly we have to use the **Chart** module and to visualize the curves as the function of the capacity K .

Of course the step is 1, after giving the required parameters λ , μ , c and time slot $t = 1.5$ we generate the chart showing only the measures in question. We can switch on/off the grid, too. Then we get the following Figure 1 showing that there is no solution on these conditions. However, if we change the blocking probability to 0.08 the solution is $K = 8$. Similar questions could be put for the service intensity, and the number of servers, too.

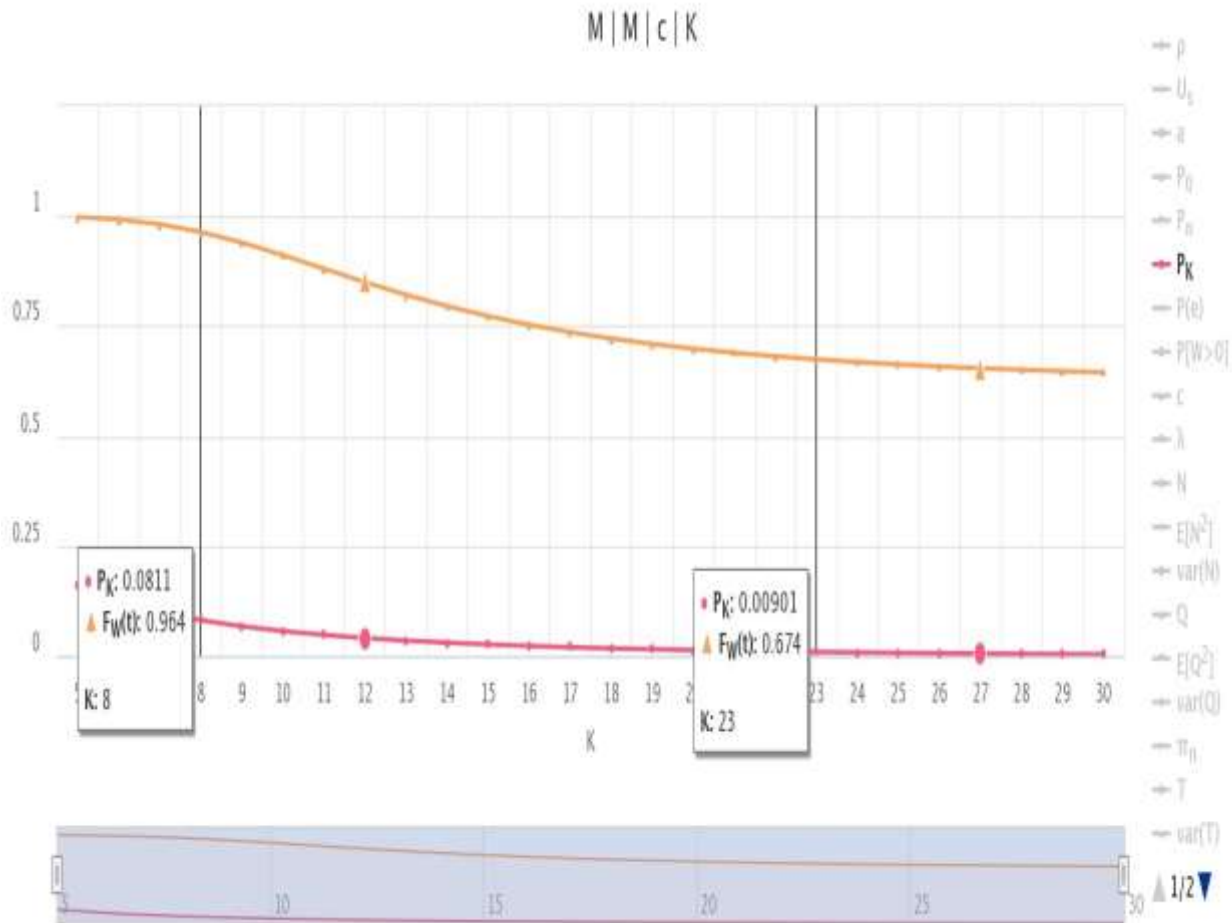


Fig. 2. Solution to the M/M/3/K system

Example 2: We have a finite-source system with 30 sources, the request generation times are exponentially distributed with rate 1. The service times are exponentially distributed for all the 5 servers with intensity 2. Find the minimum capacity of the system for which the probability of blocking is less than 0.01 and the probability that the waiting time exceeds 2.4 minutes is less than 0.05.

Solution: It is an M/M/5/m/30 system and the problem is that by increasing the capacity the blocking probability is decreasing but the waiting time is increasing thus the probability that it exceeds a certain level is increasing. First of all we have to switch to the distribution function of the waiting time and that is why its value should be at least 0.95 at 2.4.

It should be mentioned that for this system there is no closed-form analytical expression for the distribution function of the waiting time as in M/M/c/K/K systems. However, it can be computed by the following formula, see Sztrik [1]

$$P(W > x) = \sum_{k=r}^{K-1} \sum_{j=0}^{k-r} \frac{(r\mu x)^j}{j!} e^{-r\mu x} \Pi_k(n, r, K), \quad P(W \leq x) = 1 - P(W > x),$$

$$P(W = 0) = \sum_{k=0}^{r-1} \Pi_k(n, r, K).$$

where the probability that a customer arriving into the systems finds k customers there is

$$\Pi_k(n, r, K) = \frac{(n-k)P_k(n, r, K)}{\sum_{i=0}^{K-1} (n-i)P_i(n, r, K)}, \quad k=0, \dots, K-1.$$

It should be noted that the notation of the lecture note and QSA is different concerning the number of servers, capacity and sources but the meaning is the same according to the Kendall's notation. Here $P_k(n, r, K)$ denotes the steady-state probability of a M/M/r/K/n system which is denoted by M/M/c/m/K in QSA.

Clearly we have to use the **Chart** module and to visualize the curves as the function of the capacity m . Of course the step is 1, after giving the required parameters λ, μ, c, K and time slot $t=2.4$ we generate the chart showing only the measures in question. Then we get the following Figure 3 showing that there is no solution under these conditions. However, if we change the blocking probability to 0.04 the solution is $m=24$. Similar questions could be put for the service intensity, the number of servers, and number of sources, too.

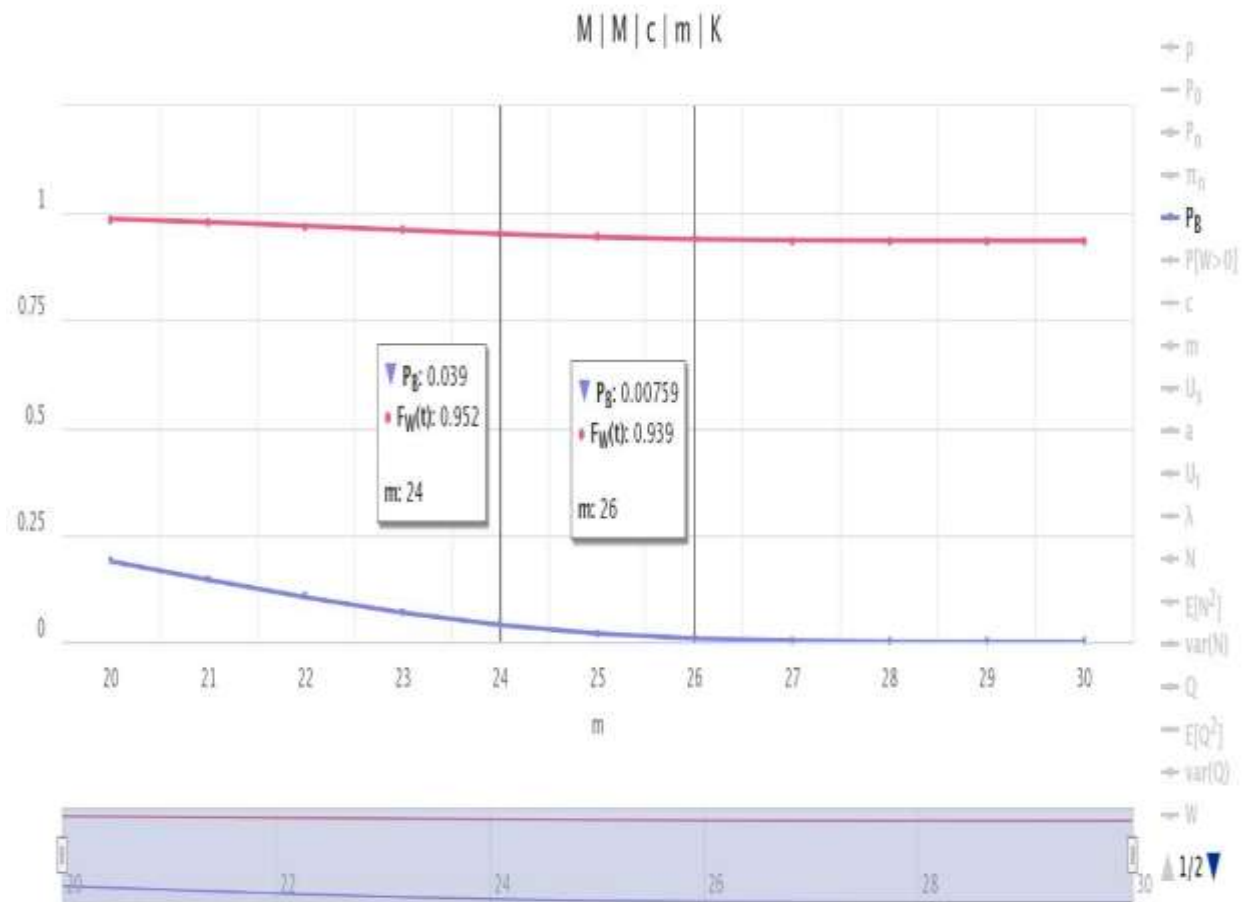


Fig. 3. Solution to the M/M/5/m/30 system

Example 3: Let us see an M/M/1 system with $\lambda = 1$ arrival intensity and the following costs, cost of service per server per unit time $CS = 5$, cost of waiting in the system per customer per unit time $CWS = 5$, cost of idleness per server per unit time $CI = 20$, cost of service rate per server per unit time $CSR = 25$, reward per customer per unit time $R = 10$.

Find the optimal value for μ which minimize the expected total cost per unit time with linear objective function.

Solution: It is an M/M/1 system and clearly we have to use the **Chart** module and to visualize the curves as the function of service intensity μ . Of course the step is quite fine, let us say 0.1, after giving the required parameter λ and the costs mentioned before we generate the chart showing only the expected total cost.

Then we get the following Figure 4 showing the optimal value at $\mu = 1.9$ which equals 35.

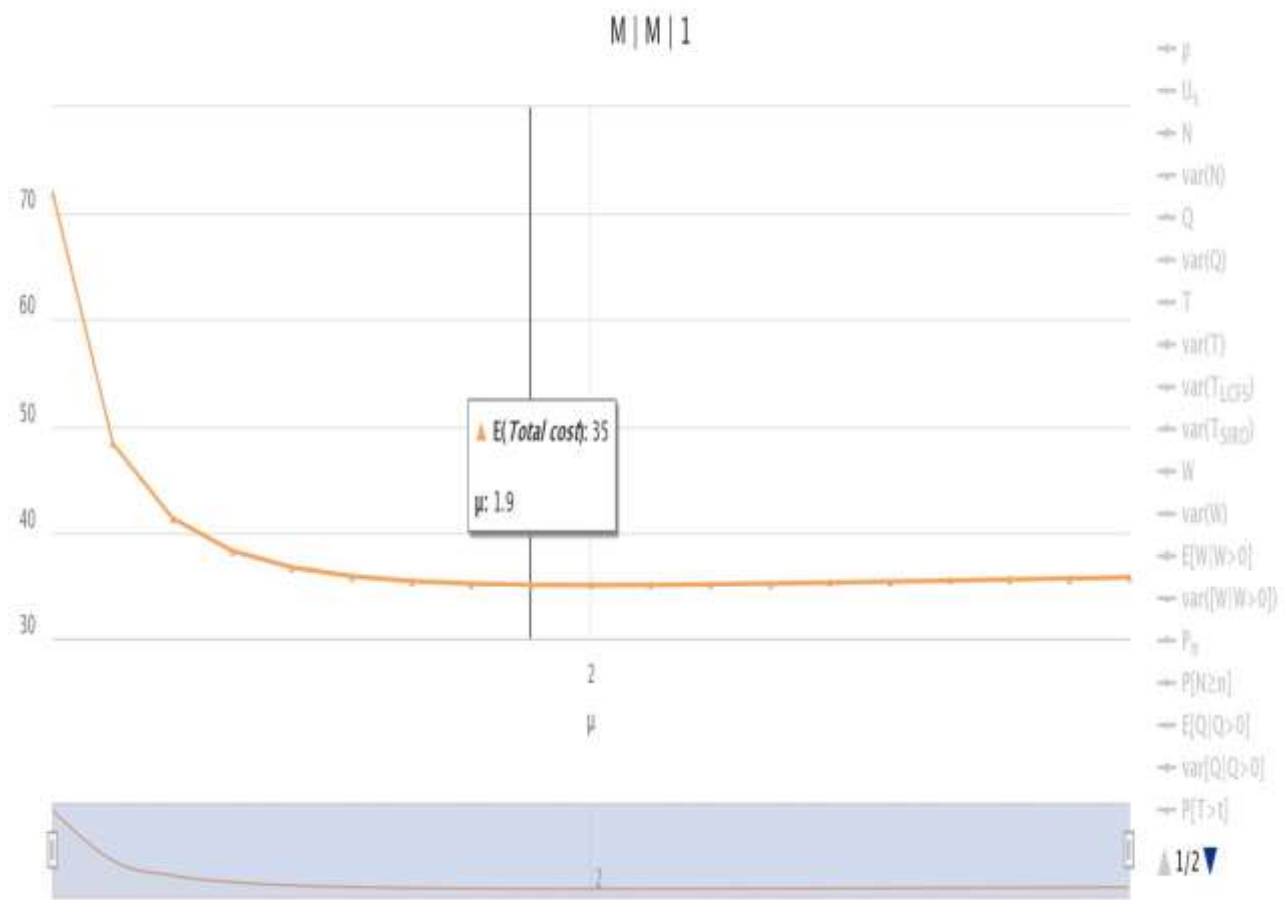


Fig. 4. Solution to the M/M/1 system

Besides these options we can ask for statistics concerning the usage of the software by clicking the monitor icon. The application was released on 19.02.2021 and at present we have the following data:

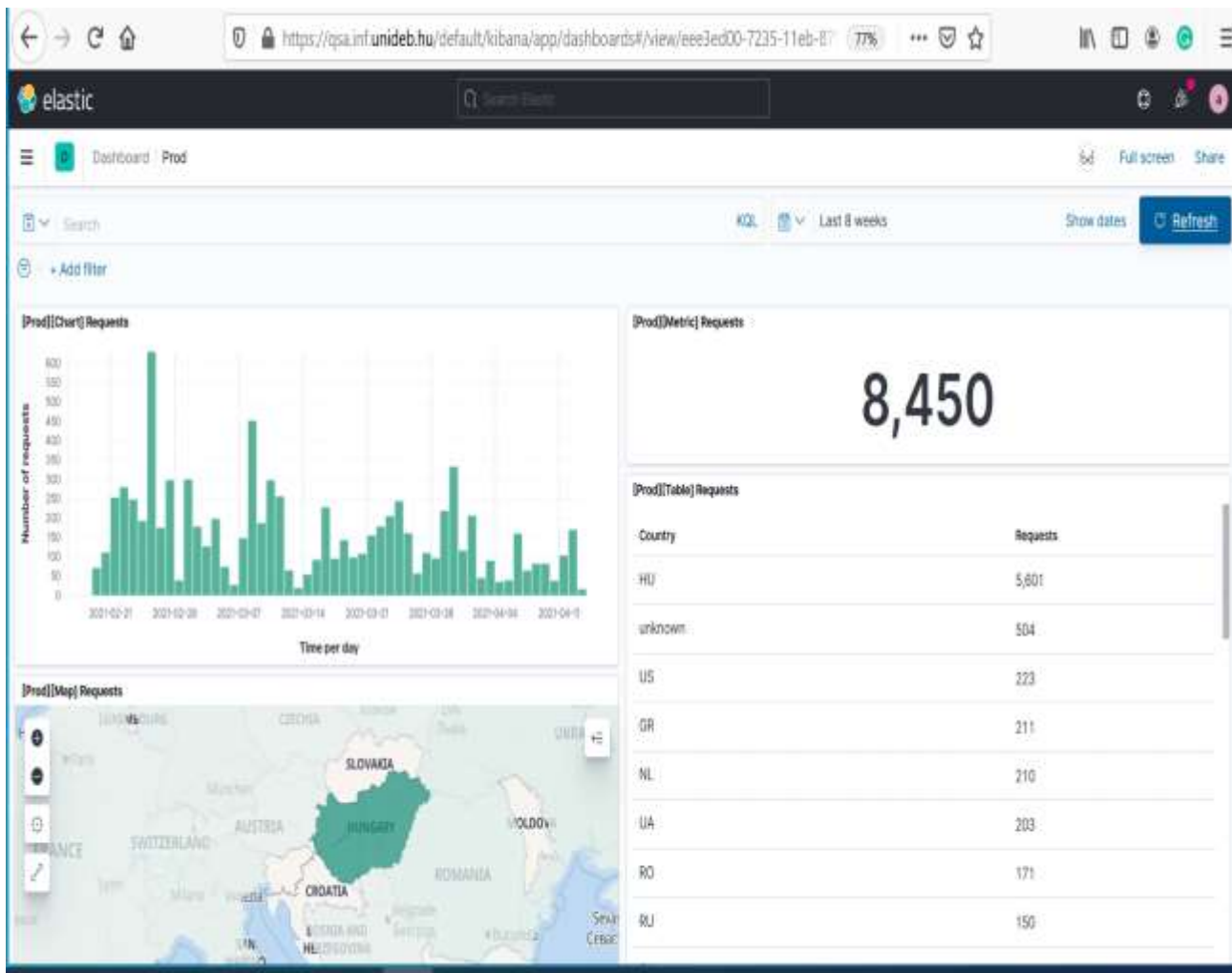


Fig. 5. Elastic statistics

3. Conclusion

In this paper we introduced a new application to help teaching Queuing Theory. One of the main advantages of the software is that it runs on most platforms including smart phones and became very popular among the students. It is easy-to use and in addition to the calculation of the main steady-state performance measures it visualizes the results and thus support decision making and optimization of cost functions. The software is integrated into a lecture note where the theoretical part, formulas, and proofs can be found.

Acknowledgement: The work/publication of J. Sztrik is supported by the EFOP-3.6.1-16-2016-00022 project. The project is co-financed by the European Union and the European Social Fund.

REFERENCES:

1. J. Sztrik, Basic Queuing Theory. https://irh.inf.unideb.hu/~jsztrik/education/16/-SOR_Main_Angol.pdf (2011).

2. A. O. Allen, Probability, statistics, and queueing theory with computer science applications, 2nd ed., Academic Press, Inc., Boston, MA, 1990.
3. M. Harchol-Balter, Performance modeling and design of computer systems: queueing theory in action, Cambridge University Press, 2013.
4. U. N. Bhat, An introduction to queueing theory: modeling and analysis in applications, Birkhäuser, 2015.
5. H. Kobayashi, B. Mark, System modeling and analysis: Foundations of system performance evaluation, Pearson Education Inc., Upper Saddle River, 2008.
6. V. Kulkarni, Modeling, analysis, design, and control of stochastic systems, Springer, New York, 1999.
7. S. Stidham, Optimal design of queueing systems, CRC Press/Taylor & Francis, 2009.
8. D. Gross, J. Shortle, J. Thompson, C. Harris, Fundamentals of queueing theory, 4th edition, John Wiley & Sons, New York, 2008, ftp://ftp.wiley.com/public/sci_tech_med/queueing_theory/.
9. Z. Szilagyi, S. Szaszi, C. Kolcsei, J. Sztrik, Queueing Systems Assistance (QSA), <https://qsa.inf.unideb.hu> (2021).

რიგების თეორიის და მისი გამოყენებითი

აპლიკაციების სწავლება

იანოშ შორიკი, ზოლტან სილაგი, ჩანად კოლში
sztrik.janos@inf.unideb.hu, zoltan.szilagyi.cse@gmail.com, kcsanad98@gmail.com
დებრეცენის უნივერსიტეტი, უნგრეთი

რეზიუმე

განხილულია რიგების თეორიის სწავლების პროგრამული ინსტრუმენტები და შემოთავაზებულია ავტორების მიერ შემუშავებული საკუთარი პროგრამული პაკეტი „რიგების სისტემების ასისტენტი“ (Queueing Systems Assistance - QSA). პროგრამა ინტეგრირებულია ლექციების კონსპექტში, ძირითადი ინდიკატორების ეფექტური გამოთვლებისა და ვიზუალიზაციის მიზნით. გარდა ამისა, იგი ხელს უწყობს დროის ერთეულში საერთო საშუალო ღირებულების შემცირებას წრფივი მიზნობრივი ფუნქციით. წარმოდგენილია რამდენიმე მაგალითი პროგრამულ პაკეტში შეტანილი გრაფიკული მოდულის უპირატესობათა საილუსტრაციოდ.

NEW PROBABILISTIC METHOD FOR TRANSIENT ANALYSIS OF SEMI-MARKOV STOCHASTIC MODELS

Revaz Kakubava¹, Nino Svanidze²

r.kakubava@gmail.com, nino.svanidze@bsu.edu.ge

1-Georgian Technical University. Tbilisi,

2-Shota Rustaveli Batumi State University. Georgia

Abstract

In the paper, using purely probabilistic argumentation, we give a new method, which on one hand simplifies semi-Markov queuing system's analysis using supplementary variables method. On the other hand, it allows not to use partial differential equations' infinite or finite system at all in non-classical boundary problem of mathematical physics and directly derive the system's solution in terms of operational calculus.

Keywords: probabilistic argumentation. Semi-Markov process. Reliability model. Queuing system. Penerating function. Laplace transform.

1. Introduction

In Mathematical Theory of Reliability (MTR) and Queuing Theory (QT) Semi-Markov processes widely and productively are used. Exactly Semi-Markov models constitute the important part of classical QT and MTR. In these scientific fields reliability, dependability and performance analysis for real technical systems is carried out [1-21].

The results of such analysis for modern complex systems, specifically for territorially distributed networks, (large-scale technological systems such as telecommunication, computer and transportation networks, power and defense systems, etc.) are of great practical value and one would like to see more in this aspect. Investigation of the relationship between reliabilities, capacities, inputs and outputs at various components of above networks will be welcome to design engineers and managers, as it will be help in optimizing the efficiency of such systems.

As shown in the published works of the prominent experts in probability theory and its applications, Khinchin, Gnedenko and Feller, in the models of stochastic systems, there is often "hidden" a simple, pure probabilistic chance for their investigation. The method proposed in this paper was developed in the course of many years at the seminars conducted by the authors, and their colleagues Mikadze and Khurodze. In an earlier works, above authors used the method in an intuitive manner. Here it is formulated in the rigorous mathematical language. The starting point of the method is the consideration of the investigated system simultaneously at two time moments: 1) the current time moment t and 2) the previous moment $t - x$, where x is one of possible values of a supplementary variable. The consideration of the system within the $[t - x, t]$ time-span proves the corresponding theorems. The method works for both open and closed queuing systems.

2. Open Queuing System - M/G/1

The M/G/1 queue is a single-server system with Poisson arrivals and arbitrary service-time distribution. We denote by λ the parameter of corresponding input process, by $G(x)$ relevant cumulative distribution function of service time and by $g(x)$ corresponding probability density function. Denote also by η service rate function. It is known that $\eta(x) = g(x)/(1 - G(x))$ [1-4].

We introduce random processes $n(t)$ and $\xi(t)$, which define the states of the considered system at the time t . $n(t)$ is the number of customers waiting in queue at time t (not including the one in service) $\xi(t)$ is the service time already received by customer in time t .

Denote $P(t) = \mathbb{P}\{n(t) = 0\}$;

Denote $q_n(x, t) = \lim_{h \rightarrow 0} \left(\frac{1}{h} \mathbb{P}\{n(t) = n, x \leq \xi(t) < x + h\} \right)$, $n = 0, 1, 2 \dots$

With respect to the functions $P(t)$, $q_n(x, t)$ the following systems of integral-differential and partial differential equations have been written:

$$\frac{dp(t)}{dt} = -\lambda p(t) + \int_0^t q_0(x, t) \eta(x) dx \tag{1}$$

$$\frac{\partial q_n(x,t)}{\partial t} + \frac{\partial q_n(x,t)}{\partial x} + [\lambda + \eta(x)]q_n(x,t) = (1 - \delta_{n,0})\lambda q_{n-1}(x,t) \quad n = 0, 1, 2 \dots \quad (2)$$

Where, $\delta_{n,k}$ is Kronecker symbol.

$$\delta_{n,k} = \begin{cases} 1 & \text{if } n = k \\ 0 & \text{if } n \neq k \end{cases}$$

Without loss of generality we can start at $t=0$ with an empty queue, so that we have initial conditions:

$$P(0) = 1, \quad q_n(x, 0) = 0, \quad n = 1, 2 \dots \quad q_0(x, 0) = \delta(x) \quad (3)$$

With respect to the boundary values of the introduced functions the following system of recursive equations has been written:

$$q_n(0,t) = \int_0^t q_{n+1}(x,t)\eta(x)dx + \delta_{n,0}\lambda P(t) \quad n = 0, 1, 2 \dots \quad (4)$$

The system (1-2) together with initial (3) and boundary (4) conditions constitute non-classical boundary value problem of mathematical physics with nonlocal boundary conditions.

Until now, there does not exist a closed-form analytical solution for the problem. There exists one solution in terms of operational calculus, namely generating function for sequence $q_n(t, x)$ and Laplace transforms are used.

The generating function for sequence $q_n(t, x)$ has been introduced and obtained in the form

$$G(z, x, t) = \sum_{n=0}^{\infty} z^n q_n(x, t)$$

As a result of long and complicated transformations and calculations the expression for Laplace transform of above generating function with respect t is obtained.

In the models of stochastic systems there is often “hidden” a simple, purely probabilistic chance for their investigation [4]. We offer here such a kind novel approach to obtain the transient solutions to reliability models described above. The main advantage of our approach is the following fact: it allows us to obtain transient probabilities without using (2) partial differential equations, which are fundamental in classical models.

We prove the following theorem 1 and theorem 2 for transient solution of M/G/1 system using a novel pure probability method [17].

Theorem 1. The expression for the function $q_n(t, x)$ has the following form

$$q_n(x, t) = (1 - B(x)) \sum_{k=0}^n q_n(0, t - x) \frac{(\lambda x)^{(n-k)}}{(n-k)!} e^{-\lambda x} \quad n = 0, 1, 2 \dots \quad (5)$$

Theorem 2. The generating function $G(z, x, t)$ is expressed by its boundary value at $x = 0$ in the following way:

$$G(z, x, t) = G(z, 0, t - x)[1 - G(x)]e^{-\lambda(1-z)x} \quad (6)$$

Taking as a basis Theorems 1 and 2 the Laplace transform for the above generating function can be easily obtained without using the infinite system (2) of partial differential equations. To get this result, it is sufficient to use equation (1), initial conditions (3) and boundary conditions (4).

3. Closed Queuing System - Two-unit System

A redundant technical system consists of two identical, unreliable, repairable units. One of them is operative and another one is redundant. Life times for them are random variables with exponential distributions. Their failure rates are α_1 and α_2 , respectively. The units’ repair time is a random variable σ with general distribution function G . There is one repair server in the system.

When operative unit fails it is immediately replaced by redundant one, if it is not failed. Repair server immediately commences the repair of a unit, which fails first.

The process $n(t)$ has three possible states: 0,1,2 (there are 0,1, or 2 failed units in the system).

We denote by $P_0(t) = \mathbb{P}\{n(t) = 0\}$

And

$$p_1(x, t) = \lim_{h \rightarrow 0} \frac{1}{h} \mathbb{P}\{n(t) = 0, x \leq \xi(x) < x + h\} \quad (7)$$

The state $n(t) = 2$ is absorbing (failed) state. Our aim is to analyze first passage time into failed state as random variable η .

Using usual probabilistic reasoning we obtain the following system of equations [2,9]

$$P'_0(t) = -\alpha P_0(t) + \int_0^t p_1(x, t) \mu(x) dx \quad (8)$$

$$\frac{\partial p_1(x, t)}{\partial t} + \frac{\partial p_1(x, t)}{\partial x} = -\mu(x) p_1(x, t), \quad (9)$$

There are the initial and boundary conditions

$$P_0(0) = 1, \quad p_1(x, 0) = 0, \quad p_1(0, t) = \alpha P_0(t) \quad (10)$$

The equations (8)-(9) together with (10) constitute non-classical boundary value problem of mathematical physics with non-local boundary conditions [4].

As a result of the solution of this problem in terms of operational calculus, the Laplace-Stieltjes transform for $P'_2(t)$ is obtained

We prove the theorem 3 for the system using a novel pure probability method [19].

Theorem 3. The expression for the function $p_1(x, t)$ has the following form

$$p_1(x, t) = p_1(0, t - x) e^{-\lambda x} [1 - G(x)] \quad (11)$$

Using theorem 3 it is easy to obtain Laplace transform for $P'_2(t)$ without using equation (9). To get this result it is sufficient to use equation (8), initial and boundary conditions (10).

In addition to the above benefits the Theorems 1, 2 and 3 significantly simplify the final solutions to systems of partial differential equations [1-4] in terms of operational calculus. It is known that such equations frequently arise in Mathematical Theory of Reliability and other fields of research and technology.

4. Conclusion

The preceding discussion may be summed up by saying that in the stochastic models of complex system there is often "hidden" a simple, pure probabilistic chance for their investigation. The basic point of the approach is the consideration of the constructed semi-Markov processes simultaneously at two time-instants: 1) the current time instant t and 2) the previous time instant $t - x$, where x is one of the possible values of a supplementary variable. They significantly simplify the reliability analysis of the considered technical systems [4].

We believe that with a certain appropriate modification of the method, it will be possible to investigate analogously other semi-Markov systems.

References:

1. Gnedenko B.V., Kovalenko I. N. (1989). Introduction to Queuing Theory, Birkhiuser, Boston
2. Leonard Kleinrock, Queueing systems, Volume 1, Theory, John Wiley & Sons, New York.
3. Gnedenko B.V., Belyaev Yu.K., Solovyev A.D. (1969). Mathematical Methods in Reliability Theory. Academic Press, New York
4. Korolyuk V.S., Korolyuk V.V. (1999). Stochastic Models of systems, Kluwer, Dordrecht
5. Thomas L. Saaty. (1951). Elements of queueing theory with applications, Dover publications, inc. New York
6. Jaiswal N.K. (1968). Priority Queues Academic Press, New York and London
7. Kleinrock L. (1975). Queueing systems, Vol.1: Theory, John Wiley & sons, New York.
8. Barlow R.E., Proschan F. (1996). Mathematical Theory of Reliability, SIAM, Philadelphia, PA

9. Limnios N., Oprisan G. (2001).. Semi-Markov Processes and Reliability, Birkhäuser
10. Limnios N. (1993). A transient solution method for semi-Markov systems, *Statistics & Probability Letters* 17, 211-220 North-Holland
11. Sztrik J..(2004). Finite-Source Queueing System and their Applications. Debrecen University
12. Cox D.R., (1955). The Analysis of Non-Markovian Stochastic Processes by the Inclusion of Supplementary Variables," *Proc. Camb. Phil. Soc. (Math. and Phys. Sci.)*, 51,433-441
13. Kendall D.G. (1953). Stochastic Processes Occurring in the Theory of Queues and their Analysis by the Method of the Imbedded Markov Chain," *Annals of Mathematical Statistics*, 24, 338-354
14. Henderson, W. (1972). Alternative Approaches to the Analysis of the M/G/1 and G/M/1 Queues," *Operations Research*, 15,92-101
15. Kakubava R.,Svanidze N. (2017). On Network Maintenance Problem. A New Approach. The 10th International Conference. Proceedings. MMR 2017 - Mathematical Methods in Reliability. Theory. Methods. Applications. Grenoble, France
16. Kakubava, R.V., Sztrik, J., Svanidze, N. (2019). Probabilistic Analysis of a Redundant Repairable System with Two Service Operations *J. Math Sci. Voi. 237, No 8*
17. Kakubava R. (2020). An alternative transient solution for semi-Markov queueing systems. *Georgian Math.J.*2021; 28(1), <https://doi.org/10.1515/gmj-2020-2050>, March 19
18. Kakubava R., Svanidze N. (2013). The Semi Markovian Model for Economic Analysis of Standby. *International Journal of Engineering, Science and Innovative Technology (IJESIT)*. Vol.2, Issue 6
19. Khurodze R., Pipia G., Svanidze N. (2020). New Transient Solutions for some Semi-Markov Reliability Models. *Bull. Georg. Natl. Acad. Sci. Vol. 14, N 4*
20. Khurodze R, Svanidze N. (2019). Mathematical models to control reliability for redundant technical systems. *Georgian National Academy of Sciences Press, Tbilisi*
21. Khurodze R.,Pipia G., Svanidze N. (2017). Probabilistic Analysis of a Redundant Repairable System with Two Maintenance Operations. *Bull. Georg. Natl. Acad. Sci. Vol. 11, N 2.*

ნახევრად მარკოვული სტოქასტური მოდელების გარდამავალი ანალიზის ახალი ალბათური მეთოდი

რევაზ კაკუბავა, ნინო სვანიძე

1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი,
2-შოთა რუსთაველის ბათუმის სახელმწიფო უნივერსიტეტი. საქართველო
r.kakubava@gmail.com, nino.svanidze@bsu.edu.ge

რეზიუმე

წმინდა ალბათური არგუმენტაციის გამოყენებით, ჩვენ ვიძლევეთ ახალ მეთოდს, რომელიც ერთს მხრივ ამარტივებს ნახევრად მარკოვული მასობრივი მომსახურების სისტემის ანალიზს დამატებითი ცვლადების მეთოდის გამოყენებით. მეორეს მხრივ, ეს საშუალებას გვაძლევს არ გამოვიყენოთ კერძოწარმოებულიანი დიფერენციალური განტოლებების უსასრულო ან სასრული სისტემა მათემატიკური ფიზიკის არაკლასიკური სასაზღვრო ამოცანაში და უშუალოდ მივიღოთ სისტემის ამოხსნა ოპერაციული აღრიცხვის ტერმინებში.

დიდი მონაცემების შენახვა-დამუშავება საქართველოს ჯანდაცვის ციფრულ სისტემაში

სოფიო ქათამაძე, არჩილ ფრანგიშვილი
skatamadze88@gmail.com, a_prangi@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია Big Data ტექნოლოგიებით შემდგარი საქართველოს ჯანდაცვის ციფრული სისტემა. წარმოდგენილია დიდ მონაცემთა პლატფორმების შესაძლებლობები და მისი კომპონენტებით მიღებული გადაწყვეტილება. ახალი სტრუქტურით შესაძლებელია აკუმულირებული და მუდმივად მზარდი ნებისმიერი ტიპის მონაცემებიდან მივიღოთ დამუშავებული ინფორმაცია, რომელიც პირადი ინფორმაციის დაცვით და საქართველოს კანონმდებლობის გათვალისწინებით, ხელმისაწვდომი იქნება სამედიცინო დაწესებულებებისთვის. შედეგად მივიღებთ გაანალიზებულ ინფორმაციას და გარკვეული გამოთვლებით გენერირებულ რეკომენდაციებს.

საკვანძო სიტყვები: დიდი მონაცემები. ელექტრონული სამედიცინო ჩანაწერების სისტემა. არასტრუქტურირებული მონაცემები. CAP თეორემა, მონაცემთა პერსისტენტული საცავი. განაწილებული ფაილური სისტემა.

1. შესავალი

2005 წელს როჯერ მუგალასმა O'Reilly Media-დან პირველად აღნიშნა დიდი მონაცემების შესახებ [1]. იგი გულისხმობდა იმ მოცულობის მონაცემთა სიმრავლეს, რომელთა შეგროვება, მართვა და დამუშავება ტიპიური, ტრადიციული მონაცემთა ბაზებისა და შესაბამისი პროგრამების შესაძლებლობებს ბევრად აღემატებოდა. დიდი მონაცემების ძირითად მახასიათებლებს 5 V-ს სახით წარმოადგენენ - მოცულობა (Volume), სიჩქარე (Velocity), არაერთგვაროვნება (Variety), სანდოობა (Veracity) და მნიშვნელობა (Value).

დიდი მონაცემების სწორ გამოყენებას მრავალი დადებითი მხარე აქვს, განსაკუთრებით კი სამედიცინო სფეროში. შესაძლებელია დაავადებების ადრეული დიაგნოსტიკა და აპრობირებული მკურნალობის მეთოდების გენერაცია. პრევენცია ჯანსაღი ცხოვრების გარანტია, რამაც შეიძლება პაციენტს მდგომარეობის გაუარესება აარიდოს თავიდან და უკეთეს შემთხვევაში კი მკურნალობაც არ გახდეს აუცილებელი. მიღებულ ანალიზს სანდოობას მატებს მონაცემთა სიმრავლე, რომელიც მუდმივად მზარდია და სწორედ მისი დამსახურებით უფროდაუფრო ვითარდება დროთა განმავლობაში.

2. ძირითადი ნაწილი

საქართველოში საერთაშორისო მხარდაჭერით არსებობს ჯანმრთელობის დაცვის ერთიანი საინფორმაციო სისტემა, რომელიც მოიცავს ჯანდაცვის სფეროს ციფრულ კომპონენტებს [2]. აგრეთვე დაავადებათა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნულ ცენტრსაც გააჩნია მის მართველობაში არსებული ციფრული პლატფორმები. საქართველოში არსებულ სამედიცინო დაწესებულებები ვალდებულნი არიან იმუშაონ ამ ორი სახელმწიფო უწყების შესაბამის პლატფორმებზე და ატვირთონ ის ინფორმაცია, რასაც მათგან სახელმწიფო ითხოვს.

არსებული მდგომარეობით, ელექტრონული სამედიცინო ჩანაწერების სისტემაში (EHR – Electronic Healthcare Record) ხდება სამედიცინო დაწესებულებების მიერ ინფორმაციის ცალმხრივად გადაცემა [2]. ამ სისტემაში აკუმულირდება სამედიცინო ისტორიები მთელი საქართველოს მასშტაბით და იქმნება დიდი ბაზა. თუმცა, არ ხდება ამ მონაცემების სათანადოდ დამუშავება და შემდგომი გამოყენება.

მიღებულ ინფორმაციას უნდა მივცეთ დანიშნულება და ღირებულება და უბრალოდ არ შემოვდოთ თაროზე - კომპანიებისა და ჯანდაცვის საცავებს მიღმა. EHR მონაცემების გარდა ხელმისაწვდომია

სხვადასხვა ტიპის ინფორმაცია, რომლებიც გადამწვეტ როლს თამაშობენ ჯანდაცვის სისტემის განვითარებაში. რეალისტური პროგნოზების გენერაციისთვის საჭიროა მრავალი წყაროდან მოპოვებული არასტრუქტურირებული მონაცემების ანალიზი [5]. ეს მონაცემები შეიძლება იყოს სხვადასხვა კატეგორიის:

- ვებ და სოციალური მედიიდან მიღებული მონაცემები - როგორცაა Facebook, Twitter, LinkedIn, blogs, ჯანმრთელობასთან დაკავშირებულ ვებ-გვერდები;
- ბიომეტრიული მონაცემები - როგორცაა თითის ანაბეჭდები, გენეტიკა, ხელნაწერები, ბადურის სკანირება და სხვა სამედიცინო სურათები;
- ფარმაცევტული კვლევისა და განვითარების მონაცემები, რომლებიც ეხება წამლის მოქმედების მექანიზმს, ადამიანის ორგანიზმში მიზნობრივ ქმედებასა და გვერდით მოვლენებს;
- სხვადასხვა კვლევითი ორგანიზაციებიდან მიღებული მასალები.

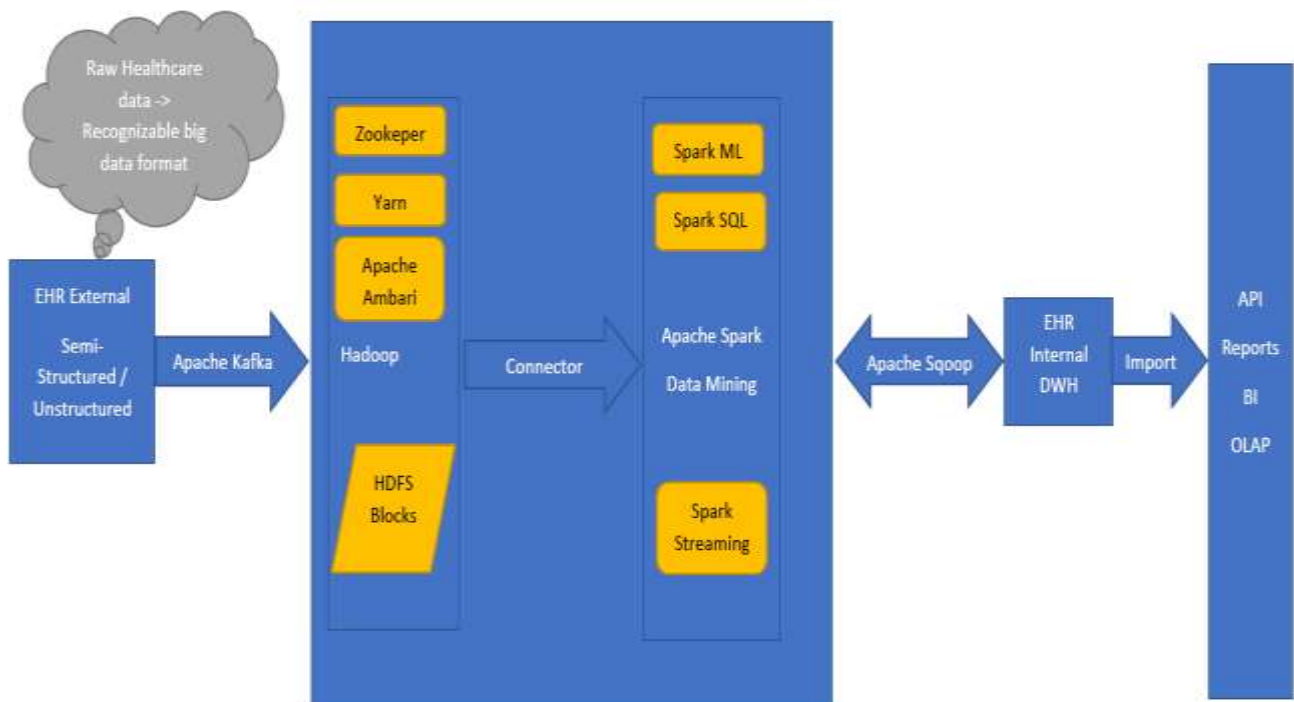
შეგვიძლია თამამად ვთქვათ, რომ ჯანდაცვის ინდუსტრია შევიდა 'post-EHR' დაგეგმარების ფაზაში. ახლა, მთავარი მიზანი არის შეგროვებული დიდი მონაცემებიდან რეალური ქმედითუნარიანი ინფორმაცია მივიღოთ.

მონაცემების მხოლოდ შეგროვება, იქნება ეს პატარა თუ დიდი მონაცემები, სრულიად უსარგებლო და ალბათ პირიქით, დანახარჯიც არის, თუკი მათ გარკვეული კონტექსტს არ მივუსადაგებთ და არ გამოვიყენებთ.

დიდ მონაცემებთან ეფექტური მუშაობისათვის ჩამოყალიბებულია ე. წ. CAP თეორემა [3]. ამ კონცეფციის თანახმად, განაწილებულ სისტემას შეუძლია, რომ ერთდროულად ჰქონდეს მხოლოდ ორი შემდეგი სამიდან: მთლიანობა (Consistency), ხელმისაწვდომობა (Availability) და, სისტემის რომელიმე ნაწილის დაზიანების შემთხვევაში, მუშაობის შეუფერხებლად გაგრძელება (Partition Tolerance).

3. საქართველოს ჯანდაცვის ციფრული სისტემის Big Data მოდელი

Big Data სამყარო ძალიან მრავალფეროვანია, ხოლო არქიტექტურა - უამრავი ტექნოლოგიისა, ფიზიკური მოწყობილობის თუ პროგრამის კომპლექსური ურთიერთკავშირია. ჩვენი პრობლემის გადასაწყვეტად უნდა შევარჩიოთ შესაბამისი სტრუქტურა, რომელსაც ექნება CAP თეორემის მხარდაჭერა (ნახ.1).



ნახ.1. Healthcare Big Data System Architecture

EHR Internal DWH - ჯანდაცვის ციფრული სისტემის მონაცემთა შემნახველი ერთიანი ბაზა.

EHR External Semi-structured/Unstructured data - ჯანდაცვის გარე ელექტრონული ჩანაწერების სერვერზე განთავსებული სხვადასხვა ტიპის ფაილები.

Apache Sqoop (SQL-to-Hadoop) - ETL (Extract Transform Load) ინსტრუმენტი დიდი მონაცემების ეფექტური ექსპორტ/იმპორტისთვის [3]. თუ კი ტრადიციული მეთოდებით გარკვეული სკრიპტებით იყო მონაცემთა მიმოცვლა შესაძლებელი, დიდი მონაცემებისთვის ეს მიდგომა არაეფექტურია, ვერ ხორციელდება თანმიმდევრულად მათი ექსპორტი და დატვირთვაც არაპროგნოზირებადია. Sqoop - ყოფს მონაცემებს ცალკეულ ნაწილებად და მათ ექსპორტ/იმპორტს პარალელურ პროცესებად აწარმოებს.

Apache Kafka - დიდ მონაცემთა ნაკადების დამუშავების პროგრამული უზრუნველყოფის პლატფორმა მაღალი გამტარუნარიანობითა და მცირე შეყოვნებით. ე.წ. publish/subscribe messaging სისტემების ერთ-ერთი წარმომადგენელია [6]. ასეთი სისტემებისათვის დამახასიათებელია შემდეგი მოდელი: გამგზავნი (Publisher) აგენერირებს მონაცემებს (მესიჯებს), რომელიც რომელიმე კონკრეტული მიმღებისათვის არა არის განკუთვნილი. კერძოდ, იგი აკლასიფიცირებს შეტყობინებებს და, როგორც წესი, თავს უყრის მათ ერთ ცენტრალურ წერტილში (ბროკერი, Broker). მიმღები (გამომწერი, Subscriber) კი ამ ბროკერიდან კითხულობენ შეტყობინებებს.

Apache Hadoop Distributed File System (HDFS) - განაწილებული, მასშტაბური და პორტატული ფაილური სისტემა, რომელიც დაწერილია ჯავაში Apache Hadoop-ისთვის. უზრუნველყოფს მაღალ გამტარუნარიანობას დიდ მონაცემთა ნაკადების შესანახად [3].

Apache Hadoop არის ღია პროგრამული უზრუნველყოფების სისტემა მრავალი სერვერიდან შემდგარ კლასტერებზე დიდი მონაცემების დამუშავებისა და შენახვისთვის. Apache Hadoop-ის ბირთვს წარმოადგენს დეცენტრალიზებული, მასშტაბური და პორტატული ფაილური სისტემა - HDFS. Hadoop ყოფს ფაილებს დიდ ბლოკებად და ანაწილებს მათ კლასტერის შიგნით. შემდეგ იგი გადასცემს კლასტერის კომპონენტებს ამოცანებს მონაცემების პარალელური დამუშავებისთვის.

Apache Spark & Data Mining - მონაცემთა მასშტაბური დამუშავების ერთიანი ანალიტიკური სისტემა. Apache Spark არის უნიფიცირებული გამოთვლითი ძრავა და ბიბლიოთეკების ერთობლიობა კლასტერებზე მონაცემების პარალელური პროცესინგისათვის [7]. კლასტერი და მასზე რესურსების განაწილება, რომელსაც სპარკი იყენებს ამოცანების გასაშვებად და შესასრულებლად, იმართება გარკვეული პროცესებით, რაზეც შესაბამისი მენეჯერია პასუხისმგებელი. ეს მენეჯერი შეიძლება იყოს საკუთრივ სპარკისი (Spark's Standalone Cluster Manager), ან სულაც YARN (Yet Another Resource Negotiator Hadoopის ეკოსისტემიდან), ან Apache Mesos. სპარკის აპლიკაციები გადაეცემა ამ სამიდან რომელიმე მენეჯერს, ეს უკანასკნელი კი გადაწყვეტს, რა რესურსები ესაჭიროება ამ აპლიკაციას შესასრულებლად და შესაბამისად გამოუყოფს მას.

Apache Zookeeper - სერვისების ერთობლიობა, რომელიც გვეხმარება კლასტერზე განაწილებული სისტემების პროცესების მართვასა და სინქრონიზაციაში [3].

YARN (Yet Another Resource Negotiator) - რესურსების გამანაწილებელი მენეჯერი.

Apache Ambari - ვებზე დაფუძნებული კლასტერული მენეჯმენტის სისტემა, Hadoop კლასტერების მონიტორინგის, მართვისა და უზრუნველყოფისთვის. მას აქვს ხელსაწყოთა ერთობლიობა Hadoop-ის ეკოსისტემის მართვისა და მენეჯმენტისთვის.

ზემოთ წარმოვადგინეთ შეთავაზებული არქიტექტურის ცალკეული კომპონენტები. ახლა განვიხილოთ რეალური პროცესი დეტალურად:

➤ **მონაცემთა წყაროების ფენა (ETL Layer)**

- EHR External, EHR Internal DWH

➤ **მონაცემთა ექსტრაქციის, ტრანსფორმირებისა და ჩატვირთვის ფენა (ETL Layer)**

- EHR External -> HDFS

EHR გარე სისტემის არასტრუქტურირებული ინფორმაციის ტრანსლირებისთვის ვიყენებ Apache Kafkas-ს.

ჩვენ ვახორციელებთ სხვადასხვა წყაროებიდან ინფორმაციის უწყვეტი ნაკადის მიღებას, ვუკეთებთ ანალიზს და ვიყენებთ დაავადებათა ადრეული პროგნოზირებისთვის, სტატისტიკისა და რეპორტების წარმოებისთვის, ბიზნესის გადაწყვეტილების გაუმჯობესებისთვის - რესურსების შესაბამისი განაწილების უზრუნველყოფის მიზნით.

- Apache Spark <-> EHR Internal DWH

EHR Internal სისტემის რელაციური მონაცემთა ბაზებიდან ინფორმაციის ტრანსლირებისა და ტრანსფორმაციისთვის ვიყენებ Apache Sqoop-ს. მისი საშუალებით ადვილად განხორციელებადია სტრუქტურირებული მონაცემების იმპორტ/ექსპორტი Apache Spark-ის ეკოსისტემაში.

დამუშავებული მონაცემები კი Apache Spark-დან უნდა გადავიტანოთ EHR Internal რელაციურ ბაზაში. ამ ოპერაციის განხორციელებისთვის ისევ გამოვიყენებთ Apache Sqoop-ს. მას, როგორც ავნიშნეთ, ორმხრივად შეუძლია ინფორმაციის გადატანა.

EHR Internal სისტემაში ინახება ჯანდაცვის სისტემის ჩანაწერები, კლინიკებიდან თუ სხვა მოდულებიდან წარმოებული. სწორედ ამ მონაცემების დამუშავებით მივიღებთ სასურველ რეპორტებს, გარკვეულ პროგნოზებსა და გამოთვლებს. ამ ინფორმაციის პროცესინგის პარალელურად მოხდება EHR External ბაზიდან მიღებული სხვადასხვა ტიპის მონაცემების დამუშავება. მათი ერთობლივი ანალიზი გვამძლევს უფრო მეტი სიზუსტით გავაკეთოთ პროგნოზები. მაგალითად, კონკრეტული კლინიკის პაციენტს აქვს მრავლობითი დაავადება, ის მუდმივად დაკვირვებას საჭიროებს, ტარდება კონსილიუმები შემდეგი ეტაპების დასაგეგმად. ამ დროს, კონსილიუმის მრგვალ მაგიდასთან შეგვიძლია მოვიწვიოთ გამოცდილი „ანალიტიკოსი“, რომელიც ძალიან დიდ მონაცემებს ფლობს. მას შეუძლია რეკომენდაციების გენერაცია - თუ როგორია მსგავსი ტიპის დაავადებებისგან გამოწვეული გართულებები, ჩატარებული მკურნალობის ეფექტურობა, წამლების ზემოქმედება ქრონოლოგიურად, კომპიუტერული კვლევების დასკვნები და ა.შ.

➤ **შენახვის ფენა (Data Layer)**

- EHR-ის გარე სისტემიდან მიღებულ სტრუქტურირებული, ნახევრად სტრუქტურირებული და არასტრუქტურირებული დიდი მონაცემების შესანახად ერთ-ერთი საუკეთესო გადაწყვეტილება არის HDFS. მისი გამოყენება მიზანშეწონილია როცა მონაცემები დიდია (ტერაბაიტები/პეტაბაიტები) და მუდმივად მზარდია. HDFS - ეფექტურად გამოყენებისთვის არსებობს შემდეგი მითითება - ჩაწერე ერთხელ, წაიკითხე ბევრჯერ.

➤ **მონაცემების დამუშავებისა და ანალიტიკური ფენა (Data Processing & Analytics Layer)**

- Apache Spark

ჩვენ უკვე გვაქვს EHR მთლიანი სისტემების დამუშავებული და სორტირებული დიდი მონაცემები. სწორედ აქ შემოდის ხელოვნური ინტელექტის როლი. დიდ მონაცემებზე განხორციელებული მანქანური სწავლების ალგორითმებით ჩვენ შეგვიძლია ჯანდაცვის ციფრული სისტემის მუშაობის გაუმჯობესება, მედიკამენტურ მკურნალობაში შეცდომების შემცირება, წამლის გვერდითი მოვლენების თავიდან აცილება, პაციენტის დიაგნოზის პროგნოზირება, კლინიკური დოკუმენტაციის სიზუსტისა და სისრულის გაუმჯობესება, კლინიკისთვის რჩევების გენერაცია, რაც მოიცავს ხარჯებსა და სამედიცინო გამოკვლევებს.

- Apache Spark ML – Data PipeLine - არის მანქანური სწავლების ბიბლიოთეკა, რითაც შესაძლებელია სხვადასხვა ტიპის მონაცემების დამუშავება და რეალური სტატისტიკისა და პროგნოზების გენერაცია. მისი საშუალებით დავამატებთ სურათის კლასიფიკატორს და სხვა ანალიზატორებს.

3. დასკვნა

დღეს, როცა სწრაფად ხდება ინტერნეტ ტექნოლოგიების განვითარება და ინფორმაციის დიდი მოცულობის მონაცემები გროვდება ყველგან, აუცილებელი და გარდაუვალი ხდება მათი მოწესრიგება, დამუშავება და ანალიზი. ყველა სექტორისთვის სენსიტიური და განსაკუთრებით ღირებული სწორედ მონაცემებია. შემოთავაზებულია ჯანდაცვის სამინისტროს ციფრული სისტემის ჩამოყალიბების საკითხი და შემდეგ მისი ეფექტიანად გამოყენების სავარაუდო პროგნოზები და შედეგები. გამარტივდება მუშაობის პროცესი და მივიღებთ სრულყოფილ ინფორმაციას.

ლიტერატურა – References:

1. Sangeetha S., Sreeja A.K (2015). No Science No Humans, No New Technologies No changes "Big Data a Great Revolution". ISBN:0975-9646. IJCSIT, Vol. 6 (4), pp. 3269-3274
2. Ministry of Labor, Health and Social Affairs of Georgia. (2019). United Appeals Administration Module. Internet Resource: moh.gov.ge. (in Georgian)
3. Oussous A., Benjelloun F.Z., Lahcen A.A, Belfkih S (2018). Big Data technologies: A survey. Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences, Vol. 30 (4), pp.431-448
4. Forgeat J., Feller E (2015). Data processing architectures – Lambda and Kappa. Internet Resource: <https://www.ericsson.com/en/blog/2015/11/data-processing-architectures--lambda-and-kappa>
5. Dash S, Shakyawar SK., Sharma M., Kaushik S (2019). Big data in healthcare: management, analysis and future prospects. Journal of Big Data, 54, 40537-019-0217-0
6. Apache Kafka. Internet Resource: <https://kafka.apache.org/>
7. Chambers B., Zaharia M. (2018). Spark: The Definitive Guide, Sebastopol: O'Reilly Media, 600 p.

PROCESSING AND STORING OF BIG DATA IN THE DIGITAL HEALTHCARE SYSTEM OF GEORGIA

Katamadze Sofio, Prangishvili Archil
skatamadze88@gmail.com, a_prangi@gtu.ge
Georgian Technical University

Summary

The article discusses the Georgian digital healthcare system consisting of Big Data technologies. Here are presented the capabilities of big data platforms and the solution made by its components. With the new structure it is possible to get processed information from any type of accumulated and constantly growing data, which will be available to medical institutions in accordance with the protection of personal information and in accordance with the legislation of Georgia. As a result, we get the analyzed information and the recommendations generated by certain calculations.

ROBOTIC PROCESS AUTOMATION ENABLING DIGITAL TRANSFORMATION IN GEORGIAN MARKET

Irma Berdzenishvili
iberdzenishvili@bdo.ge
Georgian University

Abstract

RPA is an innovative and disruptive advanced technology. It is actively considered in the 4th industrial revolution as the future of process automations. RPA technology is a powerful automation tool enabling both UI and API based automation with Artificial Intelligence. Robots in RPA technology are becoming necessary in everyday business operations in every industry across the globe. A robot is a software that can be programmed to mimic the operations of humans on any software interface. Robots can be configured in a way that they can take over human tasks that is rule based, routine processes. The digital workforce known as robots, are helping humans to take their tedious work, that allow them to do more analytical and creative work. In the nearest future, artificial intelligence will enable software robots to automate more complex processes, that wont be sorted out based on only rule based criteria. There are differentiated two types of robots: attended and unattended bots. Attended robots can be used as an assistant to humans, they carry out some operations and then giving the results to the human. While unattended bot can be scheduled. At desired time robots could be triggered and carry out the tasks. Robots are using Machine learning technology while they are classifying and reading not only structured but unstructured documents as well. Moreover, nowadays our software robots can read and manipulate data from digital, scanned documents in Georgian language, by using ML models. After training above mentioned robots their accuracy is increasing.

1. Introduction

➤ What is RPA?

RPA (Robotic Process Automation) is a modern technology created to help humans in their daily, weekly, monthly routine work enabling humans to save their resources. The technology can be used almost in every business area in banking, accounting, back and front office processing, IT and etc. Software programs called as robots are programmed that way that they collect necessary information from the system and continue updating it on their own. In another words the technology automates and repeats the repetitive tasks. Vast majority of companies, especially western type companies, have already started using RPA technology and demand for technology will be constantly growing throughout next years. The only factor that might affect the demand growth is that next generation systems will incorporate directly the services that will collect the necessary information from the systems and correspondingly update it in an automated mode. Robotic Process Automation also faces such interesting questions as designing and programming robots (even using artificial intelligence) by integrating them in different environments and enhanced processes. (Gero Decker, Richard Hull, Hajo A. Reijers, Ingo Weber,2017)

Robotic process automation is a software that is capable to build soft robots that could imitate human, and automate routine process. Good examples of simple automations tasks are data extraction from different web pages, opening emails and any digital applications, reading structural information, creating files, reports, processing calculations (Federico Berruti, Graeme Nixon, Giambatista Taglioni, and Rob Whiteman (2017).

“The difference between RPA and traditional business method automation may be likened to a driverless robotic car versus a car using control. control merely modulates vehicle speed, whereas the driverless car is ready to remember, learn, adapt, and reply to numerous driving things, as an individual's would. This ability and awareness is what provides RPA the providing over traditional business and information technology process automation technology “ (K P Naveen Reddy1, Undavalli Harichandana2, T Alekhya 3, Rajesh S M 4,(2019))

Well known intangible benefits of RPA:

- Robots work 24/7, on Sundays and on holidays as well;
- Robots can do task 4-5 times faster than humans can and without mistakes;
- Every activity done by the robot are logged and could be seen afterwards, that makes it transparent, and appealing in risk management;
- Robots could be scaled easily. If we compare to teach 50 employee one new process it will take lots of time, in case of robots it could be scaled quite easily;
- Rpa Robots could be easily work on almost any application, as human might do;
- Not required heavy IT changes;
- Fast ROI in weeks or months time;
- “Lean Six Sigma programs can benefit from introducing RPA for highly standardized tasks, since process repeatability of a “virtual FTE” produces a lot of data, which is required for six sigma, and removes humans as possible sources for errors.” *MARKUS ALBERTH, MICHAEL MATTERN,(2017)*
- Quick productivity gains within weeks, or a few months, i.e., almost instant cost cuts.

Benefits that could be calculated and translated in digits

- Reducing FTE (full time equivalent)costs. That is not only the annual salary but other overheads like: insurance, office space, depreciation of it equipment’s, furniture this employee could be using.
- Reducing errors and defect causing rework.
- Improving Negative customer experience

➤ **MARKET FOR RPA**

Based on Forrester Wave review, nowadays customer demand is not only for classical small tasks to automate but to scale up further and do more complex process automations. That enables companies to do digital transformation by automation, especially it is important in the era of working from home. In the RPA global Market different vendors try to provide that type of solutions to their customers. (The Forrester Wave™: Robotic Process Automation, Q1 2021)

RPA Market is growing constantly. According to Forrester [Le Clair et al (2017)], there are more than 50 providers in the market with prices ranging between U.S.\$ 1,600 and U.S.\$ 10,000 per robot, depending on provider and functionality. According to different criteria Forrester defines the following vendors as leaders: UiPath, Automation Anywhere and Blue Prism. According to Gartner state of RPA report, RPA based on functional directions can be divided in the following manner (Fig.1). This kind of picture gives us a clue that, RPA is beneficial not only on specific industries. But mostly in all kind of segments, as functions that can be easily adapted software robots are spread across all the industries.

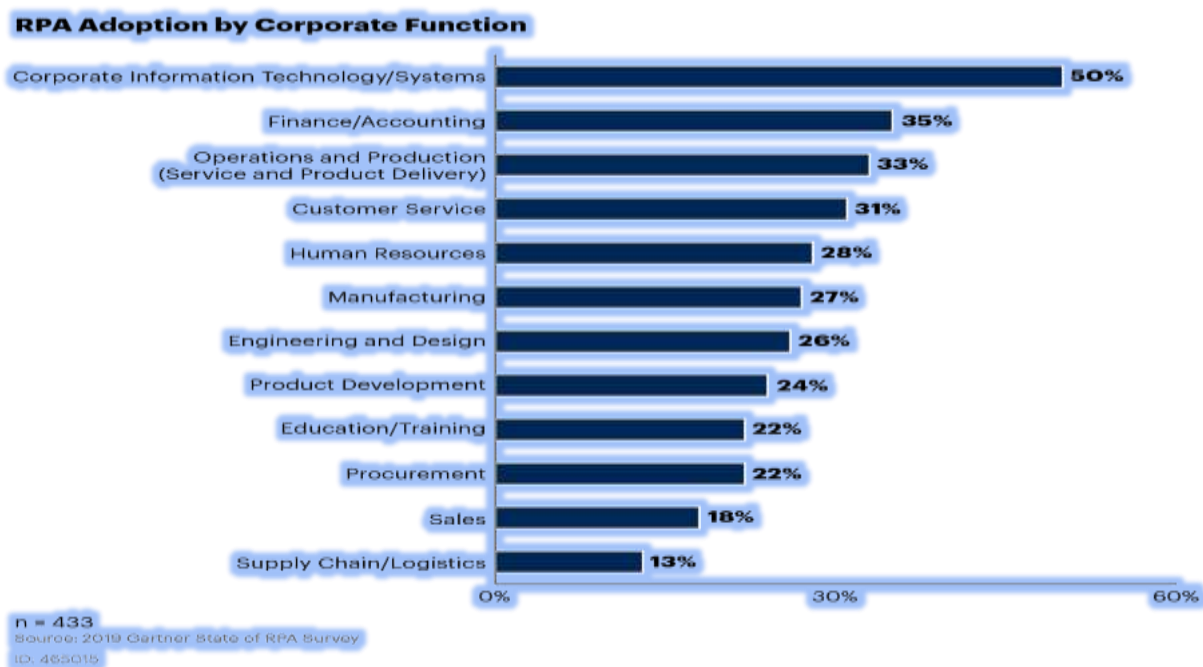


Fig. 1

2. Implementation of robots

In general there are considered to do the following phases when implementing RPA technology. Based on Markus Alberth, Michael Mattern, (2017) First phase is prove of concept (POC), this stage combine analyzing environment in the company/department, studying existing processes in order to reveal best candidate processes for RPA. Processes should be evaluated and assessed in terms of complexity and benefits. After POC project we can move on to the next step automation. One process could be picked up from the analyzed processes to do the development. This phase could be second part of the POC or often can be included on the second phase called Pilot. This is usually done to show case to the senior management of how robot can do the process otherwise done by the human. After these two phases comes the implementation phase itself. Where processes analyzed in the POC phase can be automated process by process. Project Implementation can be done by agile methodology. That way of managing the project gives faster delivery, decreases defects/bugs.

“Typical project risks: If you don’t plan the RPA introduction well, robots may be too slow, too expensive, and introduce too much complexity. Some cases show that the implemented robots could not be used at all. A neutral partner with professional knowhow can neutralize these risks. In addition, the benefits of RPA can most probably be harvested earlier; making it right from the beginning.” (Markus Alberth, Michael Mattern, 2017).

3. Georgian market business cases

As RPA is a new technology that enables digital transformation, BDO Digital as a consulting firm is introducing it to Georgian market. There are several transformational projects already done in financial sector. In banking there are use cases, where robots are doing fast transfers, conversion of exchange rates, registering details form loan applications instead of humans. Also robots replaced human workforce in Risk and compliance department’s processes, which is looking at different types of documents, reading some specific texts in Georgian language, and afterwards checking, comparing and if require registering in the core system.

4. Conclusion

Robotic Process automation is truly become one of the most advanced and disruptive technology in business and Information Technology. In the era of digital transformation, rpa implementation takes a major part in digital transformation. Change management plan, right communication should be prepared to smoothly implement big changes like replacing human employees by digital workforce. BDO in Georgia, is introducing RPA technology in Georgian market. It could be beneficial to almost every industry taking account that RPA brings common benefits in financial, HR, IT, Support and other functions as well. There are massive opportunity to automate processes and to become digital by implementing digital workforce- robots in different segment in Georgia.

References:

1. K.P.Naveen Reddy, Undavalli Harichandana, T Alekhya, Rajesh S.M. (2019). A Study of Robotic Process Automation Among Artificial Intelligence. Internat.Jour.of Scientific and Research Publications (IJSRP)-February
2. Gero Decker, Richard Hull, Hajo A. Reijers, Ingo Weber. (2017). How do Machine Learning, Robotic Process Automation, and Blockchains Affect the Human Factor in Business Process Management?
3. The Forrester Wave™: Robotic Process Automation, Q1 2021
4. Berruti F., Nixon G., Taglioni G., Whitema R. (2017). Intelligent process automation: The engine at the core of the next-generation operating model,
5. Markus Alberth, Michael Mattern. (2017). The Capro Institute Journal of Financial Transformation Automation (available at www.capro.com/institute)
6. Gartner Report of RPA (2019). 2019 Gartner Magic Quadrant for Robotic Process Automation Software. Int_resource:<https://www.joltag.com/blog/2019-gartner-magic-quadrant-for-robotic-process-automation-software>

რობოტული პროცესის ავტომატიზაცია, ციფრული ტრანსფორმაციის ხელშემწყობი ქართულ ბაზარზე

ირმა ბერძენიშვილი
iberdzenishvili@bdo.ge
ქართული უნივერსიტეტი
რეზიუმე

პროცესების რობოტიზაცია (RPA) არის ინოვაციური ტექნოლოგია, ციფრული ტრანსფორმაციის უახლესი განვითარება, რომელიც მთლიანად ცვლის ბიზნესის ხედვას. როდესაც გვესმის სიტყვა „რობოტი“, წარმოვიდგენთ ლითონის ჰუმანოიდს, რომელიც ჩვენ გვერდით ჩამოჯდება. სინამდვილეში, RPA არის აპლიკაცია, ანუ ვირტუალური რობოტი, რომელიც საშუალებას აძლევს თანამშრომლებს დაამუშავონ მონაცემები, დააკავშირონ ერთმანეთთან სხვადასხვა სისტემები და თავიდან აირიდონ ყოველდღიურ საქმიანობაში რუტინული შრომა. RPA მიზნად ისახავს რობოტით ჩაანაცვლოს ადამიანების მიერ შესრულებადი განმეორებადი მოქმედებები. მისი მუშაობის ძირითადი პრინციპია ადამიანის მოქმედებების იმიტაცია. RPA-ს საფუძველია კომპიუტერული ალგორითმები, რომელთა მეშვეობით ვირტუალურ რობოტს შეუძლია დაისწავლოს და გაიმეოროს ადამიანის მოქმედებები. რობოტებს შეუძლია იმუშაოს როგორც ადამიანთან ერთად, ისე დამოუკიდებლად, სამუშაო თუ არასამუშაო საათებში. პროცესების რობოტიზაციით კომპანიაში მიუხედავად მისი საქმიანობის სფეროსი, მიიღწევა სხვადასხვა ტიპის სარგებელი, მათ შორის: ხარჯების შემცირება, პროდუქტიულობის გაზრდა, პროცესების დასწრაფება, შეცდომების აღმოფხვრა. რობოტიზაცია არის მეოთხე ინდუსტრიული რევოლუციის ნაწილი. ციფრული ტრანსფორმაციის ერაში, პროცესების რობოტიზაციას უდიდესი წვლილი მიუძღვის. საქართველოში ზემოაღწერილი ტექნოლოგიის გაცნობას და დანერგვის პროექტებს ახორციელებს ბიდიო დიჯიტალი, რითიც ეხმარება სხვადასხვა ინდუსტრიების კომპანიებს ციფრული ტრანსფორმაციის გზაზე სწორი სვლების განხორციელებაში.

ОСОБЕННОСТИ ПРОВЕДЕНИЯ ЛЕТНЕЙ ШКОЛЫ ПО ПРОГРАММИРОВАНИЮ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ

Олександр Мица¹, Сергей Орышич¹, Теодор Заркуа², Сергей Вапничный¹, Юрий Горошко³
alex.mitsa@uzhnu.edu.ua, sergiy.oryshych@uzhnu.edu.ua, teodore.zarkua@eu.edu.ge,
serhii.vapnichny@uzhnu.edu.ua, horoshko_y@ukr.net

1-Ужгородский национальный университет, Украина, 2-Европейский университет, Грузия,
3-Национальный университет "Черниговский коллегиум" им. Т.Г. Шевченка, Украина,

Резюме

Рассмотрено особенности проведения Международной летней школы по программированию в Ужгороде в условиях пандемии. Описанный формат был эффективен в сложившихся условиях и имел большой интерес со стороны студентов и школьников, которые интересуются спортивным программированием.

Ключевые слова: спортивное программирование, летняя школа, развитие международных отношений, олимпиада, онлайн занятия, пандемия.

1. Введение

Спортивное программирование стало перспективным интеллектуальным видом спорта. С каждым годом количество школьников и студентов, интересующихся олимпиадами по программированию, становится все больше. Владения навыками быстрой разработки оригинальных алгоритмов для решения хитроумных задач помогает молодежи справляться с реальными проблемами общества. Эта разработка жестко ограничивается временными рамками, а за эффективное решение участник получает определенное количество баллов. Для развития навыков и умений, а также для подпитки интереса к спортивному программированию необходимо проводить соответствующие школы. Как правило они проводятся в каникулярный период, когда школьники и студенты активно могут заниматься самообразованием.

2. Основная часть

В августе 2020 года, несмотря на пандемию коронавируса, в Ужгородском национальном университете прошла V Международная летняя школа по программированию. В Ужгород приехали только три команды из Львова: две из Львовского национального университета имени Ивана Франко, одна – из Национального университета «Львовская политехника». Еще три команды Ужгородского университета работали непосредственно в самом университете. Малое количество приехавших команд обусловлено карантинными ограничениями: в компьютерных залах факультета информационных технологий УЖНУ была возможность принимать не более 10 человек в одном помещении. Несмотря на это, отметим довольно активное участие в школе студентов и школьников в онлайн режиме: всего было 170 участников из 27 учебных заведений, в основном – из университетов. Участники представляли четыре страны: Украину, Грузию, Азербайджан и Беларусь. Отметим, что грузинские команды взяли участие уже в третий раз, а профессор Теодор Заркуа уже в четвертый раз выступил в качестве приглашенного лектора. Участники имели возможность выбора одной из двух лиг в зависимости от их уровня знаний. В первой лиге, в которой рассматривались темы посложнее, приняли участие 24 команды, а во второй – 37.

Цель школы – предоставление украинским и зарубежным студентам возможности проявить свое мастерство в искусстве разработки алгоритмов и составлении программ на высоком международном уровне, повышение качества обучения по дисциплинам, которые предусматривают программирование и алгоритмизацию в высших учебных заведениях, содействие подготовке специалистов высокой квалификации в области программирования, налаживание трансграничного сотрудничества и интеграцию нашего образования в образовательное пространство европейских государств. Это основные задачи школы [1]:

- сформировать и отобрать квалифицированные преподавательские кадры, способные организовывать и обеспечивать профессиональную подготовку студентов-программистов к соревнованиям высокого уровня, как тренеров и руководителей команд;
- отобрать и подготовить сильные команды для различных международных студенческих профессиональных соревнований;
- обеспечить обмен опытом между студентами и преподавателями, которые активно работают в области программирования и алгоритмизации и занимаются подготовкой специалистов по современным информационным технологиям;
- донести сочетание лекций во время этих школ, хорошие авторские задачи, составленные на их основе, и анализ решений этих задач к широкой студенческой аудитории;
- стимулировать налаживание деловых контактов между студентами и тренерами команд из разных городов Украины и зарубежными коллегами;
- налаживание трансграничного сотрудничества, интеграцию в образовательное пространство европейских государств, обмен опытом между специалистами из разных стран.

В общем, летняя школа была спланирована и продолжалась 9 дней. 1 и 9 день были организационные, 5 день – экскурсии, а все остальные дни были соревновательными. В каждый из соревновательных дней проводились:

- 1) авторская лекция, где рассматривалась одна из важных алгоритмических тем;
- 2) соревнования по решению задач, часть из которых посвящена теме лекции (другие темы оставлены для произвольного выбора автора);
- 3) разбор задач;
- 4) соревнования по дорешиванию еще не решенных задач текущего дня и всех прошлых дней;
- 5) итоги.

Лекторами на V Международной летней школе по программированию были золотой медалист международной олимпиады по программированию, доцент Львовского национального университета имени Ивана Франко Василий Белецкий; призеры международных студенческих олимпиад Виталий Герасимов и Андрей Макар; золотой медалист международной ученической олимпиады по информатике, студент университета Беркли (США) Антон Ципко; профессор университета АДА (г. Баку, Азербайджан) Михаил Медведев; команда Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (г. Минск, Беларусь) во главе с доцентом Антоном Парамоновым; профессор Европейского университета (г. Тбилиси, Грузия) Теодор Заркуа; призеры международной ученической олимпиады по информатике Адальберт Макарович и Станислав Томаш; доцент Житомирского государственного университета имени Ивана Франко Сергей Жуковский; двукратный победитель Кубка Украины по программированию, участник финалов чемпионата по программированию под эгидой ICPC, аспирант по специальности «Компьютерные науки» Ужгородского университета Евгений Задорожный; призер международной ученической олимпиады по информатике, победитель Кубка Украины по программированию - 2019, победитель Открытого кубка Южного Кавказа - 2019, студент Харьковского национального университета радиоэлектроники Матвей Асландуков; призер различных соревнований по программированию Игорь Баренблат и заведующий кафедрой Ужгородского университета Олександр Мица. Отметим, что Василий Белецкий, Антон Ципко и Евгений Задорожный провели свои авторские дни, выступая на английском языке.

Традиционным спутником школы была газета «Новинка ++» (учитывая дистанционную форму проведения – в онлайн-формате) [2], над которой работала редакционная коллегия в составе сотрудников Ужгородского университета – Василия Шарканя, Александра Лавера, Василия Лавера и Олександра Мицы. В газете освещались события соревновательной части мероприятия, содержалась информация об лекторах, интересное об стране-участнике школы, шутки «на злобу дня» и др.

Наверняка, главные навыки, которые развивает участие в олимпиадах – это собственно программирование и умение искать ошибки в написанных программах. Существуют разные форматы проведения и оценивания решений на олимпиадах. Но в каждой из них количество полученных баллов за предложенное решение напрямую зависит от правильности этого решения. Поэтому нужно реализовать идею без ошибок, желательно с первого раза. В противном случае участник должен быстро выявить и исправить неточности. Умение отлаживать программы – одно из самых важных умений в мире разработки. Без сомнения, победители престижных олимпиад по программированию – это очень талантливые и настойчивые люди. Существует множество олимпиад, проводимых крупнейшими ИТ-компаниями. Технические рекрутеры на протяжении долгих лет следят за результатами разных олимпиад и конкретных участников. Наиболее перспективным и успешным предлагают пройти стажировку, совмещая её с учёбой в университете, с возможностью получить полноценную работу в компании после завершения учёбы. По существу, участие в олимпиадах по программированию предполагает два этапа: придумывание эффективных алгоритмов решения поставленных задач и их реализация. На первый взгляд может показаться, что для достижения солидных результатов на олимпиадах, достаточно выучить некое множество существующих алгоритмов, а потом лишь успешно использовать их на соревнованиях, не оставляя остальным никаких шансов на победу. Но, к сожалению, это так не работает. Задачи формулируются таким образом, что недостаточно угадать, какой алгоритм использовать для ее решения. Практически всегда для полного решения необходимо модернизировать известный алгоритм, дополнить его, скомбинировать несколько алгоритмов в одной программе. Без придумывания собственных новых идей не обойтись.

Программы, написанные во время олимпиад, значительно отличаются от тех, что считаются “традиционными” в программной инженерии. Они короткие, часто являются сложно читаемыми для других программистов и не имеют шансов на развития после окончания олимпиады. Но такие особенности программ обусловлены форматом проведения олимпиад и при должном желании (намного меньшем, чем нужно для того, чтобы научиться придумывать идеи и решать задачи) не будут препятствием для профессионального развития.

Участие в олимпиадах развивает такие качества, как находчивость и нестандартность мышления [3]. Даже самую легкую задачу или самый простой алгоритм двое программистов реализуют абсолютно по-разному. Реализация придуманных решений – это своеобразный способ его изложения при помощи одного из разрешенных на олимпиаде языков программирования, который является только инструментом. Используя одинаковые инструменты: буквы и слова человеческого языка, практически невозможно найти хотя бы двух писателей, которые смогут создать одинаковое произведение на заданную тему. Такую аналогию можно провести и с другими творческими профессиями: художники, скульпторы, музыканты...

Многие бывшие олимпиадники организуют успешные проекты, связанные не только с программированием и ИТ-технологиями. Благодаря участию в олимпиадах, им удалось выработать стойкость к сложным психологическим нагрузкам. Проведя тысячи часов времени за тренировками, пытаясь не истратить даже один из них впустую, они научились оценивать вероятность победы и поражения. Освоили существующие и выработали собственные методы борьбы со стрессовыми ситуациями, с сомнениями и беспокойством, которые ощущают все олимпиадники во время соревнований, в той или иной степени. Это выработанная способность принимать важные решения и нести ответственность за них.

Кроме перечисленных выше достоинств олимпиад, существуют и другие позитивные следствия участия в них. Онлайн олимпиады позволяют собрать в одной локации десятки и даже сотни умных людей, есть возможность путешествовать по всему миру [4]. Это создает комфортную среду для общения и обмена идеями, участники заводят новые знакомства и делятся своими взглядами на разные события. Сложилась хорошая традиция включать в программу проведения соревнования экскурсии по достопримечательностям города и страны, в которой оно проводится. Олимпиадники знакомятся с местной культурой и традициями,

получают доступ к альтернативным взглядам на происходящее события, возможность поделиться своими идеями, получить их субъективную оценку. Это развивает толерантность, терпимость, критичность в оценке суждений и, конечно, простые навыки коммуникации с другими людьми, четкость изложения своих мыслей. Это те навыки, которые точно пригодятся в будущем личностном и карьерном развитии, независимо от выбранного пути и профессии.

3. Заключение

Совершенно необязательно становиться абсолютным победителем всех соревнований. Да это и невозможно. Большинство принимает участие в олимпиадах и школах по программированию просто потому, что они получают от этого огромное удовольствие. Для некоторых это способ выразиться, другим нравится соревновательный дух олимпиад и школ, третьи намеренно бросают себе вызов, пытаясь расширить границы своей прочности. Вместе с этим укрепляются и межгосударственные связи в лучших традициях взаимовыгодного партнерства. В конечном счете, выигравшими становятся все стороны, участвующие в проведении подобных школ.

ლიტერატურა - References – Литература:

1. The site of the summer school on programming, which takes place at the Uzhgorod National University. Internet resource: <http://codeschool.uzhnu.edu.ua/uk> (in Rus)
2. The site of the newspaper "Novinka ++" for the summer school in programming. Internet resource: <http://codeschool.uzhnu.edu.ua/newspaper/> (in Rus)
3. Horoshko, Y.V., Mitsa O.V., Melnyk V.I. (2019). Applying of the general scheme to solving the Olympiad task on computer science". Information Technologies and Learning Tools 71.3 : 40-52
4. Mitsa O., Orishych S., Goroshko Y., Vapnichny S., Borkach N. (2019). About one of the cross-border mechanisms for the effective development of the information society in Ukraine. Science and Education a New Dimension Natural and Technical Sciences., pp.47-52, (in Rus).

FEATURES OF CONDUCTING A SUMMER SCHOOL ON PROGRAMMING IN A PANDEMIC

Oleksandr Mitsa¹, Sergiy Oryshych¹, Teodor Zarkua², Sergiy Vapnichny¹, Yurii Horoshko³

alex.mitsa@uzhnu.edu.ua, sergiy.oryshych@uzhnu.edu.ua, teodore.zarkua@eu.edu.ge,
serhii.vapnichny@uzhnu.edu.ua, horoshko_y@ukr.net

1-Uzhhorod National University, Ukraine, 2-European University, Georgia,
3-Taras Shevchenko National University "Chernihiv Collegium" Chernihiv, Ukraine

Summary

The features of the International Summer School on Programming in Uzhhorod in the context of a pandemic are considered. The described format was effective in the prevailing conditions and was of great interest from students and schoolchildren who are interested in competitive programming.

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА ЛИРА САПР

Джони Гигинейшвили, Игорь Тимченко, Елина Кристесиашвили
johnnigig@gmail.com, igortimchenko@gmail.com, e.kristesiashvili@gtu.ge
Грузинский Технический Университет, ООО „ПРОГРЕСИ“

Резюме

Рассматривается программный комплекс ЛИРА-САПР, который реализует прогрессивную технологию информационного моделирования зданий и сооружений (BIM) и ориентирован на проектирование и расчет строительных конструкций, реализуя сквозное проектирование строительных объектов от архитектора до сметчика. Реализация технологии BIM обеспечивается нативной связью (Двусторонняя связь данных (*data-binding*)) с другими архитектурными, расчетными, графическими и документирующими системами (САПФИР-3D, Revit, Tekla, SAP2000, AutoCAD, ArchiCAD, Advance Steel, BoCAD, Allplan, STARK ES, Gmsh и др.) на основе DXF, MDB, STP, SLI, MSH, STL, OBJ, IFC и др. файлов.

Ключевые слова: Программный комплекс. ЛИРА-САПР. Компьютер. Вычислительная система. Метод конечных элементов., Строительство объектов. Информационное моделирование. Метод расчёта. Моделирование. Элемент конструкций. Проектирование конструкций. Здание. Сооружение.

1. Введение

Процесс проектирования и конструирования объектов строительства, как правило, носит характер итерационного вариантного подбора рационального решения. Современные численные методы и появление вычислительной техники резко расширили рамки решаемых задач теорий упругости и строительной механики [1-3]. Стали развиваться эффективные методы расчета [2-4], позволяющие рассчитывать стержневые, пластинчатые, оболочечные, плоские и пространственные системы с единых позиций. Как правило, расчет объекта строительства в рамках этапа проектирования представляет собой многоуровневый процесс расчетов и принятия решений.

Развитие ЭВМ [5], с одной стороны, предоставило широкие возможности инженеру не только для количественной, но и для качественной оценки конструкции с учетом их оптимизаций, а с другой стороны - оно заставило пересмотреть установившиеся методы и теории расчета конструкций, проектирование объектов в целом. В результате возникают Системы автоматизированного проектирования (САПР) [6-8].

2. Основная часть

ПК ЛИРА САПР — многофункциональный программный комплекс для расчета и проектирования строительных и машиностроительных объектов, а также конструкций различного назначения [9-14]. Программном комплексе реализованы методы моделирования и расчета с использованием современных численных методов автоматизированных систем расчета и проектирования. Реализованный метод расчета — метод конечных элементов (МКЭ). Выполняется расчет на любые статические (силовые и деформационные) и динамические воздействия с учетом расчетного сочетания усилий (PCY). Производится подбор или проверка несущей способности сечений стальных конструкций или армирование сечений железобетонных конструкций. Выдаются эскизы рабочих чертежей КМ, а также чертежи железобетонных элементов. Множественные специализированные системы, позволяют моделировать работу массивов грунта, рассчитывать мостовые сооружения, моделировать работу сооружения в процессе монтажа, исследовать поведение конструкции под динамическими воздействиями во времени и многое другое.

В ПК ЛИРА САПР - реализованы быстродействующие алгоритмы составления и решения систем уравнений с порядком до нескольких миллионов неизвестных. Процессор функционирует в 64-х и 32-х разрядных режимах с использованием многоядерности современных компьютеров.

В программном комплексе реализованы расчеты не только на любые статические воздействия, но и на различные виды динамических воздействий: сейсмика, ветер с учетом пульсации, вибрационные нагрузки, импульс, удар, ответ-спектр, сейсмика на основе акселерограмм и сейсмограмм. Для сейсмических воздействий реализованы нормы Украины, России, Казахстана, Азербайджана, Грузии, США, Франции, Алжира и Еврокоды.

Программный комплекс **ЛИРА САПР** подразумевает численную реализацию эффективных алгоритмов на современных компьютерах и вычислительных системах математического и теоретико-экспериментального моделирования напряженно-деформированного состояния практически любых конструкционных систем на статические, сейсмические и динамические воздействия, а также процессов:

1) трещинообразования, трения, проскальзывания и доведения до разрушения конструкционных материалов любой конфигураций;

2) взаимодействия зданий и сооружений с основанием и окружающей средой как единого объекта исследований, поведение конструкций в различных режимах воздействия и эксплуатации;

3) взаимное скольжение и движение объектов, их взаимодействие с окружающей средой, изучение эффектов взаимодействия полей различной физической природы, их влияния на качество конструкций в процессе изготовления, монтажа и эксплуатации, поведение части земной коры и горных массивов с учетом деформации, динамических процессов и вибрации.

Программный комплекс **ЛИРА САПР** может выполнить проверку и подбор сечений железобетонных и стальных элементов конструкций в соответствии с действующими в мире нормативами. Выполнение рабочих чертежей стадии КМ и КЖ. Программный комплекс позволяет решать задачи как в упругой стадии работы конструкций, так и с учетом различных видов нелинейности (физические и геометрически нелинейные системы) до определения механизма разрушения конструкций.

Целый ряд возможностей комплекса, которые отсутствуют даже у наиболее популярных в мире аналогов – автоматизированный расчет реакции грунтового основания, расчет эффективной жесткости железобетонных сечений, возможность вычислений на удаленных компьютерах, автоматизированный анализ результатов различных вариантов моделирования и др. позволяют повысить надежность результатов и эффективность проектирования строительных объектов любой сложности.

3. Выводы

Системы автоматизированного проектирования и информационного обеспечения строительства **ЛИРА САПР** имеют своей целью облегчение как физического, так и интеллектуального труда и создание такой ситуации, когда в максимальной степени проявляются творческие способности человека, устраняются однообразные и утомительные операции и тем самым меняется сам характер самой производственной деятельности человека, помогая в принятии наиболее рациональных конструктивных решений (на основе детального анализа их напряженно-деформированного состояния во всех стадиях ее проектирования и в процессе эксплуатации с учетом их вариантного моделирования) и проектов зданий и сооружений, а также машиностроительных объектов и решения геофизических задач для надёжного фундирования зданий и сооружений.

Революционные преобразования компьютерных технологий в современном информационном моделировании и проектировании строительных объектов налицо. В настоящее время, вся проектная документация и чертежи практически выполняются только на компьютерах, происходит процесс интеграции программных комплексов, автоматизирующих как разные методы, так и различные разделы проектов. По-видимому, в недалеком будущем следует ожидать появления более усовершенствованных технологий проектирования, основанных на последовательном создании в компьютере «виртуального объекта», во всех подробностях отражающего особенности и характеристики своего натурального близнеца. В дальнейшем «виртуальный объект» будет документироваться, архивироваться, лежать в основе организации строительства

как эталон, с учетом требований техники безопасности и не только в процессе строительства, но и как индикатор для наблюдения и как руководство его надежной эксплуатации.

ლიტერატურა-References – Литература:

1. Drozd A.D. (1931). Beginning Mathematical Analysis. Manual for Transport Units. "Gostransizdat", -M.
2. Zenkevich O., Chang I. (1974). Finite Element Method in Structural Theory and in Continuum Mechanics. -M, "NEDRA"
3. Kupradze V.D. (1963). Potential methods in the theory of elasticity. -M., Fizmatgizb
4. Veruzhsky Y.V. (1978). Numerical methods of potential in some problems of applied mechanics. Kiev, "Vishcha School"
5. Guter R.S., Polunov Yu.L. (1981). From abacus to computer. Znanie Publishing house, -M.
6. Mirtskhulava T.E. (2007). Reliability and aging of hydraulic structures. Measures to determine their failure. National Committee of Georgia, Man and the Biosphere. Tbilisi
7. Gigineishvili D.Y., Korobko V. (1986). Automated designing systems of food industry enterprises. Min. of Food Industry of the USSR, -M.
8. Veryuzhsky Y.V., Kolchunov V.I., Barabash M.S., Genzersky Y.V. (2006). Computer technologies for designing reinforced concrete structures. Kiev, Book publishing house NAU
9. Barabash M.S., Kozlov S.V., Medvedenko D.V. (2012). Computer technology and design of metal structures. Kiev. Book publishing house NAU
10. Gorodetsky, A.S. Batrak L.G., Gorodetsky D.A., Laznyuk M.V., Yusipenko S.V. (2004). Calculation and design of structures of high-rise buildings from monolithic reinforced concrete: problems, experience, possible solutions and recommendations, computer models, information technology, Kiev, Fact.
11. Gorodetsky A.S., Barabash M.S. (2016). Computer modeling in problems of structural mechanics. Textbook
12. Barabash M.S., Boichenko V.V., Medvedev D.V., Palienko O.I. (2012). Information technologies of integration based on sapphire software complex. -Kiev, Publishing house "Steel"
13. Barabash M.S., Soroka M.M., Suryaninov M.G. (2018). Nonlinear alarm mechanics from PC LIRA SAPR. Monograph. Odessa, Ecology
14. Barabash M.S. Computer modeling of the life cycle processes of construction objects: Monograph. -K.: Publishing house "Steel", 2014.

MODELING OF BUILDING AND STRUCTURES BASED "LIRA SAPR" SOFTWARE COMPLEX

Johni Gigineishvili, Igor Timchenko, Elina Kristesiashvili
johnigig@gmail.com, igortimchenko@gmail.com, e.kristesiashvili@gtu.ge
Georgian Technical University, PROGRESSI LLC

Summary

Software complex LIRA-SAPR implements the advanced technology of information modeling of buildings and structures (BIM) and is focused on the design and calculation of building structures, implementing end-to-end design of construction projects from the architect to the estimator. BIM technology implementation is provided by native communication (data-binding with other architectural, calculation, graphic and documenting systems (SAPFIR-3D, Revit, Tekla, SAP2000, AutoCAD, ArchiCAD, Advance Steel, BoCAD, Allplan, STARK ES, Gmsh and etc.) based on DXF, MDB, STP, SLI, MSH, STL, OBJ, IFC and other files.

ИНФОРМАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗДАНИЙ И СОРУЖЕНИЙ НА СЛОЖНОМ РЕЛЬЕФЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПРОГРАММ „САПФИР“, „ЛИРА САПР“ И НОВЫХ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ

Джони Гигинейшвили, Георги Чикваидзе, Давид Гигинейшвили, Темур Мацаберидзе
johnnigig@gmail.com, g.chikvaidze@progresi.com.ge, d.gigineishvili@progresi.com.ge,
temur.matsaberidze@gmail.com

Грузинский Технический Университет, ООО „ПРОГРЕСИ“

Резюме

Рассматриваются вопросы информационного компьютерного моделирования зданий и сооружений на сложном рельефе, что имеет особо важное и актуальное значение. При строительстве на сложном рельефе, как правило, каждое здание или сооружение становится уникальным интеллектуальным производением, и сквозное информационное компьютерное моделирование является актуальным для получения экономических эффектов с учетом оптимизации конструкции фундаментов и элементов каркаса с учетом их надёжности.

Ключевые слова: „САПФИР“, „ЛИРА-САПР“. Метод конечных элементов. Строительство объектов, Компьютерное моделирование. 3D-моделирование. Компьютерная система. Методы расчёта и моделирования. Элемент конструкций. Проектирование конструкций. Здание. Сооружение. Рельеф, Анкеровка. Арматура с винтовым профилем. Муфта. Трубчатый элемент. Базальтовое волокно.

1. Введение

Наше время характеризуется бурным развитием городов и обострением проблем, связанных с взаимоотношением природы и общества. Большая часть территории Грузии расположена на сложном рельефе. Одна из этих проблем – это развитие и расширение городов и населённых пунктов на территориях, неблагоприятных с точки зрения сложного рельефа и инженерно-геологических условий. Значительная часть ($\approx 70\%$) территории Грузии представляет сложность для развития градостроительства из-за условий рельефа. В этом плане с сложным рельефом особенно выделяется г. Тбилиси, т.к. в условиях земельного дефицита сегодня именно такие участки привлекательны для строительных компаний и инвесторов. Проектирование объектов строительства на сложном рельефе современном этапе характеризуется рядом факторов: большие объёмы и сжатые сроки для выполнения проектных работ, конструктивное разнообразие новых зданий и их градостроительного окружения инженерными коммуникациями и объектами инфраструктуры, необходимость строительства на неудобных площадках [1-4].

Развитие ЭВМ [5], с одной стороны, предоставило широкие возможности инженеру не только для количественной, но и для качественной оценки конструкции с учетом их оптимизаций, а с другой стороны – оно заставило пересмотреть установившиеся методы и теории расчета конструкций, проектирование объектов в целом. В результате возникают Системы автоматизированного проектирования (САПР) [6-8].

2. Основная часть

С появлением современных компьютеров пригодных для создания систем автоматизированного проектирования зданий и сооружений [1-3] появилась возможность автоматизировать и наглядно анализировать на экране ЭВМ, наиболее рутинные операции проектирования – аналитические вычисления. Это имеет особое значение для информационного компьютерного 3D моделирования зданий и сооружений, с учетом грунтового основания, если они расположены на рельефе, да еще и в сейсмической зоне.

Благодаря современной компьютерной технике Адаптация существующих методов расчета [4-6] с учетом мирового опыта и требований строительных норм стало более наглядным и информативным [7-9].

В данной работе рассматриваются создания проектов зданий и сооружений, реализуемых с применением информационного моделирования в части определения и реализации интересных проектных

задач, как наиболее перспективное и многообещающее, которые целесообразно решать с применением инструментов информационного моделирования с учетом сложного рельефа на основе применения вычислительных программных комплексов „САПФИР“ и „ЛИРА САПР“ [8,9].

ПК САПФИР, изначально разработанный для целей архитектурного проектирования зданий и сооружений [8], может с успехом применяться как ядро системы автоматизированного проектирования по технологии на основе информационного моделирования. При этом обеспечивается точная метрика, объектные и пространственные привязки, возможность вводить координаты и графически, и в числовой форме с адекватной индикацией и наглядной обратной связью.

Целью нашей работы является освоение рельефа и создание современного и надёжного жилого здания или комплекса на основе применения информационного компьютерного моделирования пространственной среды [10,11], с учетом рассмотрения вариантов, устройства конструкций фундаментов и несущего каркаса здания или сооружения с оптимизацией расхода материалов. В соответствии с поставленной целью, задачи для работы архитектора и конструктора формируются следующим образом:

- разработка архитектурных и конструктивных концепции будущих зданий и сооружений рационального размещения и освоения рельефа с учетом их геологических и геофизических особенностей;
- рациональная организация территории за время строительства и эксплуатации с помощью инженерных систем и ландшафтного дизайна;
- в соответствии с предложенными архитектурными формами и дизайном, разработка наиболее экономичного конструктивного решения и рационального освоения территорий с учетом (профилей поперечного сечения) рельефа;
- контроль и поддержание экологического равновесия на территории комплекса за время строительства и эксплуатации;
- обеспечение прочности и несущей способности с учетом рельефа, всех природно- климатических факторов воздействий и, как правило, с повышенной сейсмической активностью.

При строительстве зданий и сооружений в условиях рельефа особое внимание уделяется фактору рационального освоения и благоустройства территории. Как правило это целый комплекс мероприятий по обеспечению безопасности и содержанию территорий, который включает проектирование и размещение объектов: подпорные стены, лестницы, откосы, пандусы, гроты и др. Однако, для рельефа, как правило наиболее потребляемым являются подпорные стены, которые позволяют решить проблему устойчивости грунтовых массивов.

Аналитическое представление позволяет наблюдать существенные элементы конструкции с точки зрения подготовки к прочностному расчёту и анализу напряжённо -деформированного состояния. Каждый архитектурно -конструктивный элемент, представленный в САПФИР своей информационной моделью «умеет» сформировать и выдать своё адекватное представление для прочностного расчёта.

Для устройства подпорных стен и их анкеров перспективным является применение арматурных стержней с винтовым профилем и муфт [12].

Для усиления и закрепления склонов нами предлагается использование новых конструкционные материалы в виде пустотелых трубчатых элементов, изготовленных на основе применения базальтового волокна [13,14]. Количество труб в трубчатом элементе, их конфигурация поперечного сечения, шаг (вертикальные и горизонтальные расстояния) между ними, а также грунтовые анкера, их конфигурация и количество принимаются на основе компьютерного моделирования и расчетов.

На основе реалистичных 3D моделей полученных на основе „САПФИР“ и „ЛИРА САПР“ [8,9, 15-19] можно моделировать конструкций зданий и сооружений практически любой конфигурации и назначения с учетом рельефа местности.

ПК САПФИР естественным образом связывается с определёнными расчётными комплексами.

Подсистема КОНСТРУКЦИИ в рамках ПК САПФИР обеспечивает постобработку аналитической модели, её конструкторскую доводку и преобразование в расчётную схему для прочностного расчёта по методу конечных элементов (МКЭ) в отечественном ПК МИРАЖ или ЛИРА-САПР.

По запросу пользователя система автоматически генерирует чертежи схем размещения продольной арматуры и поперечной арматуры в зонах продавливания, чертежи узлов продавливания и чертежи серии КЖИ, на которых представлены арматурные каркасы, спецификации арматуры, ведомости деталей (с эскизами) и ведомости расхода стали.

Вносимые в модель изменения автоматически учитываются на производных от модели изображениях: планах, фасадах, разрезах и других видах. Изменения, вносимые в параметры армирования и в геометрию размещения дополнительной арматуры, автоматически отражаются на содержании спецификаций и ведомостей.

3. Выводы

Системы автоматизированного проектирования и информационного обеспечения строительства Программные комплексы „САПФИР“ и „ЛИРА САПР“ позволяют моделировать практически любые здания и сооружения с учетом сложного рельефа, грунтовых условий и сейсмического воздействия.

Методы математического моделирования с применением современных компьютерных технологий, современных программных комплексов и численных методов во многих случаях являются единственно возможным инструментом для проведения таких исследований и создания рекомендаций для создания и сохранения с учетом сложного рельефа.

В настоящее время вся проектная документация и чертежи практически выполняются только на компьютерах, а в процессе создания проектной документации происходит процесс интеграции программных комплексов, автоматизирующих как разные методы, так и различные разделы проектов. Практически, все разделы проектов от выбора земельного участка до выдачи сметной документации, а дальше до управления строительством, процессам эксплуатации и демонтажа можно контролировать на основе применения компьютеров с применением специальных программных средств.

Проведены экспериментальные и компьютерные моделирования с применением грунтовых конечных элементов для разных вариантов подпорной стены, с заанкеренными в грунт арматурными стержнями с винтовым профилем и муфтами или трубчатыми стержневыми элементами на основе базальтового волокна.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Norenkov I. (2002) Basics of computer-aided design: Textbook for universities. 2nd ed., Rev. and add. - M.: Publishing house of MSTU im. N.E. Bauman (in Russian)
2. Malyukh V. (2010). Introduction to modern CAD. -M.: DMK Press (in Russian)
3. Ushakov D. (2011). Introduction to the mathematical foundations of CAD. -M.: DMK Press
4. Gorodetsky A., Batrak L., Gorodetsky D., Laznyuk M., Yusipenko S. (2004). Calculation and design of structures of high-rise buildings from monolithic reinforced concrete: problems, experience, possible solutions and recommendations, computer models, information technology. Kiev, Fact.
5. Veryuzhsky Y., Kolchunov V. (2005). Reinforced concrete mechanics methods. -K.: NAU
6. Veryuzhsky Y., Kolchunov V., Barabash M., Genzersky Y.. (2006). Computer technologies for designing reinforced concrete structures”, Kiev, Book publishing house NAU
7. Nemchinov Yu. (2008). Seismic resistance of buildings and structures. In two volumes. -Kiev
8. PC "SAPPHIRE". (2017-2020). A software package for the calculation and design of structures. Under. Ed. A.S. Gorodetsky. -Kiev
9. PC "LIRA SAPR". (2017-2020). A software package for the calculation and design of structures. Under. Ed. A.S. Gorodetsky. -Kiev
10. Gigineishvili D., Matsaberidze T., Tkachenko T., Voloshkina. (2015). Some features of strengthening two-story retaining walls taking into account the work of the soil base. Scientific-tech. jour. "BUILDING". 3(38), pp.6-14.

11. Gigineishvili D., Intskirveli N., Grimes P. (2015). Features of the architectural and planning solutions, calculation and design of the hotel complex "HILTON" in city Batumi. *Scient.-techn. jour. "BUILDING". 1 (36)*, 6-12.
12. TU 14-1-5254-2006. Rolled periodic profile of reinforcement for reinforcing reinforced concrete structures.
13. Gigineishvili J. (2014). Results of survey of prestressed concrete beams reinforced with basaltplastic bars. *Int. Conf. Seismics-2014, Tbilisi, Georgia, 29-30 May*, pp. 65-78.
14. Gigineishvili J., Tsitsilashvili O., Chikvaidze G. (2008). Bazaltic fibers and pipes or pipelines on their basis. first international conference on seismic safety problems of caucasus region population, cities and settlement, September 8-11, pp.206-213. Tbilisi, Georgia
15. Barabash M., Kozlov S., Medvedenko D. (2012). Computer technology and design of metal structures. Kiev. Book publishing house NAU
16. Barabash M., Boichenko V., Medvedev D., Palienko O. (2012). Information technologies of integration based on sapphire software complex. -K., Publishing house "Steel"
17. Barabash M. (2014). Computer modeling of the life cycle processes of construction objects: Monograph. -K., Publishing house "Steel"
18. Gorodetsky A., Barabash M. (2016). Computer modeling in problems of structural mechanics. Textbook
19. Barabash M., Soroka M., Suryaninov M. (2018). Nonlinear alarm mechanics from PC "LIRA SAPR", monograph. Odessa, Ecology, 248 p.

MODELING OF BUILDING AND STRUCTURES BASED "LIRA SAPR" SOFTWARE COMPLEX

Johni Gigineishvili, Giorgi Chikvaidze, David Gigineishvili, Temur Matsaberidze
johnnigig@gmail.com, g.chikvaidze@progresi.com.ge, d.gigineishvili@progresi.com.ge,
temur.matsaberidze@gmail.com
Georgian Technical University, PROGRESSI LLC

Summary

The urgency of the problem. Our time is characterized by the rapid development of cities and the aggravation of problems associated with the relationship between nature and society. Most of the territory of Georgia is located on a complicated terrain. One of these problems is the development and expansion of cities and settlements in territories that are unfavorable from the point of view of engineering and geological conditions, since a significant part ($\approx 70\%$) of the territory of Georgia is complicated for the development of urban planning due to terrain conditions. In this regard, with a difficult terrain, the city of Tbilisi stands out, because in conditions of land shortage, today it is these (dysfunctional?) plots that are attractive for construction companies and investors. In this regard, information modeling of buildings and structures on difficult terrain is of particular relevance. The design of construction projects on difficult terrain at the present stage is characterized by a number of factors: large volumes and tight deadlines for the implementation of design work, the constructive variety of new buildings and their urban planning environment with utilities and infrastructure facilities, the need for construction on inconvenient sites. In this regard, computer modeling of buildings and structures on difficult terrain is of particular importance. When building on difficult terrain, as a rule, each building or structure becomes a unique intellectual product, and end-to-end information computer modeling is relevant for obtaining economic effects, taking into account the optimization of the design of foundations and frame elements, taking into account their reliability.

ON THE ROLE OF INFORMATION TECHNOLOGIES FOR DECISION MAKING PROCESS IN SOCIAL BUSINESS

Didmanidze Ibrahim, Beridze Zebur, Didmanidze Didar
Batumi Shota Rustaveli State University
ibraim.didmanidze@bsu.edu.ge

Resume

The paper outlines that decision-making is the process by which individuals and groups identify, combine, and integrate Information Technologies in order to choose one of several possible courses of action. In social business, research traditions involve the cognition, affect, and behavior that drive both individual decision-making (including attitudes, beliefs, values, and actions) and group decision-making (including group formation, group preference, performance and influence, social decision schemes, straw poll, social comparison, and groupthink).

Key words: information technologies, decision-making process, social business.

1. Introduction

Although some social businessmen have taken up decision-making as a focused research interest, social business generally is seen as informing the emerging technical data areas of the decision sciences [3]. As a topic area within social business, decision-making is not guided by a single theoretical framework that researchers use to organize and guide their work. Rather, a number of theories in which decision-making is either explicit or implicit can be found within symbolic interactionism, exchange theory, rational choice, cognitive consistency theories, and other research on attitudes, beliefs, social business values, and technical behaviors. Dissonance theory, for instance, is a comprehensive framework that describes cognition and behavior before, during, and after people make decisions. It is based upon the general proposition that inconsistent cognitions arouse an unpleasant business subjective [5].

2. Formulation of the problem

The report discusses the point of view of Georgian Professors Ibrahim Didmanidze and Irma Bagrationi's work "On Educational Value of Pedagogical Ethics in the Age of Information Technology" through Information Technologies theory: "In addition the research shows that teachers' beliefs about the value of digital technology for learning and the nature of successful learning environments are important in teachers' pedagogical reasoning" [1] the authors discuss the theoretical thinking about some "educational technologies for the aesthetic synesthesia research" and "the aesthetic facts were interpreted by the language of physical phenomena in their aggregate. The conversion to the cognition and an assessment of aesthetic things was outlined by means of the irrational sub-modal perception with distortion of the previous original shape of artwork's existence, where a determinative harmonious part was assigned for the content or the language fact in the institutionalization of the artistic work" [2].

The paper discusses that in everyday life - and especially while interacting with others - decision-making situations are highly complex and unstructured. For example, if we want to decide how trustworthy or angry a person is, we have to integrate Information Technologies such as facial expressions and the pragmatics of language. The ability to understand and infer other business peoples' thoughts, feelings, and intentions is referred to as "social cognition" or "theory of mind". Based on this understanding of the mental states of others, we make predictions about their behavior and adjust our own behaviors in response. Furthermore, we use this ability to make judgments as to whether certain business behaviors represent violations of moral or social norms [4].

The report concludes that social workers continually make decisions: what can research on the social business of decision making tell us that might improve the process? In making decisions, people draw largely on the Information Technology that comes to mind most easily. Thus, in choosing social workers tend to select repeatedly experts of whom they are most immediately aware. Use of a database of potential reviewers can help to overcome

this tendency. When making judgments about items, people consider their similarity to other items in the same data. Papers that deviate from norms are often poorly received by social workers; this tendency can lead to bias against papers that are from other countries and therefore do not conform to usual modes of presentation. Even when successive events are random, people perceive patterns.

3. Conclusion

Therefore, editors focus largely on weaknesses rather than strengths; they worry more that they will publish seriously flawed work than that they will reject work that is worthy. That tendency can result in failure to publish innovative work. To help to overcome the tendency, editors can give reviewers instructions that elicit information on the significance and strengths of the work being reviewed.

ლიტერატურა-References – Литература:

1. Didmanidze Ibrahim and Bagrationi Irma, On Educational Value of Pedagogical Ethics in the Age of Information Technology, Proceedings of II World Congress in Real & Virtual Mode – „East-West: The Intersection of Cultures“, Japan, Kyoto City: “Kyoto Sangyo University Press”, 2019. pp. 514-520. (In English)
2. Didmanidze Ibrahim and Bagrationi Irma, On Educational Technologies for the Aesthetic Synesthesia Research, the Journal “Cross-Cultural Studies: Education and Science (CCS&ES)”, Volume 5, Issue II, Vermont: “Middlebury College”, 2020. pp. 67-78. DOI: “10.24411/2470-1262-2020-10078” (In English)
3. Randell Brian, Handbook of the Social Origins of Digital Computers, Second Revised Edition, London, Published by Publishing House “Free Press”, 2002. - 142 pp. (In English)
4. Taib Ihsan, Loophole Allows Bias in Displays on Computer Reservations Social System, New York, Published by Publishing House “Abbeville Press”, 1990. - 144 pp. (In English)
5. Tedre, Matti, The Science of Computing: Shaping a Social Discipline, New York, Published by “CRC Press” and “McGraw-Hill Companies”, 2014. - 257 pp. (In English)

ინფორმაციული ტექნოლოგიების როლის შესახებ გადაწყვეტილების მიღებისას სოციალურ ბიზნესში

იბრაიმ დიდმანიძე, ზებურ ბერიძე, დიდარ დიდმანიძე

ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

ibraim.didmanidze@bsu.edu.ge

რეზიუმე

განხილულია გადაწყვეტილების მიღების პროცესი სოციალურ ბიზნესში, რომლის დროსაც პირები და ჯგუფები ახდენენ ინფორმაციული ტექნოლოგიების იდენტიფიცირებას, კომბინირებას და ინტეგრირებას, რათა აირჩიონ მოქმედების რამდენიმე შესაძლო კურსიდან ერთი. სოციალურ ბიზნესში, კვლევის ტრადიციები მოიცავს შემეცნებას, გავლენას და ქცევას, რაც განაპირობებს როგორც ინდივიდუალური გადაწყვეტილების მიღებას (მათ შორის, დამოკიდებულება, შეხედულებები, ღირებულებები და მოქმედებები) და ჯგუფური გადაწყვეტილების მიღება (მათ შორის ჯგუფის ფორმირება, ჯგუფის უპირატესობა, მოქმედება და გავლენა, სოციალური გადაწყვეტილების სქემები, ჩალის გამოკითხვა, სოციალური შედარება და ჯგუფური აზრი).

ANALYSIS OF THE WORK OF A CONWAY'S CELL MACHINE USING SHANNON ENTROPY

Didmanidze Ibraim¹, Zaslavskiy Vladimir², Kakhiani Gregory¹, Kakhidze Kakhi¹

1-Batumi Shota Rustaveli State University,

2-Taras Shevchenko National University of Kyiv

ibraim.didmanidze@bsu.edu.ge

Abstract

The article proposes a new method of calculating local and global informational entropy for Conway's life-type game systems - reduced entropy. The article describes tools and the numerical experiments.

Key words: Shannon, Game of Life, Entropy.

1. Introduction

Game of Life is a cellular machine invented in 1970 by the British mathematician John Conway, which obeys certain rules [1].

The area of operation of the cellular machine is called the "universe" (see Fig. 1), it is an environment divided into cells, each cell includes 8 neighbors that determine the state of the cell [2].

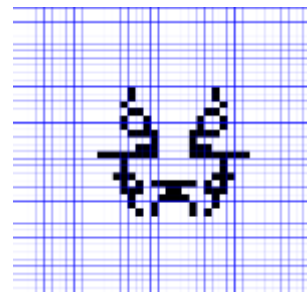


Fig. 1. The Conway World.

Each cell can only be in 2 states, it is either alive (1) or dead (0).

2. Formulation of the problem

The volume of the "universe" and the state of the cells are not related to each other, so the finiteness and infinity of the "universe" cannot affect the rules.

The user arranges the figures as he decides, this action is called first generation, and in this case the environmental factor cannot affect the life of the cell, but then the next step is taken, according to which the cell appears or disappears in the world.

Cellular automation algorithm used to predict agricultural development in suburbs of Toronto [3]. The same model was used to understand the damage of forest fires [4], The area was divided into parts and environmental factors such as roads, terrain, were used to describe the various conditions with which the hearth of fire could reach.

The one-dimensional and heterogeneous cellular machine is considered to be the frequency of pseudo-random numbers used in cryptography through secret code. The quality of the frequency of pseudo-random numbers depends on the accepted rules of the cellular machine [5].

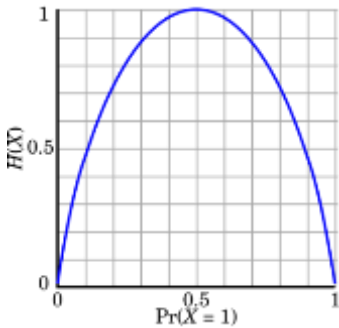
The Conway-created game illustrates how different living systems can survive in some particular environment in terms of entropy reduction. The game and its other versions with different rules are known as cellular machines, which are the basis of numerous experiments and research in computational biology [6].

Information entropy, also known as Shannon entropy. According to Shannonian theory, entropy is the edge of a kind of uncertainty, otherwise we can call it the edge of chaos. Rather, Shannon entropy is a function of the information volume of a system. "Entropy information" or "amount of information using the Shannon formula" is often used as entropy.

The concept of information entropy is directly related to information theory, statistics, and statistical physics, because information entropy is thought of as the logarithm of the states within a system. Such a function with its result ensures the addictiveness of entropy where N represents the number of compatible states P_i - the mean value of the probability scatter, from which the Shannon information entropy formula is derived:

$$H = - \sum_{i=0}^N P_i \log(P_i)$$

Assume that each of the systems we need can exist equally in each N, with the magnitude we need, and their probabilities must be any P_i where $i = 1, 2, 3, \dots, N$ and the entropy used with Shannon H is the set of all our probabilities $P = (p_1, \dots, p_n)$: from which we are getting the function $H=H(p)$.



Defines the value of the above formula: It should also be noted that for each of our systems $H(P) \leq H(P_\infty)$ where infinity P is evenly distributed as the equation for all probabilities is $1/N$, if each element of the system takes two states then the entropy graph Looks like this (see Fig. 2).

Fig. 2. Information entropy graph obtained in binary systems

As can be seen from the graph, the entropy takes on a symmetric value around a probability of 0.5, so it is impossible to distinguish both a completely filled area and a completely empty area from this point of view. In order to overcome this inconvenience, we introduced a cone entropy in the study, which is calculated by the following formula:

$$H = \begin{cases} \sum_{i=0}^N P_i \log(P_i) & \text{if } P_i > 0,5 \\ - \sum_{i=0}^N P_i \log(P_i) & \text{if } P_i \leq 0,5 \end{cases}$$

The entropy of this formula takes into account the state of the system and shows what is the entropy (size of uncertainty) due to the existence or excess of objects. The corresponding graph for this formula looks as follows (see Fig. 3).

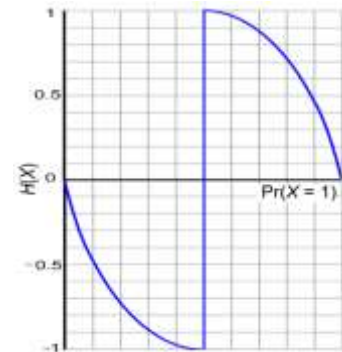


Fig. 3

	NW	N	NE	
	W	C	E	
	SW	S	SE	

The world of Conway in its own right is a graphical form of binary code (in some ways it can be said to be a message). Accordingly, a given binary array can be subjected to entropy. Also in around each cell has 8 neighbors (see Fig. 4) (which interact with each other) and by similar reasoning we can subject it to a local entropy.

Fig. 4

The aim of our study is to link Conway's "game of life" and entropy.

For this purpose, a program was written in C #, the working area of which is divided into two parts, the first part is a simulation of the world of Conway, and the second part is a visualization of the connection of this world with entropy. The user interface of the program is presented in Fig.5.

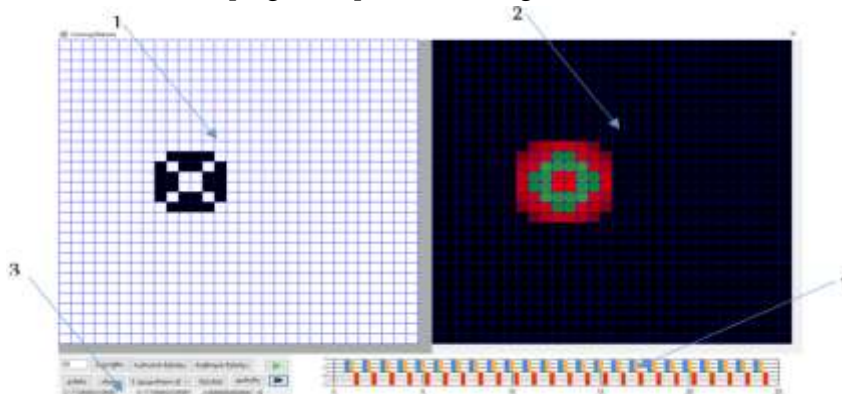


Fig. 5. Program user interface. 1. Worksheet. 2. Information panel. 3. Management elements. 4. Statistical characteristics

1. Worksheet - This is where the initial configuration of the conveyor world is set up and further simulated;
2. Information panel - provides graphical visualization of various types of data in the simulation process. The panel works in 3 modes, displaying the neighbors of the elements, classical entropy and cone entropy modes;
3. Control elements - ensure the management of the program by the user;
4. Statistical characteristics - here each move reflects the density of the elements, the classical and conical entropy.

Several experiments were performed within the described program, which showed that entropy and especially reduced entropy have a great influence on the operation of similar discrete systems. In particular, in a discrete system such as the Conway universe, where the location of an element as well as the rules for its interaction with other elements are strictly determined, any action (cell death or emergence) is usually preceded by a change in local entropy, especially from classical entropy. We move to the cone entropy. It should also be noted that changes in local entropy in the system may not affect the entropy level of the entire system (gliders). To illustrate these considerations, let us cite the results of numerical experiments.

different numerical experiments have shown that cone entropy can be used as a kind of assessment tool for population development, for example it has been found that the so-called entropy. Death points (marked in bright green in the pictures) indicate that the current structure or its subsequent evolutionary stage will be more developed (diverse, complex) or even retain its structure. Carrier) Different stages of evolution, we should pay attention to the fact that structures that have green dots are more likely to survive in the next generation or their structure will be complicated. And the structure of objects that do not have point points is either absolutely stable (Block) or is dynamically stable which means that the structure has virtually two identical states (Aircraft Carrier, Blinker) (see Fig. 6).

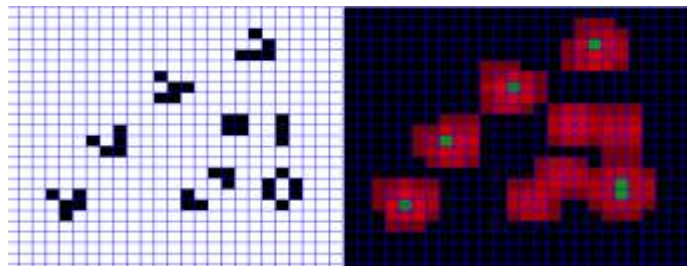


Fig.6

To support this view, we will give another example, this time of a more complex structure with many non-recurring states (see Fig. 7).

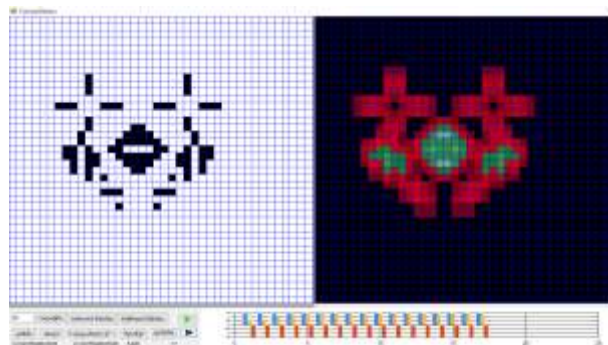


Fig 7

From our point of view, here we must pay special attention to the concentration of green dots again, which are often concentrated in the center of the body nucleus and determine its evolution. The set of changes generates a kind of wave, which is a kind of announcement of the expected changes, we can assume that in conveyor type systems whose development rules are strictly determined, the wave of changes is preceded by a wave of information entropy.

The rules of the Conway universe are not static, which makes it possible to write other terms, such as the method used by Canada, to transfer the rules of the Conway universe to a program by generating forest fires and their various purposes, and as a result they were able to see an approximate picture of forest fires. Through all this, it was possible to say where the fire would go in the near future. The entropy developed by us makes it possible to

determine not only the location of further outbreaks, but also subsequent climate change, such as approximate calculations of smoke scattering in the same atmosphere or damage to nature by fire (under normal conditions).

Using the Conway universe it is possible to easily determine the development of bacteria or similar creatures or a better option, it is also possible to determine the rate of development of any disease if we take into account the fact that all this happens under normal conditions. From this, it can be said that the world of Conway can be used in many fields, from medicine to the environment.

3. Conclusion

The methods of entropy and local entropy analysis presented in the paper can be used to analyze and predict deterministic dynamic systems, it can be considered that the wave of changes in dynamic structures is preceded by a wave of entropy. As part of the research, it is planned to study multi-population conveyor cellular machines using the described methodology.

ლიტერატურა – References :

1. Andrew Adamatzky. (2019). Game of life Cellular Automata searched 25 April
2. Conway, private communication to the 'Life list', 14 April (1999) searched 25 April, 2019
3. Peter Deadman, Robert D. Brown, H. Randy Gimblett, (1993). Modelling Rural Residential Settlement Patterns with Cellular Automata, Journal of Environmental Management 37: 147-160). searched 25 April, 2019
4. Ioannis Karafyllidis, Adonios Thanailakis. (1997). A model for predicting forest fire spreading using cellular automata, Ecological Modelling 99: 87-97, searched 25 April, 2019
5. Franciszek Seredynski. Secret Key Cryptography with Cellular Automata searched 25 April, 2019
6. <https://gammacepei.wordpress.com/2012/03/24/entropy-and-the-game-of-life/> searched 25 April, 2019

კონვეის ფიქური მანქანის მუშაობის ანალიზი შენონის ენტროპიის გამოყენებით

იბრაიმ დიდმანიძე¹, ვლადიმირ ზასლავსკი², გრიგოლ კახიანი¹,
კახი კახიძე¹

1-ბათუმის შოთა რუსთაველის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

2-ტარას შევჩენკოს სახელობის კიევის ეროვნული უნივერსიტეტი

ibraim.didmanidze@bsu.edu.ge

რეზიუმე

შემოთავაზებულია Conway- ის ცხოვრებისეული ტიპის სათამაშო სისტემებისთვის ადგილობრივი და გლობალური ინფორმაციული ენტროპიის გაანგარიშების ახალი მეთოდი - შემცირებული ენტროპია. სტატიაში აღწერილია ინსტრუმენტები და რიცხვითი ექსპერიმენტები.

ნორმატიულ-სამართლებრივ დოკუმენტებში აგენტურ-ორიენტირებული მიდგომა და აგენტთა სისტემების თეორია

ოთარ შონია, იოსებ ქართველიშვილი, ლუკა შონია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
o.shonia@gtu.ge, s.kartvelishvili@gtu.ge, lu.shonia@gmail.com

რეზიუმე

ნაშრომში წარმოდგენილია ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ურთიერთკავშირის ვიზუალიზაციისა და ანალიზის სისტემის რეალიზაციის საშუალება - აგენტურ-ორიენტირებული მიდგომა. აღნიშნული სისტემის ტექნოლოგიებისა და მასთან დაკავშირებული განმარტების აღწერა. ნაშრომში მიმოხილულია აგენტთა არქიტექტურა, კლასიფიკაცია, მოდელები და მათი გამოყენების სფერო.

საკვანძო სიტყვები: ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტი. აგენტურ-ორიენტირებული მიდგომა. აგენტთა სისტემის თეორია. პოტენციურად საშიში სიტუაცია.

1. შესავალი

საყოველთაო ინფორმაციის თანამედროვე ტენდენციები იწვევენ განუსაზღვრელი ავტომატური და ავტომატიზებული სისტემების ფართო გავრცელებას სხვადასხვა სფეროებში და პროცესებში. მიუხედავად ამისა, თანამედროვე ცხოვრების ისეთ მნიშვნელოვან სფეროს, როგორცაა კანონშემოქმედება, ჯერ კიდევ არ მიუღია ავტომატიზაციის ობიექტის როლი (თუ არ ჩავთვლით საცნობარო-სამართლებრივ სისტემებს, ნაწილობრივ ავტომატიზებული საძიებო პროცესი და ინფორმაციის სისტემატიზაცია). აღნიშნული ფაქტი შეიძლება დავუკავშიროთ იმას, რომ კანონშემოქმედებითი პროცესი ერთის მხრივ არის საკმაოდ რთული პროცედურა, რომელიც საჭიროებს უზარმაზარი რაოდენობის ინფორმაციის ანალიზს. ამგვარი პროცესის განხორციელების, ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების მოძიების ან მათი იურიდიული გაფორმების დროს, უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება ამ ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ურთიერთკავშირის ვიზუალიზაციისა და ანალიზის სისტემის ეფექტურად გამოყენებას, რათა კანონშემოქმედებითი პროცესის წარმოების დროს, მოქმედ საკანონმდებლო აქტებში ცვლილებების შეტანის აუცილებლობისა და ახალი აქტების შექმნის პროცესში, არსებობს ფორმალური წესებისა და საკანონმდებლო პროცესის ნორმების დარღვევის რისკები მიმაგრებული სპეციალური დოკუმენტების სახით [1].

2. ძირითადი ნაწილი

ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ურთიერთკავშირის ვიზუალიზაციისა და ანალიზის სისტემის რეალიზაციისათვის ეფექტური იქნება აგენტურ-ორიენტირებული მიდგომის გამოყენება. დოკუმენტის ტექსტში ჰიპერლინკების განლაგების, პოტენციურად საშიში სიტუაციების და ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტის „შემოგარენის“ ვიზუალიზაციის ამოცნობის, ასევე საკანონმდებლო ბაზის ფონური ანალიზის ამოცანები გადანაწილებულია ურთიერთმოქმედ პროგრამულ აგენტებს შორის. აგენტურ-ორიენტირებული მიდგომა ეს საკმაოდ ახალი ტექნოლოგიაა, რომელიც არსებობს ხელოვნური ინტელექტის ზღვარზე, სისტემების ზოგად თეორიაში, ინფორმაციულ და სატელეკომუნიკაციო ტექნოლოგიებში [2]. განვიხილოთ სხვადასხვა სახის აგენტები:

1. პროგრამული აგენტი შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც ავტონომიური პროცესი, რომელსაც უნარი აქვს მოახდინოს რეაგირება შესრულების მოთხოვნაზე და გამოიწვიოს ცვლილება შესრულების დროს, შესაძლოა მომხმარებელთან ან სხვა აგენტებთან თანამშრომლობით. თუმცა ზემოთ მოყვანილი განმარტება უეჭველად არ გამოარჩევს ინტელექტუალური აგენტის თვისებას, რომლებიც განსაზღვრავენ მისი ქცევის თავისებურებებს. ჩვეულებრივ ითვლება, რომ ინტელექტუალურ აგენტი უნდა ფლობდეს შემდეგ თვისებებს: ავტონომიურობა - დამოუკიდებელი, ავტონომიური მუშაობის უნარი; რეაქტიულობა - გარე სამყაროს შეგრძნების უნარი და ცვლილებებზე რეაგირება, მოქმედება, რომელიც მიმართულია

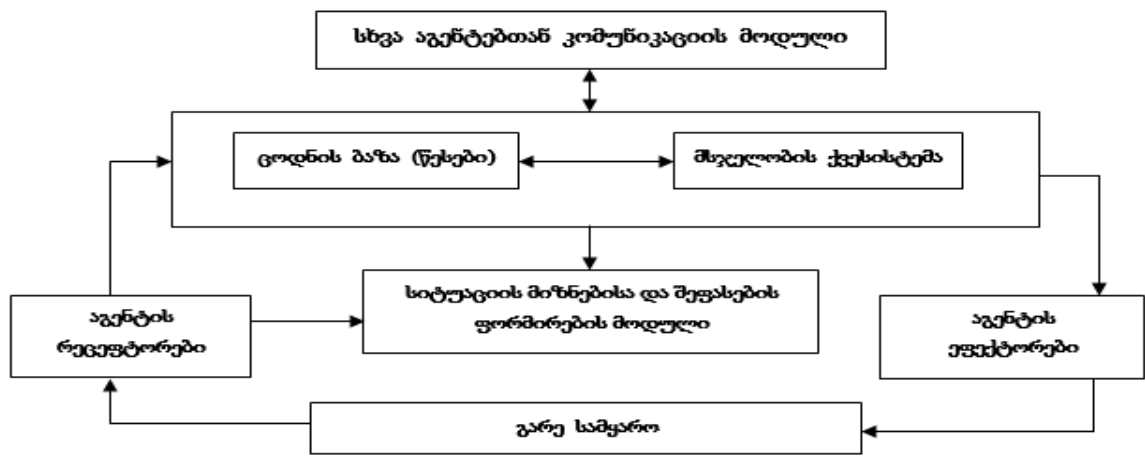
მიზნების მიღწევაზე; აქტიურობა - მიზნობრივი მოქმედების მართვის უნარი, ინიციატივის გამოვლენა, მოქმედების განხორციელება მიმართული მიზნების მისაღწევად; კომუნიკაბელურობა - მიზნების მისაღწევად გარე სამყაროს სხვა არსებებთან (სხვა აგენტებთან, ადამიანებთან) ურთიერთმოქმედება.

აგენტთა შესაძლო, მაგრამ არა აუცილებელი თვისებებია: ხანგრძლივობა - შედარებით დროის დიდი მონაკვეთის მანძილზე; მობილურობა - შესრულების დროს ქსელების სხვადასხვა კვანძს შორის გადაადგილების უნარი; ინტელექტუალობა (ათვისება) - ახალი გადაწყვეტილებების მოძიების უნარი; ადაპტირება - გარე სამყაროს შესწავლისა და ადაპტაციის უნარი; აქტიურობა - მიზანმიმართული ქცევების ათვისება; ანტიციპაცია - უნარი მომხმარებლის მოთხოვნის განჭვრეტისა.

2. მრავალაგენტური სისტემა (მს) - ეს არის სისტემა, რომელიც შექმნილია რამდენიმე ურთიერთმოქმედებითი ინტელექტუალური აგენტებით. ფორმალურად მს განისაზღვრება შვიდნიშნა ობიექტებით [A,E,R,ORG,ACT,COM,EV], სადაც A - არის მრავლობითი აგენტი, რომლებსაც გააჩნიათ E-ს რომელიმე სფეროში ფუნქციონირების შესაძლებლობა, იმყოფებიან R-სთან განსაზღვრულ ურთიერთობაში, ურთიერთმოქმედებენ ერთმანეთთან და აფორმირებენ ORG -ის რომელიმე ორგანიზაციას, გააჩნიათ ქმს (ქცევებისა და მოქმედების სტრატეგია) ინდივიდუალური და საერთო ქმედებების ნაკრები, რომელიც აერთიანებს COM-ის შესაძლო საკომუნიკაციო ქმედებებს და ხასიათდება EV ევოლუციის შესაძლებლობებით. მრავალაგენტურ სისტემებს საერთოდ ახასიათებს შემდეგი სახის მახასიათებლები: ავტონომიურობა, დეცენტრალიზაცია, წარმოდგენის შეზღუდულობა, თვითორგანიზაცია.

3. აგენტური პლატფორმა - ეს არის გარემო, სადაც ფუნქციონირებენ აგენტები. აგენტური პლატფორმა წარმოადგენს საბაზისო სერვისებს, რომელიც აუცილებელია აგენტების ფუნქციონირებისათვის, შეტყობინებების გაცვლისთვის, ცხოვრებისეული ციკლის მართვისთვის (შესრულების ნაკადი), იგი უზრუნველყოფს მუშაობის უსაფრთხოებას, იძლევა რესურსებთან დაშვების შესაძლებლობას, ახდენს ინფრასტრუქტურისა და განსაზღვრული სტანდარტების რეალიზებას სხვა პლატფორმებთან ურთიერთმოქმედებისთვის.

აგენტი წარმოადგენს კომპონენტების ნაკრებს, რომლებიც პასუხისმგებელი არიან მის ფუნქციონირებაზე: გადაწყვეტილების მიღების პროცესი, შედეგების გამოტანა, და შესაძლო სწავლება და გარემოსთან ურთიერთმოქმედება. დღეისთვის, ცნობილია პროგრამული აგენტის არქიტექტურის რამდენიმე ვარიანტი, რომელთაგან უფრო გავრცელებულია - InteRRaP, Retsina, ERE და სხვა [1].

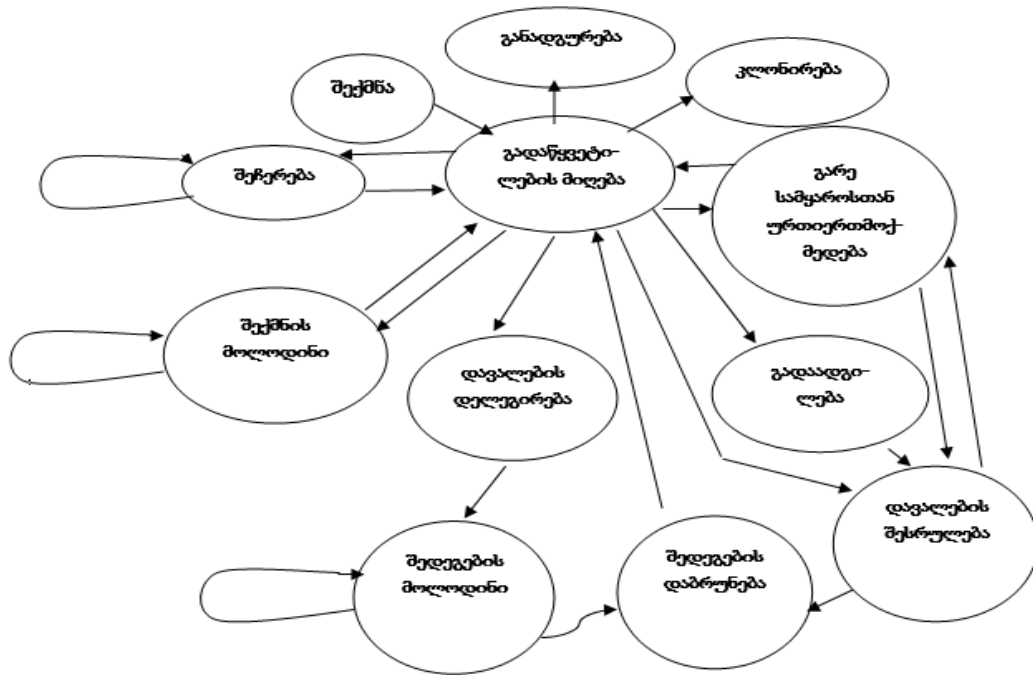


ნახ.1. აგენტის საერთო არქიტექტურა პროდუქციული სისტემის საფუძველზე

წინამდებარე ნაშრომის მიზნებიდან და ამოცანებიდან გამომდინარე, შემოთავაზებულია განზოგადებული და მარტივი არქიტექტურა პროდუქციული სისტემის საფუძველზე, რომელიც შეიცავს შემდეგი სახის წესებს - არსებობს პირობების ნუსხა, მაშინ არსებობს მოქმედებების ნუსხა - სადაც პირობების ნუსხა დაკავშირებულია ელემენტებთან ცოდნის ბაზიდან. როგორც გამოყენებულ, ასევე

პრაქტიკულად ნებისმიერ სხვა არქიტექტურაში არსებობს კომუნიკაციის მოდული, რომელიც შეიცავს აგენტების სხვა აგენტებთან კომუნიკაციის პროტოკოლების აღწერას და მიზნების ფორმირებისა და სიტუაციური შეფასების მოდულს, რომელიც აფორმირებს ინტენსიური ქვესისტემის ბირთვს (ნახ. 1).

აგენტს, როგორც ნებისმიერ ინფორმაციულ სისტემას, აქვს თავისი ცხოვრებისეული ციკლი - დროის პერიოდი, რომელიც იწყება გადაწყვეტილების მიღების მომენტიდან და მთავრდება მისი სარგებლობიდან საბოლოოდ ამოღების მომენტიდან. თავის ცხოვრებისეული ციკლის განმავლობაში აგენტი იმყოფება სხვადასხვა მდგომარეობაში S და ახორციელებს მათ შორის გადასვლებს R . ამრიგად, აგენტის ცხოვრებისეული ციკლი $L = \{S, R\}$, სადაც $S = \{s_1, s_2, \dots, s_n\}$ - მრავალმხრივი მდგომარეობა, რომელშიც შეიძლება იმყოფებოდეს აგენტი, $R = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$ - მათ შორის მრავალმხრივი გადასვლები. წინამდებარე ნაშრომში შემოთავაზებულია აგენტის ცხოვრებისეული ციკლის მოდელის გამოყენება, რომელიც შეესაბამება სპეციფიკაციას FIPA (The Foundation for Intelligent Physical Agents) (ნახ.2).



ნახ.2. აგენტის სტანდარტული ცხოვრებისეული ციკლის გრაფიკული მოდელი

აგენტის სტანდარტული ცხოვრებისეული ციკლი მოიცავს შემდეგს:

- შექმნა - საწყისი მდგომარეობა, საიდანაც იწყება აგენტის არსებობა;
- გადაწყვეტილების მიღება - აგენტის ძირითადი მდგომარეობა, რაც გულისხმობს აგენტის შემდგომი მდგომარეობის არჩევას, წინამდებარე მდგომარეობის შესახებ მონაცემების საფუძველზე;
- დავალების მოლოდინი - დავალების პასიური მოლოდინის რეჟიმი, სადაც აგენტი იკავებს სისტემის მინიმალური რაოდენობის რესურსებს;
- დავალების შესრულება - აქტიური მდგომარეობა, რომელიც მიმართულია დავალების შესასრულებლად;
- შედეგების დაბრუნება - შედეგების დამუშავების აგენტისთვის დაბრუნება, ინიციატორისთვის, რომელმაც მოითხოვა დავალების შესრულება;
- დავალების დელეგირება - დავალების სრული ან მისი ნაწილის სისტემის რამდენიმე აგენტისთვის გადაცემა;
- შედეგების მოლოდინი - დელეგირებული დავალებების დამუშავების შედეგების მოლოდინი;
- კლონირება - საკუთარი ასლის შექმნა, ორიგინალის პარალელურად მოქმედი საწყის ან სხვა აგენტურ პლათფორმაზე;

- გადაადგილება - გადაადგილება სხვა აგენტურ პლათფორმაზე;
- შეჩერება - საკუთარი კოდის და მდგომარეობის შენახვა ენერგოდამოუკიდებელ მეხსიერებაზე შემდგომი შეჩერებისთვის გამომთვლელი პლათფორმის რესურსების ეკონომიის მიზნით;
- გარემოსთან ურთიერთმოქმედება - მოთხოვნა მოწყობილობებისადმი და გარემოს მდგომარეობის მონიტორინგი;

- განადგურება - აგენტის ცხოვრებისეული ციკლის დამამთავრებელი ეტაპი.

გამოყოფენ საკმაოდ ფართო ჯგუფს იმ ნიშნებისა, რომლებითაც შეიძლება აგენტთა კლასიფიკაცია. „მატერიალური - ვირტუალური“ კრიტერიუმის მიხედვით: მატერიალური აგენტები – რეალურ გარემოში ფიზიკურად არსებული და მომუშავე, მაგალითად, ინტეგრალური სამუშაოები, რომლებიც დაჯილდოებულია მომხმარებელთან ურთიერთმოქმედების განსხვავებული საშუალებებით, მანიპულატორებით და პედიპულატორებით; ვირტუალური აგენტები – არსებობენ მხოლოდ რამდენიმე პროგრამულ გარემოში (ვირტუალურ სფეროში), არაიშვიათად შეიძლება წარმოვიდგინოთ როგორც რობოტები და დაკავებულია არა ფიზიკური, არამედ, ინფორმაციული სამუშაოებით.

„სტაციონარულ-მობილური“ კრიტერიუმის მიხედვით: სტაციონარული აგენტები – ფიზიკურ და ვირტუალურ გარემოში უმოქმედო აგენტები, მაგალითად, რობოტი-მანიპულატორი ან პროგრამა-დამხმარე, რომელიც განთავსებულია მომხმარებლის კომპიუტერში ლოკალურად და არ გააჩნია გადაადგილების მექანიზმები; მობილური აგენტები – მობილური ფიზიკური აგენტები ან განაწილებული პროგრამული საშუალებები, რომლებიც გამოირჩევიან მათ წინაშე მდგარი ამოცანების გადაწყვეტისათვის მიგრაციის უნარით.

აგენტთა კლასიფიკაციის მნიშვნელოვან საფუძვლად ითვლება მათში თვითსწავლებისა და ადაპტაციის მახასიათებლების არარსებობა. სწავლებისადმი მიდრეკილი აგენტების ქცევები, არასწავლებისადმი მიდრეკილი აგენტებისაგან განსხვავებით, დაფუძნებულია მათ ადრინდელ გამოცდილებაზე.

გარე სამყაროზე შინაგანი წარმოდგენის განვითარების მიხედვით, გამოყოფენ აგენტთა ორ მთავარ ტიპს. მიუხედავად იმისა, დაჯილდოებულია თუ არა იგი გარე სამყაროზე სიმბოლური წარმოდგენით, რომელიც აუცილებელია მსჯელობის ორგანიზებისათვის ან საწინააღმდეგოდ ამისა, იგი მუშაობს მხოლოდ წარმოდგენის დონეზე. გამოყოფენ ინტელექტუალურ (კოგნიტური, შემეცნებითი) და რეაქტიულ აგენტებს:

კოგნიტური აგენტები – აგენტები, რომლებიც ფლობენ გაცილებით მდიდარ წარმოდგენას გარე სამყაროზე, ვიდრე რეაქტიული აგენტები, რაც მიიღწევა მათში ცოდნის ბაზისა და გადაწყვეტის მექანიზმის არსებობის საფუძველზე, ასევე, როგორც წესი მათ აქვთ პროგნოზირების თვისებები; რეაქტიული აგენტები - აგენტები, რომლებსაც გააჩნიათ საკმაოდ ღარიბული წარმოდგენა გარე სამყაროზე ან არ გააჩნიათ საერთოდ, და რომლებსაც აქვთ სიტუაციის განჭვრეტის ძალიან შეზღუდული დიაპაზონი.

კოგნიტური აგენტებს, გააჩნიათ გამოხატული ინდივიდუალიზმი, მომავალში გაცილებით უფრო ავტონომიურები, ვიდრე რეაქტიული და აგენტთა გაერთიანებაში ხასიათდებიან განვითარებადი მიზანმიმართული მოქმედებით და არიან სხვა აგენტებისაგან საკმაოდ დამოუკიდებელნი. რეაქტიული აგენტები, როგორც მათი დასახელებისგან ჩანს მუშაობენ ძირითადად სტიმულურ-რეაქტიული კავშირების დონეზე, გააჩნიათ ძალიან ღარიბი ინდივიდუალიზმი და გარე სამყაროსთან ძლიერი დამოკიდებულება (აგენტთა გაერთიანება).

არსებობს შუალედური ტერმინი „გონივრული (დელიბერატივე) აგენტი“, რაც გამოხატავს აგენტს, რომელსაც ერთის მხრივ გააჩნია კოგნიტური აგენტებისთვის დამახასიათებელი რიგი თვისებებისა, როგორცაა გარე სამყაროს სიმბოლური მოდელი არსებობა, გადაწყვეტილების მიღების შესაძლებლობა სიმბოლური გააზრების საფუძველზე. მაგალითად, ნიმუშის მიხედვით შედარების მეთოდი. მაგრამ „გონივრული აგენტის“ წარმოდგენა გარე სამყაროზე, როგორც წესი განსაზღვრულია, ხოლო პროგნოზირების შესაძლებლობა არც კი არსებობს.

და ბოლოს, მოქმედების ტიპისა და მოტივაციის წყაროს მიხედვით ინტელექტუალური აგენტები იყოფიან ინტენციონალურ და რეფლექტორულ აგენტებად, ხოლო რეაქტიულები - განზრახვით და ტროპიკულებად. ინტენციონალური კოგნიტური აგენტები - ეს არის აგენტები, რომლებსაც გააჩნიათ მოტივაციის საკუთარი მექანიზმები, რომლებშიც ხდება შინაგანი დარწმუნებულობის, სურვილების, მოტივების მოდელირება, რომლებიც წარმოშობენ მიზნებს, რომლებიც განსაზღვრავენ მათ მოქმედებებს; რეფლექტორული კოგნიტური აგენტები - ეს არის აგენტები, რომლებსაც არ გააჩნიათ მოტივაციის შინაგანი წყაროები და საკუთარი მიზნები, ქცევები რომელთა ხასიათებიან უმარტივესი (ერთსაფეხურიანი) დასკვნებითა და ავტომატიზაციით. რეფლექტორული აგენტების ტიპიურ მაგალითებად ითვლება მონაცემთა ბაზაში ძიების სისტემა და უმარტივესი ლოგიკური რეგულატორები [2].

განზრახვითი რეაქტიული აგენტები - არის აგენტები, რომლებსაც გააჩნია მოტივაციის პრიმიტიული მექანიზმები და მიმართავენ მათ ამოცანის შესასრულებლად, მაგალითად, ცხოვრებისეული მოთხოვნილებების დაკმაყოფილების საშუალებები.

ტროპიკული რეაქტიული აგენტები - ეს არის აგენტები, რომელთა მოქმედება განისაზღვრება უმარტივესი ტროპიკული კავშირებით (მაგალითად, „ვინ ვის ჭამს“). ფაქტიურად ისინი დაიყვანებიან პასუხზე სტიმულებზე, რომელსაც ღებულობენ გარე სამყაროდან (საკუთარი მოტივები და მიზნები არ აქვთ), ე.ი. მთლიანად განისაზღვრებიან მათი ლოკალური მდგომარეობით.

3. დასკვნა

აგენტური ტექნოლოგიის გამოყენების უპირატესობა განსაკუთრებით შეიმჩნევა გახსნილი ტიპის სისტემებში (დროის მიხედვით ცვალებადი), ინტერაქტიულ და რთულად-განაწილებულ სისტემებში, რომლებშიც ცენტრალიზებული მართვა არაეფექტური ხდება რესურსებისა და დროის გაზრდის გამო, რომელიც იხარჯება ინფორმაციის ცენტრში გადაცემისა და შესაბამისი გადაწყვეტილებების მიღებისათვის. კლასიკურ კლიენტურ-სერვერულ ტექნოლოგიაში ინფორმაციის ძიებისა და სისტემატიზაციის შესრულება იქნებოდა უმარტივესი პროცედურა, რომელმაც განსაზღვრულ პირობებში შეიძლება წარმოშვას მოთხოვნებისა და მასზე პასუხების დიდი რაოდენობა. აგენტური ტექნოლოგიის გამოყენების შემთხვევაში კი ინფრასტრუქტურის თვალსაზრისით გამოსადეგ ადგილზე განლაგების დროს, ასრულებს მის წინაშე დაყენებულ ამოცანებს და მომხმარებელს უგზავნის მზა შედეგებს.

ლიტერატურა – References – Література:

1. Shonia O., Kaishauri T., Kolbaia L. (2013). Directory Legal Systems. Transact. GTU „Automated Control Systems" No 1(14), Tbilisi, pp. 202-206 (in Georgia)
2. Sonia O., Kartvelishvili I., Kolbaia L. (2014). Visualization and Analysis Inter-Communication of Normative-Legal documents. Georgian International Journal of Science and Technology, Nova Science Publishers, Volume 6, Issues 1, in press. <https://search.proquest.com/openview/fd8b024e5471ce3ce94c6a78c37c815d/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2034877>

THE AGENT-ORIENTATED APPROACH AND THE THEORY OF AGENT SYSTEM TO NORMATIVE-LEGAL DOCUMENTS

Shonia Otari, Kartvelishvili Ioseb, Shonia Luka
Georgian Technical University

Summary

The work presents normative-legal documents' intercommunication visualization and means of analysis system realization – agent-orientated approach. Description of mentioned system technologies and explanations concerning it. The architecture of agents, classification, models and their sphere of use is overviewed in the work.

საცნობარო-სამართლებრივი სისტემებში უსადენო ქსელების გამოყენება და ინფორმაციული უსაფრთხოების უზრუნველყოფა

ოთარ შონია, იოსებ ქართველიშვილი, ლუკა შონია
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
o.shonia@gtu.ge, s.kartvelishvili@gtu.ge, lu.shonia@gmail.com

რეზიუმე

წარმოდგენილია სახელმწიფო დაწესებულებებში და კერძო სტრუქტურებში ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების მართვისა და საქმიანი პროცესების ინტეგრირებული ავტომატიზებული სისტემები უსადენო ქსელების გამოყენებით და მათი დაცვა, მისი ნორმალური პროცესის ფუნქციონირებაში შემთხვევითი და მიზანმიმართული ჩარევისაგან, ინფორმაციის მოპარვის მცდელობისაგან, მისი კომპონენტების მოდიფიცირებისა ან ფიზიკური განადგურებისაგან, სხვადასხვა საგანგაშო ზემოქმედების განეიტრალების შესაძლებლობა, უსაფრთხოების უზრუნველყოფის აუცილებლობა. აგრეთვე წარმოდგენილია უსადენო ლოკალური ქსელების კომპონენტები და სისტემები. მოყვანილია უსადენო ლოკალური ქსელების გამოყენებასთან დაკავშირებული საფრთხეების ყველაზე გავრცელებული ფორმები და თითოეული მათგანი დახასიათებულია თავისი თვისებებით. უსადენო ლოკალურ ქსელში მარშრუტიზაციის უსაფრთხოების ამაღლების მიზნით შემუშავებულია ახალი მიდგომა. სქემატურად წარმოდგენილია უსადენო ლოკალური ქსელი, სადაც გამოყენებულია აუტენტიფიკაციის სერვერი და ქსელურ მოწყობილობებს შორის კონკრეტული შეერთებები.

საკვანძო სიტყვები: საცნობარო-სამართლებრივი სისტემა. ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტი. უსადენო ქსელი. ინფორმაციული უსაფრთხოება.

1. შესავალი

საზოგადოების მართვის თანამედროვე პრობლემების გადაწყვეტა სულ უფრო და უფრო ასოცირდება ინფორმაციული პროცესების განვითარებასთან. ინფორმაცია, ინფორმაციული საშუალებები, მეთოდები და ტექნოლოგიები და მათი დამუშავების პროცესები აღიქმება, როგორც საზოგადოების განუყოფელ კომპონენტად. დღეისათვის ინფორმაციის პროცესები ადამიანის მოღვაწეობის თითქმის ყველა სფეროში აქტიურადაა ჩართული. ამ მხრივ გამონაკლისით არც საცნობარო-სამართლებრივი სისტემები აღმოჩნდა, სადაც მიმდინარეობს ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების შეგროვების, შენახვის, დამუშავებისა და გამოყენების, ანუ სამართლებრივი ინფორმაციის ფორმირების, ინტერპრეტაციის და კომუნიკაციის პროცესები. თანამედროვე პრობლემების მოგვარება, საზოგადოების მართვა სულ უფრო და უფრო უკავშირდება საინფორმაციო პროცესების განვითარებას. ინფორმაცია, საინფორმაციო საშუალებები, მათი დამუშავების, გამოყენების ხერხები (ტექნოლოგიები) იქცა საზოგადოებრივი ურთიერთობების განუყოფელ კომპონენტად.

საკანონმდებლო ინფორმაციის კოლოსალური მოცულობა და მისი ცვლილებების დინამიკა, საჭიროებს იურისტებისაგან, ბიზნესმენებისა და ნებისმიერი დაინტერესებული პირებისაგან თანამედროვე მეთოდებისა და ინსტრუმენტების გამოყენებას სამართლებრივ ინფორმაციასთან მუშაობის პროცესში. დღეისთვის ასეთ ინსტრუმენტებად გვევლინებიან საცნობარო-სამართლებრივი სისტემები, რომელთა ძირითადი ამოცანაა სახელმწიფო დაწესებულებებში თუ კერძო სტრუქტურებში მომხმარებელთა განუსაზღვრელი რაოდენობისთვის უტყუარი სამართლებრივი ინფორმაციის ოპერატიულად მიწოდება. საცნობარო-სამართლებრივი სისტემის ერთ-ერთ ძირითად დანიშნულებას წარმოადგენს სათანადო სამართლებრივი ინფორმაციის ფორმირება მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებების მიღების პროცესში, მომხმარებლის საიმედო და სრული ნორმატიული და სხვა სახის ინფორმაციით მარტივად და ოპერატიულად უზრუნველყოფა. ამასთან ერთად, აგრეთვე აუცილებელია ინფორმაციული უსაფრთხოების საკითხების შემუშავება. ინფორმაციული უსაფრთხოების ქვეშ იგულისხმება

საზოგადოების ინფორმაციული გარემოს დაცულობის მდგომარეობა, რომელიც უზრუნველყოფს ინფორმაციის ფორმირებას, გამოყენებას და განვითარებას მოქალაქეების, საზოგადოების, სახელმწიფოს ინტერესების შესაბამისად. ინფორმაციული უსაფრთხოების საფრთხის თავიდან აცილება და ლიკვიდაცია ემყარება დაცვის მექანიზმების და საშუალებების დამუშავებას და რეალიზაციას. ეს შეიძლება იყოს ორგანიზაციული, ტექნიკური, პროგრამული, სოციალური, სამართლებრივი და სხვა მექანიზმები. ინფორმაციული უსაფრთხოების საკითხები ეხება როგორც სუბიექტებს რომელთა ინტერესები და უფლებები ექვემდებარება დაცვას, ისე სუბიექტებს რომლებიც უზრუნველყოფენ ასეთ დაცვას [1].

2. ძირითადი ნაწილი

უკანასკნელ ხანებში კომპიუტერულ ქსელებში (სადენიანი და უსადენო) უსაფრთხოება და მომსახურების ხარისხი უაღრესად მნიშვნელოვანი და აქტიური კვლევის საგანი გახდა, რის მიზეზსაც მონაცემთა პაკეტების გადაცემის მხარდაჭერის მზარდი მოთხოვნა წარმოადგენს. ადეკვატური უსაფრთხოების გარეშე ორგანიზაციები თავს აარიდებენ კომპიუტერულ ქსელების გამოყენებას. უსაფრთხოების საკითხები კომპიუტერულ ქსელებში მნიშვნელოვან დაბრკოლებას წარმოადგენს ასეთი ქსელების ფართოდ ადაპტირებისთვის. შესაბამისად, მსგავსი კომპიუტერულ ქსელების უსაფრთხოება მნიშვნელოვანი სფეროა, რაც რეაგირებას მოითხოვს, თუკი ასეთი ქსელები ფართოდ იქნება გამოყენებული. აუცილებელია, რომ აღნიშნული სფეროს მკვლევარებმა მოახდინონ ღია პრობლემების იდენტიფიცირება და უზრუნველყონ შესაბამისი გადაწყვეტილებები ამ პრობლემებისთვის [2].

უსაფრთხოება უაღრესად მნიშვნელოვანი საკითხია უსადენო ქსელებისათვის, ვინაიდან გარემოში გავრცელებული საკომუნიკაციო სიგნალები ხელმისაწვდომია დასაჭერად. აქედან გამომდინარე, კომპანიებმა და ინდივიდუალურმა მომხმარებლებმა უნდა შეიცნონ პოტენციურად არსებული პრობლემები და მიიღონ შესაბამისი ზომები. ნებისმიერ სისტემას, რომელსაც დაცვა სჭირდება, გააჩნია სისუსტეები ან ხარვეზები, რომელთა ნაწილს ან ყველას ერთად ამოირჩევს თავდამსხმელი ობიექტად. შესაბამისად, სისტემის უსაფრთხოების მექანიზმების შექმნის ერთ-ერთ მიდგომას წარმოადგენს განხილვა იმ საფრთხეებისა და სავარაუდო თავდასხმებისა, რომელთა წინაშე დგას სისტემა, იმის გათვალისწინებით, რომ სისტემას ხარვეზები გააჩნია. უსაფრთხოების მექანიზმებმა უნდა უზრუნველყონ სისტემის უსაფრთხოება მოცემული საფრთხეების, თავდასხმებისა და ხარვეზების გათვალისწინებით [2].

უნდა აღინიშნოს, რომ კომპიუტერული ქსელების მარშრუტიზაციის ოქმები სპეციფიკაციებში არ განსაზღვრავენ რაიმე სახის პრევენციულ ღონისძიებებს ან უსაფრთხოების მექანიზმებს. ამდენად, უსადენო ქსელების მარშრუტიზაციის ოქმების უსაფრთხოება გადაუდებელ აუცილებლობად იქცა ქსელის გამშვების სტიმულირებისა და გამოყენების სფეროს გაფართოებისთვის.

თანამედროვე პირობებში სახელმწიფო დაწესებულებებში და კერძო სტრუქტურებში სამართლებრივ-სამიეზო ავტომატიზებული სისტემების ინფორმაციული რესურსების მართვის ეფექტური მექანიზმების შექმნა, შეუძლებელია ინფორმაციული უსაფრთხოების სამეცნიერო დასაბუთების და დაბალანსებული პოლიტიკის პრაქტიკულად განხორციელების გარეშე. ამ დაწესებულებებში ინახება და მუშავდება დიდი რაოდენობის სხვადასხვა მონაცემები, რომლებიც დაკავშირებულია არამარტო მათი საქმიანობის წარმართვასთან, არამედ სხვადასხვა კვლევითი და კონსტრუქციული პროექტების განხორციელებასთან, პერსონალის პირადი მონაცემების დამუშავებასთან, სახელმწიფო კომერციული, პირადი და სხვა სახის კონფიდენციალური ინფორმაციის შენახვასთან.

მაღალი ტექნოლოგიების სფეროში დანაშაულების ზრდამ განაპირობა მოთხოვნები სახელმწიფო და კერძო დაწესებულებების სამართლებრივ-სამიეზო სისტემების მიმართ გამოთვლითი ქსელების რესურსების დაცვის კუთხით. აქტუალური გახდა საკუთარი უსაფრთხოების სისტემის შექმნის აუცილებლობა, რაც გულისხმობს სამართლებრივ-ნორმატიული ბაზის არსებობას, უსაფრთხოების კონცეფციის ფორმირებას, სპეციალური ღონისძიებების შემუშავებას, უსაფრთხოების მიზნით პროცედურების დაგეგმვას, პროექტირებას, ინფორმაციის დასაცავი ტექნიკური საშუალებების

რეალიზებას. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი სისტემური კომპონენტები განსაზღვრავს ინფორმაციული უსაფრთხოების დაცვის ერთიან პოლიტიკას.

უსადენო ლოკალური ქსელები სრულიად აკმაყოფილებს მოთხოვნებს, რომლებიც წაყენებულია უსადენო შეერთებისთვის შენობის ფარგლებში კავშირის დასამყარებლად. უსადენო ლოკალური ქსელები შედგება ისეთივე კომპონენტებისაგან, რისგანაც ტრადიციული ლოკალური სადენიანი ქსელები. ასევე ჰგვანან მათი პროტოკოლები. განსხვავება მხოლოდ იმაშია, რომ უსადენო ლოკალური ქსელების გამართვის დროს სადენების გამოყენება აუცილებელი არ არის. უსადენო ლოკალური ქსელების მომხმარებლები მუშაობენ ბევრ მოწყობილობასთან – პერსონალურ კომპიუტერებთან, ნოუთბუქებთან და ა.შ. მოწყობილობების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად უსადენო ლოკალური ქსელების გამოყენება პერსონალური კომპიუტერებისათვის ეფექტურია იმიტომ, რომ გამორიცხავს სადენების გაყვანის აუცილებლობას [2].

უსადენო ლოკალური ქსელის ძირითადი კომპონენტებია: ქსელის ინტერფეისის რადიოპლატა, წვდომის წერტილები, მარშრუტიზატორები და განმეორებლები. ქსელის ინტერფეისის რადიოპლატა რეალიზებულია 802.11 სტანდარტზე. ეს რადიოპლატები ჩვეულებრივ მუშაობს ერთ ფიზიკურ დონეზე – 802.11ა ან 802.11ბ/გ. რადიოპლატამ, რომელიც შეთავსებულია უსადენო ლოკალურ ქსელთან, რეალიზება უნდა გაუკეთოს სტანდარტის ვერსიას. უსადენო ლოკალური ქსელის რადიოპლატები, რომლებიც უზრუნველყოფს და რეალიზაციას უკეთებს აღნიშნული სტანდარტის სხვადასხვა ვერსიას და გააჩნია ურთიერთქმედების მაღალი დონის შესაძლებლობა, ხდება უფრო და უფრო გავრცელებადი.

წვდომის წერტილი შედგება რადიოპლატისაგან, რომელიც უზრუნველყოფს კავშირს უსადენო ლოკალური ქსელის ცალკეულ სამომხმარებლო მოწყობილობასა და ქსელის ინტერფეისის მავთულიან პლატას შორის, რომელიც უზრუნველყოფს განაწილებულ სისტემასთან ურთიერთქმედებას. წვდომის წერტილების სისტემური პროგრამული უზრუნველყოფა განაპირობებს უსადენო ლოკალური ქსელის ნაწილებსა და წვდომის წერტილების განაწილებულ სისტემას შორის ურთიერთქმედებას. ეს პროგრამული უზრუნველყოფა წვდომის წერტილებს დიფერენცირებას უკეთებს უზრუნველყოფილი მმართველობის ხარისხით და უსაფრთხოების ფუნქციებით.

მარშრუტიზატორი, სახელწოდების მიხედვით თუ ვიმსჯელებთ, გადასცემს ინფორმაციულ პაკეტებს ერთი ქსელიდან მეორეში, არჩევს რა შემდგომ საუკეთესო არხს უახლოეს წერტილში პაკეტის გადასაცემად. მარშრუტიზატორები გამოიყენებენ ინტერნეტ პროტოკოლის (Internet Protocol, IP) პაკეტის სათაურებს და მარშრუტიზაციის ცხრილებს. აგრეთვე იყენებენ შიდა პროტოკოლებს თითოეული პაკეტის გადასაცემად საუკეთესო გზის განსაზღვრისათვის. უსადენო ლოკალური ქსელის ტიპიურ მარშრუტიზატორს გააჩნია 4 პორტი, ამიტომ მას აგრეთვე შეუძლია შეასრულოს სერვერის ბეჭდვის ფუნქცია. ყოველივე ეს უსადენო ქსელის მომხმარებლებს აძლევს საშუალებას ისევე მიიღოს და გააგზავნოს პაკეტები ბევრ მავთულიან ქსელში, თითქოს ისინი შეერთებულნი არიან ერთ-ერთ მათგანში.

მარშრუტიზატორები იყენებენ ქსელების მისამართების ტრანსლაციის პროტოკოლებს (network address translation, NAT), რომელიც ბევრ ქსელურ მოწყობილობას აძლევს საშუალებას ერთობლივად გამოიყენოს ერთი IP მისამართი, წარმოდგენილი ინტერნეტ მომსახურების პროვაიდერის მიერ (Internet service provider, ISP). მარშრუტიზატორები აგრეთვე იყენებენ დინამიკური კვანძის კონფიგურირების პროტოკოლს (dynamic host configuration protocol, DHCP) ყველა მოწყობილობის მომსახურებისათვის, რომელიც იძლევა საშუალებას ყველა მოწყობილობას წარმოუდგინოს ცალკეული IP მისამართები. ერთობლივი ძალებით NAT და DHCP შესაძლებელს ხდის რამდენიმე ქსელური მოწყობილობის (როგორცაა, პერსონალური კომპიუტერები, ნოუთბუქები და პრინტერები) მუშაობას ინტერნეტში მხოლოდ ერთი IP მისამართის გამოყენებით.

განმეორებელი, არსებულ ქსელურ ინფრასტრუქტურაში, მოქმედების რადიუსის გასაფართოებლად, უბრალოდ რეგენირებას უკეთებს სიგნალებს, რომლებიც ვრცელდება ქსელში. უსადენო ლოკალური ქსელის განმეორებელს არ გააჩნია ფიზიკური კონტაქტი რომელიმე ქსელის ნაწილთან. ის იღებს წვდომის

წერტილისაგან რადიოსიგნალებს და განმეორებით გადასცემს მიღებულ მონაცემთა ფრეიმებს. ყოველივე ეს განმეორებელს, რომელიც განთავსებულია წვდომის წერტილსა და მოცილებულ მომხმარებელს შორის, აძლევს იმის საშუალებას, რომ იფუნქციონიროს, როგორც ფრეიმების რეტრანსლატორმა, რომელიც გადასცემს მომხმარებლიდან წვდომის წერტილისაკენ და პირიქით. აქედან გამომდინარე, უსადენო განმეორებლები წარმოადგენს ეფექტურ გადაწყვეტილებას რადიოხარვეზებით გამოწვეული სიგნალების დასუსტების პრობლემის გადასაჭრელად.

უსადენო ლოკალური ქსელებისათვის უსაფრთხოება უაღრესად მნიშვნელოვანი საკითხია, ვინაიდან გარემოში გავრცელებული საკომუნიკაციო სიგნალები ხელმისაწვდომია დასაჭერად. აქედან გამომდინარე, კომპანიებმა და ინდივიდუალურმა მომხმარებლებმა უნდა შეიცნონ პოტენციურად არსებული პრობლემები და მიიღონ შესაბამისი ზომები. ნებისმიერ სისტემას, რომელსაც დაცვა სჭირდება, გააჩნია სისუსტეები ან ხარვეზები, რომელთა ნაწილს ან ყველას ერთად ამოირჩევს თავდამსხმელი ობიექტად. შესაბამისად, სისტემის უსაფრთხოების მექანიზმების შექმნის ერთ-ერთ მიდგომას წარმოადგენს განხილვა იმ საფრთხეებისა და სავარაუდო თავდასხმებისა, რომელთა წინაშე დგას სისტემა, იმის გათვალისწინებით, რომ სისტემას ხარვეზები გააჩნია. უსაფრთხოების მექანიზმებმა უნდა უზრუნველყონ სისტემის უსაფრთხოება მოცემული საფრთხეების, თავდასხმებისა და ხარვეზების გათვალისწინებით [2].

მაგალითად, ნებისმიერ ბოროტგანმზრახველს სხვადასხვა პროგრამული საშუალებების გამოყენებით შეუძლია ადვილად მოიძიოს უსადენო ქსელის დაუცველი პაკეტი და მთლიანად გახსნას მასში არსებული მონაცემები. მაგალითად, გარეშე პირებს, რომლებიც იმყოფებიან რამდენიმე ასეული მეტრით დაშორებით შენობიდან, სადაც ფუნქციონირებს უსადენო ლოკალური ქსელი, შესწევთ ძალა მოიძიონ ყველა ტრანზაქცია, რომელიც სრულდება უსადენო ქსელის ნაწილში. რა თქმა უნდა, ძირითადი საფრთხე მდგომარეობს იმაში, რომ შეტევების შედეგად ვიღაცას შეიძლება ხელში ჩაუვარდეს ისეთი მნიშვნელოვანი ინფორმაცია, როგორცაა მომხმარებლების სახელები და პაროლები, კრედიტ-კარტების ნომრები და სხვა.

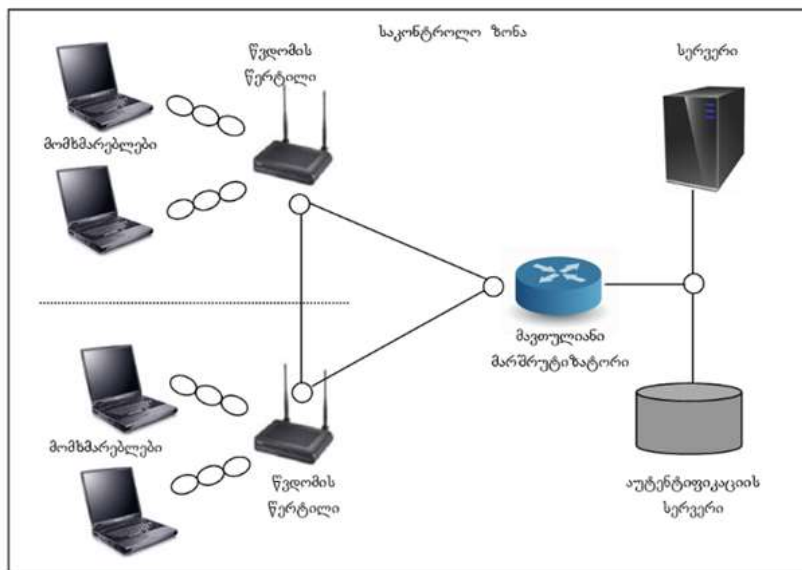
ანალოგიურად ნებისმიერს, რომელიც იმყოფება შენობის შორიახლოს, ყოველგვარი ძალისხმევის გარეშე, შეუძლია მონიტორინგის ჩატარება უსადენო ლოკალურ ქსელში არსებული სისტემების მიმართ, თუ არ არის მიღებული სიფრთხილის წინასწარი ზომები. მაგალითად, ვინმეს, რომელიც იმყოფება შენობის მახლობლად მდგარ ავტომობილში, შეუძლია მიეხვედროს შენობაში განლაგებული საბაზისო სადგურებიდან ერთ-ერთს. თუ არ არის მიღებული საჭირო დაცვის საჭირო ზომები, ასეთ პირს შეუძლია შეაღწიოს სერვერზე და სისტემებში, რომლებიც სრულდება კორპორატიულ ქსელში. სამწუხაროდ, კომპანიების უმრავლესობა უსადენო ქსელების გამართვის დროს იყენებს საბაზისო სადგურების კონფიგურაციას, რომელიც თავიდანვეა დაყენებული და ვერ უზრუნველყოფს უსაფრთხოების საჭირო ზომებს, რაც წინასწარ განსაზღვრავს სისტემების სერვერთან დაუბრკოლებელ ურთიერთქმედებას [2].

ავთენტისიფიკაციისა და დაშიფვრის მექანიზმების გამოყენების წყალობით იზრდება უსადენო ქსელების უსაფრთხოება, მაგრამ გამოცდილი ჰაკერები ძებნიან სუსტ მხარეებს, იცინა რა, თუ როგორ მუშაობს ქსელის ოქმები. ჰაკერი განათავსებს ფიქტიურ მოწყობილობას ლეგალურ მომხმარებლებსა და უსადენო ქსელს შორის. მაგალითად, სტანდარტული "ადამიანი შუაში" სახეობის შეტევის განხორციელების დროს გამოიყენება მისამართების გარდამქმნელი პროტოკოლი (Address resolution protocol, ARP), რომელიც გამოიყენება ყველა TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol - გადაცემის მართვის პროტოკოლი/ინტერნეტ პროტოკოლი) ქსელში. ჰაკერს, რომელიც შეიარაღებულია აუცილებელი პროგრამული საშუალებებით, ARP-ს გამოყენებით შეუძლია დაამყაროს კონტროლი უსადენო ქსელზე. "მომსახურებაზე უარი" სახეობის შეტევა (Denial of service, DoS) - ეს არის თავდასხმა, რის შედეგადაც უსადენო ქსელი ხდება გამოუსადეგარი ან მისი მუშაობა იბლოკება. ასეთი შეტევის შესაძლებლობა უნდა გაითვალისწინოს ყველამ, ვინც კი გამართავს უსადენო ქსელს. აუცილებელია დაფიქრება იმაზე, თუ რა მოხდება, როდესაც ქსელი გახდება მიუწვდომელი განუსაზღვრელი დროით.

DOS შეტევის სერიოზულობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რა შედეგს გამოიწვევს უსადენო ქსელის მწყობრიდან გამოსვლა. უსადენო ლოკალურ ქსელებში, ჩვეულებრივი ქსელებისგან განსხვავებით, თავდასხმებთან დაკავშირებით ადგილი აქვს მომატებული რისკის ფაქტორს, რაც გამოწვეულია შემდეგი ძირითადი მიზეზებით: უსადენო ქსელებში არ არსებობს ფილტრი, რომელიც შეიძლება იყოს გამოყენებული თავდასხმებისაგან დასაცავად; არ არსებობს სერვერი, რომელიც მომატებული ნდობის ფაქტორით ხასიათდება; უსადენო ქსელები ხასიათდება ობიექტების მუდმივი მოძრაობით და ამასთან ერთად არ არსებობს ფიზიკური არხები; ამ არხების არ არსებობის გამო ინფორმაცია გადაიცემა ეთერის საშუალებით, რაც თავისთავად აგრეთვე საშიშროებას წარმოადგენს, ვინაიდან თავდასხმები იწყება ზუსტად არხის მოსმენიდან.

ზემოთაღნიშნული პრობლემებიდან გამომდინარე უსადენო ლოკალურ ქსელში მარშრუტიზაციის უსაფრთხოების ამალღების მიზნით შემუშავებულია ახალი მიდგომა. უსადენო ლოკალურ ქსელში აუცილებელია გამოყენებული იქნას აუტენტიფიკაციის სერვერი, რის საშუალებითაც მოხდება ქსელურ მოწყობილობებს შორის კავშირის დამყარების პროცესების თვალყურის დევნება და მონაცემთა ბაზაში ჩაწერა. აგრეთვე აუცილებელია ქსელურ მოწყობილობებს შორის გამოყენებული იყოს ორმხრივი აუტენტიფიკაცია, რომლის წყალობით შესაძლებელია უამრავი პრობლემების გადაწყვეტა, რომლებიც დაკავშირებულია უსაფრთხოებასთან. ორმხრივი აუტენტიფიკაციის დროს უსადენო მომხმარებელი და უსადენო ქსელი ერთმანეთს უმტკიცებს თავიანთ იდენტურობას.

კერძო კომპანიებში თუ საწარმოებში უსადენო ლოკალური ქსელი სასურველია შედგებოდეს რამდენიმე წვდომის წერტილებისაგან და მავთულიანი მარშრუტიზატორისაგან. წვდომის წერტილისა და მავთულიანი მარშრუტიზატორის კომბინაციას შეუძლია შეცვალოს უსადენო ლოკალური ქსელის მარშრუტიზატორი და ეს ნაკლებად ძვირადღირებული გადაწყვეტილებაა, ვიდრე უსადენო ლოკალური ქსელის მარშრუტიზატორის შეძენა. აგრეთვე აუცილებელია რომ რამდენიმე უსადენო მომხმარებელი (კომპიუტერები ან ნოუთბუქები) მიერთებულნი იყვნენ რომელიმე კონკრეტულ წვდომის წერტილებთან და არავითარ შემთხვევაში არ მოხდეს ინფორმაციის გადაცემის დროს წვდომის წერტილების შემთხვევითი სახით მოძიება. აგრეთვე ყველა ქსელურ მოწყობილობებზე ინდივიდუალური სახით უნდა მოხდეს IP მისამართების გაწერა ქსელის ადმინისტრატორის მიერ და არავითარ შემთხვევაში არ მოხდეს DHCP პროტოკოლის დახმარებით ლოკალური ქსელის მომხმარებლებზე შემთხვევითი სახით IP მისამართების წარდგენა (ნახ.1).



ნახ.1. უსადენო ლოკალური ქსელი, სადაც გამოყენებულია აუტენტიფიკაციის სერვერი და კონკრეტული შეერთებები

ყველაზე ხშირად უსადენო ლოკალურ ქსელებს ქმნიან 802.11 სტანდარტის შესაბამისობით. სტანდარტი IEEE 802.11 აღწერს წვდომის მართვის საერთო ოქმს გადაცემის არეში (Media Access Control, MAC) და უსადენო ლოკალური ქსელების რამდენიმე ფიზიკურ დონეს. IEEE 802.11 სტანდარტის შემუშავებული სამუშაო ჯგუფი აქტიურად მუშაობს უსადენო ლოკალური ქსელების თვისებებისა და უსაფრთხოების გაუმჯობესების მიზნით. ყველა ქსელურ მოწყობილობას გააჩნია თავისი უნიკალური MAC მისამართი და მისი და IP მისამართების გადამოწმებით ინფორმაციის გადაცემამდე მოწყობილობების იდენტიფიკაციის დასადგენად უნდა მოხდეს ორმხრივი აუტენტიფიკაცია [2].

3. დასკვნა

ტექნოლოგიური სიახლეების პერიოდში, როდესაც მიმართულება განიცდის სწრაფ განვითარებას, აუცილებელია სამართლებრივ-საძიებო სისტემის უსაფრთხოების უწყვეტი განახლების პროცესის უზრუნველყოფის ხელშეწყობა. სწორედ ამ ამოცანის წინაშე მუდმივად დგას სახელმწიფო და კერძო დაწესებულებათა სამართლებრივ-საძიებო მართვის ავტომატიზებული სისტემები. პრაქტიკაში უწყვეტ სამუშაო ციკლს ექვემდებარება დაცვის მექანიზმების გაძლიერება და კიდევ უფრო ინოვაციური მეთოდების დანერგვა. თავის მხრივ, უახლესი მეთოდებისა და იდეების შემუშავება და მათი პრაქტიკული გამოყენება, ნათლად დაგვანახებს მეთოდების დადებით მხარეებსა და მის ნაკლოვანებებს. სიტუაციური ანალიზის საფუძველზე ხდება მეთოდების გაძლიერება სხვადასხვა მიმართულებით და უფრო მეტად სრულყოფა დაცვის მეთოდების არსებული მომენტისთვის.

ლიტერატურა – References – Література:

1. Shonia O., Kaishauri T., Kolbaia L. (2014). Management of normative-legal documents and business processes automation system treatment and security guaranty. Transact. GTU „Automated Control Systems" No 1(17), Tbilisi, pp. 59-63
2. Shonia O., Nareshelashvili G., Kartvelishvili I. (2018). Wireless Network Security. GTU, Tbilisi,

GUIDANCE-LEGAL SYSTEMS THROUGH WIRELESS NETWORKS AND INCREASE OF INFORMATION SECURITY IN THEM

Shonia Otar, Kartvelishvili Ioseb, Shonia Luka
Georgian Technical University

Summary

The work presents integrated automated systems of normative-legal document management and business processes applied in state institutions and private structures through wireless networks and their protection from accidental or purposeful interference, information steal attempts, from modification of its components or from deletion, allowing prevention from various alarming impacts, need of security provision. Work also provides wireless local network components and systems. Most spread forms of wireless local network related risks and each described for their features. In order to increase security of wireless local network routing new approach has been developed. Work schematically presents wireless local network where authentication server and certain connections between network devices are used.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДА ПОИСКА АССОЦИАЦИЙ В ЗАДАЧЕ МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

М. Микеладзе, В. Радзиевский, Н. Джалабова, Н. Ананишвили, Д. Радзиевский

mikeladzemaia@yahoo.com, v_radzievski@yahoo.com, noraj@mail.ru,

ia.ananiashvili@gmail.com, dradzievski@gmail.com

Институт Систем Управления им. Арчила Элиашвили

Грузинского Технического Университета

Резюме

Рассматривается задача анализа медицинских данных с целью выявления часто встречающихся симптомов и наборов симптомов для данного заболевания. Для анализа данных используется метод поиска ассоциаций, который позволяет оценить специфичность найденных симптомов и достоверность диагностических правил, построенных на основе выявленных ассоциаций. Предложенный метод был применен для обработки клинических данных ряда эндокринологических заболеваний. Полученные ассоциативные правила были использованы для формирования базы знаний медицинской интеллектуальной системы, предназначенной для диагностирования эндокринологических заболеваний.

Ключевые слова: машинное обучение, поиск ассоциаций, медицинская интеллектуальная система

1. ВВЕДЕНИЕ

Одной из характерных особенностей информационного общества является повсеместное использование информационных технологий во всех сферах жизнедеятельности общества, в том числе и в медицине. Компьютеризация медицинской отрасли привела к накоплению большого количества электронных медицинских данных. В первую очередь, это – данные из электронных анкет (показатели здоровья пациентов, результаты инструментально-лабораторных обследований, информация о проведенном лечении и т.д.). Это не только числовые и текстовые данные, но и визуальная информация (результаты ЭКГ и МРТ, рентгенологических и ультразвуковых обследований). Анализ накопленных медицинских данных методами машинного обучения позволяет выявить новые, ранее неизвестные знания и закономерности, которые впоследствии могут быть использованы для формирования баз знаний различных медицинских интеллектуальных систем [1].

В данной работе для анализа медицинских данных предлагается метод поиска ассоциаций, который модифицирован для решения задачи медицинского диагностирования. На основе полученных результатов была сформирована база знаний медицинской интеллектуальной системы, предназначенной для диагностирования ряда эндокринологических заболеваний.

2. ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

I. ЗАДАЧА МЕДИЦИНСКОГО ДИАГНОСТИРОВАНИЯ. СИМПТОМЫ, СИНДРОМЫ И ИХ ДИАГНОСТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ.

Задача медицинского диагностирования представляет собой задачу классификации и заключается в отнесении пациента к определенному заболеванию (классу) на основе симптомов и результатов обследований.

В условиях большого количества симптомов, подлежащих учету, врач вынужден разбить эти симптомы на категории в соответствии с их диагностическим значением. Для каждого конкретного заболевания различают специфические, неспецифические и патномичные симптомы.

Патогномичный симптом проявляется только при одном заболевании и имеет абсолютное диагностическое значение для этого заболевания.

Специфический симптом также характерен для конкретного заболевания, но его наличия

недостаточно для постановки абсолютно достоверного диагноза. Хотя, в сочетании с другими симптомами, наличие специфического симптома повышает достоверность диагноза.

Неспецифический симптом проявляется при различных заболеваниях и не достаточен для постановки достоверного диагноза конкретного заболевания.

Диагностика заболевания часто основывается на выявлении синдромов – совокупности симптомов, объединенных общим механизмом развития и часто проявляющихся вместе. На начальном этапе диагностирования синдромная диагностика обладает рядом преимуществ: синдромный диагноз можно установить в условиях минимального объема обследований и он является достаточным обоснованием для перенаправления пациента к тому или иному врачу-специалисту.

Из вышесказанного можно заключить следующее: обработка медицинских данных с целью выявления часто встречающихся совокупностей симптомов позволит выявить новые или уточнить уже имеющиеся синдромы для заболевания. Для решения этой задачи был использован метод поиска ассоциаций.

2. ВЫЯВЛЕНИЕ СПЕЦИФИЧНЫХ СИМПТОМОВ И СИНДРОМОВ ЗАБОЛЕВАНИЯ МЕТОДОМ ПОИСКА АССОЦИАЦИЙ

Метод поиска ассоциаций предназначен для выявления часто встречающихся наборов элементов в больших массивах данных. Результаты поиска, как правило, представляются в виде ассоциативных правил, которые имеют вид [2]:

из события A вытекает событие B ,

где A и B – непересекающиеся наборы элементов. Основными характеристиками ассоциативного правила являются поддержка (*support*) и достоверность (*confidence*) правила.

Поддержка правила вычисляется как отношение количества записей, содержащих одновременно оба набора A и B , к количеству всех записей базы данных [2].

$$Supp(A \rightarrow B) = \frac{N(A, B)}{N} = P(A, B) \quad (1)$$

Достоверность правила – это вероятность того, что если запись содержит набор A , то она содержит и набор B . Достоверность вычисляется как отношение количества записей, содержащих одновременно оба набора A и B , к количеству записей, содержащих набор A [2]:

$$Conf(A \rightarrow B) = P(B|A) = \frac{P(A, B)}{P(A)} = \frac{N(A, B)}{N(A)} \quad (2)$$

Фактически, достоверность характеризует точность ассоциативного правила.

Посредством алгоритмов поиска ассоциативных правил можно получить всевозможные правила вида „ $A \rightarrow B$ “ с различными значениями поддержки и достоверности. Количество таких правил может быть очень большим. Для ограничения количества правил заранее устанавливаются минимальные пороги поддержки *MinSupp* и достоверности *MinConf*. Следует отметить, что правила с высоким значением поддержки очевидны и, как правило, уже известны. С другой стороны, низкое значение поддержки позволит найти неочевидные и неизвестные правила, но большинство из них будут статистически необоснованными.

Процесс нахождения ассоциативных правил состоит из двух этапов:

1. Нахождение всех часто встречающихся наборов элементов, которые удовлетворяют порогу поддержки;

2. Генерация ассоциативных правил из часто встречающихся наборов, с достоверностью, удовлетворяющей порогу достоверности.

Наиболее известным алгоритмом поиска ассоциативных правил является алгоритм *Apriori* [2]. Основная идея этого алгоритма заключается в следующем: у часто встречающегося набора элементов все подмножества должны быть часто встречающимися. Это позволяет ограничить пространство поиска.

Для выявления специфических симптомов и синдромов заболевания был использован алгоритм *Apriori*.

Так как этот алгоритм был разработан для обработки экономических данных, была произведена модификация алгоритма для медицинских данных [3].

База данных в качестве данных содержала клинические картины трех эндокринологических заболеваний – сахарного диабета, гипертиреоза и гипотиреоза. Предварительно была проведена

структуризация и бинаризация медицинской информации с использованием разработанных нами методов [4]. В базе данных каждое поле S_i представляет собой конкретный симптом, а каждая запись – конкретного пациента. Каждое поле в качестве значения содержит или 1 – соответствующий симптом отмечается у пациента, или 0 – соответствующий симптом не отмечается у пациента. Кроме этого, в базе данных для записи диагнозов выделены три поля – D_1 , D_2 и D_3 .

В случае экономических данных база данных содержит однородные признаки. В случае медицинских данных имеются 2 категории признаков – симптомы (около 90 бинарных признаков S_i) и диагнозы (3 бинарных признака D_1 , D_2 и D_3). Так как наша задача заключалась в выявлении симптомов и синдромов, характерных для конкретного заболевания, при обработке данных поиск часто встречающихся наборов признаков был ограничен наборами, содержащими какой-нибудь один из диагнозов D_j , а именно:

$$S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k} D_j.$$

Часто встречающийся набор такого вида означает, что симптомы $S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k}$ часто встречаются у пациентов с диагнозом D_j . Значит, совокупность симптомов $S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k}$ можно считать синдромом, характерным для заболевания D_j . Ассоциативное правило, созданное на основе такого часто встречающегося набора признаков, имеет вид:

$$(S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k} \rightarrow D_j) - \text{“если имеют место симптомы } S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k}, \text{ тогда имеет место и заболевание } D_j\text{”}.$$

Это правило в дальнейшем может быть внесено в базу знаний медицинской интеллектуальной системы для осуществления процесса синдромной диагностики. При этом достоверность ассоциативного правила

$$Conf(S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k} \rightarrow D_j) = P(D_j | S_{i_1} S_{i_2} \dots S_{i_k})$$

можно принять в качестве степени уверенности в диагнозе, поставленном по этому правилу.

При выборе минимального порога поддержки $MinSupp$ были учтены следующие обстоятельства:

- каждый признак, входящий в часто встречающийся набор, также должен быть часто встречающимся;
- база данных содержит одинаковое количество записей для каждого диагноза, т.е. доля каждого диагноза составляет 0.33;
- симптом S_i будем считать характерным для заболевания D_j , если он отмечается не менее чем у 50% пациентов с данным диагнозом.

С учетом вышесказанного $MinSupp = 0.33 * 0.5 = 0.17$. Результаты обработки данных приведены в табл.1 и табл.2.

Выявленные для каждого заболевания часто встречающиеся симптомы.

Таб.1

Заболевание	Часто встречающиеся симптомы						
Сахарный диабет <i>Supp</i>	жажда 0.33	сухость во рту 0.30	полиурия 0.26	слабость 0.30	головная боль 0.18		
Гипертиреоз <i>Supp</i>	учащенный пульс 0.23	снижение веса 0.17	повышенная утомляемость 0.21	слабость 0.29			
Гипотиреоз <i>Supp</i>	ухудшение памяти 0.19	прибавка в весе 0.18	повышенная утомляемость 0.20	слабость 0.24	апатия 0.18	запор 0.17	сонливость 0.19

Полученные результаты не противоречат известным в медицине фактам: все выявленные нами часто встречающиеся симптомы в медицине считаются характерными для соответствующих заболеваний.

Показатели специфичности часто встречающихся симптомов для каждого заболевания. Таб.2

Заболевание	Часто встречающиеся симптомы						
	жажда	сухость во рту	полиурия	слабость	головная боль		
Сахарный диабет <i>Conf</i>	1.00	0.96	1.00	0.39	0.50		
Гипертиреоз <i>Conf</i>	учащенный пульс 0.71	снижение веса 0.57	повышенная утомляемость 0.39	слабость 0.39			
Гипотиреоз <i>Conf</i>	ухудшение памяти 0.69	прибавка в весе 0.98	повышенная утомляемость 0.39	слабость 0.32	апатия 1.00	запор 0.98	сонливость 0.90

Исходя из определения достоверности (2), для каждого часто встречающегося симптома S_{ik} достоверность правила $S_{ik} \rightarrow D_j$ является показателем специфичности симптома S_{ik} для заболевания D_j .

Выявленные в результате обработки данных „синдромы“ (точнее, часто встречающиеся наборы симптомов):

Сахарный диабет: жажда, сухость во рту, полиурия, слабость – *Conf*= 1

Гипертиреоз: учащенный пульс, повышенная утомляемость, слабость – *Conf*= 0.89

Гипотиреоз: прибавка в весе, повышенная утомляемость, апатия – *Conf*= 1

прибавка в весе, запор, апатия – *Conf*= 1

ухудшение памяти, слабость, сонливость – *Conf*= 1

На основе предложенного метода была практически реализована медицинская интеллектуальная система поддержки принятия врачебного решения в процессе медицинского диагностирования [5].

3. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метод поиска ассоциаций, в свое время разработанный для анализа данных в розничной торговле, после определенной модификации может быть использован для решения задач классификации, в том числе и задачи медицинского диагностирования. При обработке медицинских данных этим методом возможно:

- выявление для каждого заболевания часто встречающихся (т.е. характерных для него) симптомов и оценка их специфичности;
- выявление для каждого заболевания часто встречающихся наборов симптомов, что позволит выявить новые или уточнить уже имеющиеся синдромы для заболевания;
- построение ассоциативных правил на основе выявленных часто встречающихся наборов, что позволит осуществить процесса синдромной диагностики.

Полученные ассоциативные правила могут быть внесены в базу знаний медицинской интеллектуальной системы, которая, в свою очередь, может быть использована для поддержки принятия решений в процессе медицинского диагностирования.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. M. Mikeladze, V. Radzievski, N. Jaliabova, P. Qarchava, G. Besiashvili, D. Radzievski. (2015). Intelligent Data Analysis in Medical Diagnosis Problems. Proceedings of the International Scientific Conference Dedicated to Academician I. Prangishvili's 85th Anniversary "Information and Computer Technologies, Modelling, Control", Tbilisi, pp.116-122. (in Ru)

2. Agrawal, R., Imielinski, T., Swami A. (1993). Mining Associations between Sets of Items in Massive Databases. In Proc. of the 1993 ACM-SIGMOD Int'l Conf. on Management of Data,
3. M. Mikeladze, V. Radzievski, N. Jaliabova, N. Ananiashvili, D. Radzievski. (2019). Development of a Medical Intelligent Decision Support System Based on Association Rule Mining. Archil Eliashvili Institute of Control Systems of the Georgian Technical University, Proceedings №23, Tbilisi, pp. 136-141. (in Geo)
4. M. Mikeladze, V. Radzievski, N. Jaliabova, D. Radzievski. (2014). Knowledge organization in intelligent information systems for solving unformalized problems of diagnosing. Archil Eliashvili Institute of Control Systems of the Georgian Technical University, Proceedings №18, Tbilisi, pp. 50-56. (in Geo)
5. D. Radzievski. (2020). Intelligent Diagnostic Subsystem to Support Clinical Decision Making. Archil Eliashvili Institute of Control Systems of the Georgian Technical Univ., Proceedings №24, Tb., pp. 139-143. (in Ru)

ასოციაციების ძიების მეთოდის გამოყენება სამედიცინო დიაგნოსტიკის ამოცანებში

მ. მიქელაძე, ვ. რადიევსკი, ნ. ჯალიაბოვა, ნ. ანანიაშვილი, დ. რადიევსკი
mikeladzemaia@yahoo.com, v_radzievski@yahoo.com, noraj@mail.ru,
ia.ananiashvili@gmail.com, dradzievski@gmail.com
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
არჩილ ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების ინსტიტუტი

რეზიუმე

განიხილება სამედიცინო მონაცემების ანალიზის ამოცანა თითოეული დაავადებისთვის ხშირად შემხვედრი სიმპტომების და სიმპტომა ნაკრებების გამოვლენის მიზნით. მონაცემთა ანალიზისთვის გამოიყენება ასოციაციების ძიების მეთოდი, რომლის საშუალებით შესაძლებელია მოძიებული სიმპტომების სპეციფიურობისა და გამოვლენილი ასოციაციების საფუძველზე აგებული დიაგნოსტიკური წესების სანდოობის შეფასება. შემოთავაზებული მეთოდი გამოყენებულ იქნა რამდენიმე ენდოკრინოლოგიური დაავადების კლინიკური მონაცემების დამუშავებისთვის. მიღებული ასოციაციური წესების საფუძველზე აგებულ იქნა სამედიცინო ინტელექტუალური სისტემის ცოდნის ბაზა, რომელიც განკუთვნილია ენდოკრინოლოგიური დაავადებების დიაგნოსტიკისთვის.

APPLICATION OF THE ASSOCIATION RULE MINING METHOD IN THE PROBLEM OF MEDICAL DIAGNOSTICS

M. Mikeladze, V. Radzievski, N. Jaliabova, I. Ananiashvili, D. Radzievski
mikeladzemaia@yahoo.com, v_radzievski@yahoo.com, noraj@mail.ru,
ia.ananiashvili@gmail.com, dradzievski@gmail.com

Archil Eliashvili Institute of Management Systems of Georgian Technical University

Summary

The task of medical data analysis is considered in order to identify frequent symptoms and symptom sets for each disease. For data analysis, the association rule mining method is used, which allows to assess the specificity of the symptoms found and the confidence of the diagnostic rules based on the identified associations. The proposed method was used to process the clinical data of a number of endocrinological diseases. Based on the obtained association rules, a knowledge base of the medical intelligent system designed for diagnosing endocrinological diseases was formed.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНАЯ СИСТЕМА МЕДИЦИНСКОЙ ДИАГНОСТИКИ, ИСПОЛЬЗУЮЩАЯ ЗНАНИЯ И СПОСОБНАЯ К ОБУЧЕНИЮ

Вадим Радзиевский, Майя Микеладзе, Нора Джалябова,

Дмитрий Радзиевский, Илья Оконян

v_radzievski@yahoo.com, mikeladzemaia@yahoo.com, dradzievski@gmail.com, i.okonian@gmail.com

Институт Систем управления им. Арчила Элиашвили

Грузинского Технического университета

Резюме

Рассматривается интеллектуальная система диагностики заболеваний, использующая медицинские знания и способная к обучению. В качестве модели знаний используется семантическая сеть, представленная в виде матрицы отношений. И сеть, и матрица задают отношения между симптомами и вызывающими их причинами. Дугам сети и соответствующей матрице приписаны весовые коэффициенты. Эти коэффициенты формируются в процессе обучения. Для принятия решения по установлению диагноза используется линейное преобразование вектора, определяющего наличие симптомов с помощью матрицы заболеваний. Для принятия решения также используется метод, базирующийся на теории нечётких множеств. Эти методы были использованы на примере решения задачи диагностики первичных головных болей.

Ключевые слова: обучение. Симптом. Диагностика. Интеллект. Знание.

1. Введение

Работы по созданию интеллектуальных систем шли в нескольких направлениях. Одно из ведущих направлений было связано с исследованием и разработкой систем, способных к обучению с использованием обучающей выборки. В качестве основных компонент этих систем использовались нейроподобные элементы, имеющие несколько входов и один выход. Эти элементы представляют собой пороговый логический блок (ПЛБ). Входной объект ПЛБ одновременно возбуждает n входов, а на выходе появляется сигнал i , который может иметь одно из R различных значений. Каждое из этих значений представляет класс, к которому можно отнести объект. При этом особое внимание было уделено созданию обучающихся систем для распознавания образов. В случае, когда нет априорной информации о классифицируемых объектах, процесс обучения происходит следующим образом. Системе показывают ряд объектов из обучающей выборки и сообщается, к какому классу каждый из них относится. Владея лишь этой информацией, система строит некоторую функцию, которую называют разделяющей. Эта функция в дальнейшем используется для распознавания или диагностики новых объектов. В качестве примера обучающихся систем такого рода следует отметить работы Розенблатта Ф [1], который предложил и использовал обучаемый пороговый логический блок (ПЛБ) в качестве обучаемого элемента системы, которую он назвал перцептроном. Уидроу и Хофф [2] разработали технические устройства на обучаемых (ПЛБ) и назвали ADALINES – обучаемые линейные устройства. Штейнбух [3] разработал обучаемую матрицу, которая является примером классифицирующей машины с обучением. В данной работе рассматривается интеллектуальная система медицинской диагностики, использующая знания и способная к обучению.

2. Основная часть

Медицинская диагностика представляет собой процесс установления диагноза, то есть заключения о сущности болезни и состоянии пациента, выраженное в принятой медицинской терминологии. Решение задачи диагностики требует наличия информации о жалобах больного и его близких, (анамнез), результаты лабораторных исследований, а также исследований, проведённых с помощью медицинской аппаратуры. На основании полученных данных о состоянии больного вырабатывается правило, в соответствии с которым для каждого набора таких данных указывается к какому классу он принадлежит, т. е. ставится диагноз. Для решения этой задачи используются как методы обучения, так и знания из соответствующей области медицины.

В качестве компьютерной модели представления знаний используется семантическая сеть, в которой вершины представляют собой понятия, определяющие различные нарушения в организме, а дуги – отношения между нарушениями [4,5]. В семантической сети выделяются вершины – симптомы, задающие нарушения, которые непосредственно наблюдаются у конкретного больного и содержат исходную информацию. Между симптомами и заболеваниями используются причинно-следственные отношения в виде дуг семантической сети. Такая семантическая сеть называется причинно-следственной сетью. Причинно-следственная сеть на рис. 1 представлена в виде графа, а на рис. 2 в виде (0-1)-ой матрицы отношений.

Упомянутую семантическую сеть будем называть сетью заболеваний, а соответствующую матрицу – матрицей заболеваний. Решая задачу диагностики, нужно на основе входных данных о состоянии пациента (симптомов), поставить диагноз. Дугам графа (рис.1) и элементам матрицы (рис.2) приписываются весовые коэффициенты, которые дают возможность более точно описать ситуацию, связанную с болезнью и решить задачу диагностики.

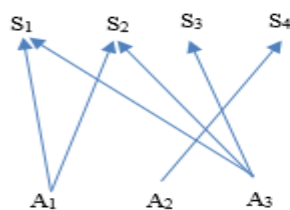


Рис.1

	S ₁	S ₂	S ₃	S ₄
A ₁	1	1	0	0
A ₂	0	0	0	1
A ₃	1	1	1	1

Рис. 2

В этом случае вместо ноль-единичной матрицы, указывающей на наличие или отсутствие отношений, имеем матрицу, элементами которой являются весовые коэффициенты. Обучение заключается в подборе этих коэффициентов. Весовые коэффициенты может задавать врач-эксперт, подбирая коэффициенты на основе содержательного анализа данных [5]. В то же время весовые коэффициенты можно получить, используя некоторые алгоритмы, в частности, алгоритм обучения с исправлением ошибок, предложенный в [6]. Следует, однако, отметить, что опыт общения с врачами показал, что они довольно легко выставляют коэффициенты, указывающие на степень уверенности в проявлении симптома при наличии болезни. Однако затрудняются в решении обратной задачи, связанной с установлением коэффициентов, указывающих на степень уверенности болезни при наличии симптома, что происходит из-за неоднозначности перехода от заключения к посылке. Поэтому часто приходится использовать упомянутые выше алгоритмы корректировки весов. На рис.3 представлена упомянутая матрица в общем виде без привязанности к диагностируемому объекту.

$$C = \begin{matrix} & \begin{matrix} A_1 & A_2 & \dots & A_n \end{matrix} \\ \begin{matrix} S_1 \\ S_2 \\ \vdots \\ S_m \end{matrix} & \begin{bmatrix} c_{11} & c_{12} & \dots & c_{1n} \\ c_{21} & c_{22} & \dots & c_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ c_{m1} & c_{m2} & \dots & c_{mn} \end{bmatrix} \end{matrix}$$

Рис. 3

Семантическую сеть, с весовыми коэффициентами будем называть нечёткой сетью заболеваний, а соответствующую ей матрицу – нечёткой матрицей заболеваний. Для компьютерного представления заболеваний будем использовать упомянутую выше нечёткую матрицу заболеваний – матрицу C (Рис 3) рассматриваемых болезней, вектор-строка $A_1 A_2 \dots A_n$ – наименование болезней, а c_{ij} – элементы матрицы заболеваний, задающие степени уверенности. Каждый элемент матрицы отображает величину степени уверенности болезни при наличии симптома. Так как окончательное решение о заболевании принимается на основе совокупности симптомов, для решения задачи диагностики необходимо иметь информацию о наличии симптомов у конкретного больного. Для этого строится ноль-единичный вектор $X = x_1 \dots x_m$ в котором 1 указывает наличие симптома, а 0 – на его отсутствие. Вектор $X = x_1 \dots x_m$ формируется в процессе обследования больного и выявления симптомов. Он формируется или врачом, или самим больным при его

ответе на вопросы врача. Установление диагноза, т.е. наиболее вероятной гипотезы о заболевании сводится к суммированию весовых коэффициентов столбцов тех строк, которые соответствуют активизированным симптомам. Столбцу, получившему максимальное значение этой суммы, соответствует гипотеза болезни $A_1 A_2 \dots A_n$. Этот результат можно получить путём умножения ноль-единичного вектора $X = x_1 \dots x_m$ на матрицу C , т.е. путём проведения линейного преобразования вектора X с помощью матрицы заболеваний C . Вектор S_i , задающий симптомы (вектор заболеваний) принимает бинарные значения, а коэффициенты c_{ij} принимают значения из множества действительных чисел.

$$XC = (x_1 c_{11} + x_2 c_{21} + \dots + x_m c_{m1} = A_1, x_1 c_{12} + x_2 c_{22} + \dots + x_m c_{m2} = A_2, \dots, x_1 c_{1n} + x_2 c_{2n} + \dots + x_m c_{mn} = A_n);$$

Порядковый номер максимального элемента полученного вектора, т.е. $\max(A_1, A_2, \dots, A_n)$ укажет на вероятный диагноз. Пусть у конкретного больного имеются симптомы: S_1, S_2, S_4 , т.е. $S_1 = 1, S_2 = 1, S_3 = 0, S_4 = 1$.

	D_1	D_2	D_3
S_1	0,4	0,7	0,8
S_2	0,8	0,8	0,9
S_3	0,7	0,6	0,3
S_4	0,6	0,9	0,5

Рис. 4

Складывая соответствующие столбцы, или проведя операцию линейного преобразования, получим: $D_1 = 1,8; D_2 = 2,4; D_3 = 2,2$. Таким образом, D_2 – есть наиболее вероятный диагноз.

Как было сказано выше, весовые коэффициенты не всегда могут быть установлены врачом. В таких случаях часто приходится использовать известные алгоритмы корректировки весов. Одним из таких алгоритмов является алгоритм обучения с исправлением ошибок описанный в монографии [7].

В этом алгоритме все объекты поступают последовательно во времени в произвольном порядке. Начальные веса выбираются произвольно и изменяются только в случае неправильной классификации объекта. Пусть на вход системы поступил объект i -го класса, а некоторый столбец получил большее значение, и система ошибочно отнесла i -й объект к j -му классу. Тогда весовые векторы изменятся по следующему правилу

$$\begin{aligned} W_i^* &= W_i + X \\ W_j^* &= W_j - X \end{aligned}$$

где X -объект, в нашем случае, описание болезни с использованием системы признаков. Если признак присутствует, то пишем 1, если отсутствует, то пишем 0. W_i, W_j – начальные значения i -го и j -го весовых векторов. В работе [6] отмечено, что алгоритм даёт возможность получить результат за конечное число шагов.

В данной работе для принятия решения по установлению диагноза был использован также и другой подход. Этот подход использует теорию нечётких множеств Л Заде [7] и метод Ягера [8]. При использовании этого метода вместо операции линейного преобразования осуществляется операция интерсекции размытых множеств. Для выполнения этой операции строится матрица элементы которой являются коэффициенты, задающие степени уверенности в том, что симптом S является одним из следствий болезни A . Строки матрицы задают размытые множества. Коэффициенты устанавливаются или врачом, или путём обучения системы с использованием алгоритма обучения с исправлением ошибок. Проводится операция интерсекции этих размытых множеств. Для этого во всех столбцах выбирается минимальное значение этих коэффициентов. Из этих минимальных значений берётся максимум. Номер максимального элемента определяет столбец в матрице заболеваний, которому соответствует название болезни.

Рассмотрим пример решения данной задачи в общем виде. Пусть имеем три болезни D_1, D_2, D_3 и решение принимается на основе четырёх симптомов S_1, S_2, S_3, S_4 , которые имеются у конкретного больного. Коэффициенты, определяющие степени уверенности болезни при наличии симптома представлены в виде матрицы (Рис. 4) Для решения по установлению диагноза используем теорию размытых множеств. Тогда принимаемое решение может быть представлено как интерсекция S размытых множеств S_1, S_2, S_3, S_4 . Она будет выглядеть так:

$$C = S_1 \cap S_2 \cap S_3 \cap S_4 = \left\{ \frac{0,4}{D_1}, \frac{0,6}{D_2}, \frac{0,5}{D_3} \right\}$$

В данном случае D_2 также принимает максимальное значение. Откуда D_2 есть наиболее вероятное заболевание, т.к. имеет максимальное значение функции принадлежности. Таким образом оба метода дали одинаковый хороший результат.

3. Заключение

Рассмотренный подход был использован и проверен в задаче диагностики неврологических заболеваний класса первичных головных болей. Одним из наиболее характерных видов первичных головных болей является: головная боль напряжения, мигрень и кластерная головная боль. Характерная особенность заболеваний этого класса заключается том, что никакие методы обследования, включая физикальный и неврологический осмотры не выявляют органической причины боли [9]. Позитивная диагностика базируется исключительно на жалобах пациента. Медицинские данные, на которые приходится опираться, имеют качественный нечёткий характер. Задача относится к классу неформализованных задач. На рис. 6 представлен фрагмент таблицы, в которой приведены некоторые признаки заболеваний и соответствующие коэффициенты, полученные в процессе обучения. Обучение системы (формирование коэффициентов) позволило решать задачу диагностики наравне с опытными клиницистами.

Признаки болезни	Головная боль напряжения	Мигрень	Кластерная головная боль
Локализация			
Двухсторонняя лоб висок	0,9	0,6	0,1
Односторонняя лоб висок	0,1	0,9	0,9
Глазница	0,3	0,8	0,9
Иррадиация			
Лоб висок	0,5	0,6	0,5
Затылок	0,7	0,4	0,5
Глаз	0,3	0,8	0,9
Характер боли			
Сдавливающая	0,9	0,6	0,1
Сильная пульсирующая	0,5	0,8	0,7
Частота приступа			
Один раз в месяц	0,7	0,7	0,1
Несколько раз в месяц	0,7	0,7	0,1
4-6 раз в неделю	0,7	0,5	0,1
Длительность приступа			
4 – 72 часа	0,6	0,9	0,1
15 минут – 3 часа	0,6	0,1	0,9
3 – 4 часа	0,9	0,6	0,1

Рис. 6

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Rosenblatt F. (1962). Principles of Neurodynamics. New York: Spartan
2. Widrow B., Hoff M.E. (1960.). Adaptive Switching Circuits. IRE WESTCON Convention Rec. New York
3. Steinbuch K., Piske V.A.W. (1963), Learning Matrices and Their Applications, Trans. IEEE on Elect. Computers, EC-12, № 5
4. Mikeladze M., Radzievski V., Jaliabova N, Radzievski D. (2014). Knowledge Organization In Intelligent Information Systems for Solving Unformalized Problems of Diagnosing. Archil Eliashvili Institute of Control Systems of the Georgian Technical University Proceedings. №18, Tbilisi, pp. 50 – 56 (In_Geo)

5. Radziewski V., Mikeladze M., Jaliabova N., Radziewski D. (2013). Solution of Unformalized Problem of Medical Diagnosis Applied to the Stomach Gastritis Class of Diseases. Archil Eliashvili Institute of Control Systems of the Georgian Technical University Proceedings. №17, Tbilisi, pp. 157 – 162 (In_Geo)
6. Nilson N.J. (1965). Learning Machines. New York St. Louis San Francisco Toronto London Sydney. McGRAW-HILL BOOK COMPANY
7. Zadeh L.A. (1973). The Concept of a Linguistic Variable and its Application to Approximate Reasoning. American Elsevier Publishing Company. New York
8. Jager R. (1977). Multiple objective decision – making using fussy sets – “Int – J.Men.–Machine Studies”.v.9
9. Tabeeva G.R. (2014), Headache: A Guide for Doctors. – M. GEOTAR-Media, (In_Ru).

სამედიცინო დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემა, რომელიც იყენებს ცოდნას და რომელსაც გააჩნია დასწავლის უნარი

ვადიმ რადიევსკი, მაია მიქელაძე, ნორა ჯალიაბოვა,
დომიტრი რადიევსკი, ილია ოკონიანი

v_radziewski@yahoo.com, mikeladzemaia@yahoo.com, dradziewski@gmail.com, i.okonian@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის
არჩილ ელიაშვილის სახ. მართვის სისტემების ინსტიტუტი

რეზიუმე

განხილულია დაავადებების დიაგნოსტიკის ინტელექტუალური სისტემა, რომელიც იყენებს სამედიცინო ცოდნას და რომელსაც გააჩნია სწავლების უნარი. ცოდნის მოდელის როლში გამოიყენება სემანტიკური ქსელი, რომელიც წარმოდგენილია მიმართების მატრიცის სახით. ქსელიც და მატრიცაც განსაზღვრავს კავშირს სიმპტომებსა და მათ გამომწვევ მიზეზებს შორის. ქსელის რკალებს და შესაბამის მატრიცას ენიჭება წონითი კოეფიციენტები. ეს კოეფიციენტები ყალიბდება სასწავლო პროცესში. დიაგნოზის დადგენის შესახებ გადაწყვეტილების მისაღებად გამოიყენება ვექტორის წრფივი გარდაქმნა, რომელიც განსაზღვრავს სიმპტომების არსებობას დაავადების მატრიცის მეშვეობით. გადაწყვეტილების მისაღებად აგრეთვე გამოიყენება მეთოდი რომელიც ეყრდნობა არამკაფიო სიმრავლეთა თეორიას. ეს მეთოდები იყო გამოყენებული პირველადი თავის ტკივილის დიაგნოსტიკის ამოცანის გადაჭრის მაგალითზე.

INTELLIGENT MEDICAL DIAGNOSTICS SYSTEM THAT USES KNOWLEDGE AND IS CAPABLE OF LEARNING

Vadim Radziewski, Maia Mikeladze, Nora Jaliabova, Dimitri Radziewski, Ilia Okonian
v_radziewski@yahoo.com, mikeladzemaia@yahoo.com, dradziewski@gmail.com, i.okonian@gmail.com
Archil Eliashvili Institute of Management Systems of Georgian Technical University

Summary

An intellectual system for diagnosing diseases, using medical knowledge and capable of learning, is considered. As a knowledge model, a semantic network is used, also presented in the form of a matrix of relations. Both the network and the matrix define the relationship between symptoms and their causes. The weights are assigned to the arcs of the network and the corresponding matrix. These coefficients are formed in the learning process. To make a decision on establishing a diagnosis, the formation of a linear function and a block for choosing a maximum, as well as the theory of fuzzy sets and the Jager method are used. The use of this model is shown on the example of solving the problem of diagnosing primary headaches.

IDENTIFICATION OF NONLINEAR DYNAMIC SYSTEMS USING WIENER MODELS

Besarion Shanshiashvili, Beka Avazneli
besoshan@hotmail.com, avaznelibeq@gmail.com
Georgian Technical University,

Summary

While modelling the industrial processes by using systems identification methods, it is necessary to solve various problems. This work considers the structure and parameter identification problems of nonlinear dynamic systems of industrial processes in the frequency domain on the subset of continuous block-oriented models, elements of which are simple, generalized and expanded Wiener models. Method of structure identification in steady state based on the observation of the system's input and output variables is proposed. The solution of the problem of parameter identification is reduced to the solution of the systems of algebraic equations by using the Fourier approximation. The parameters estimations are received by the least squares method. The identification methods are investigated on accuracy.

Keywords: nonlinear system, block-oriented model, identification, structure, parameter, industrial.

1. INTRODUCTION

The choice of control type for any industrial process depends on the amount of existing information on a condition of the system formalized in the form of mathematical model.

When using systems identification methods to formalize processes in the industrial systems, it is necessary to solve various problems depending on the a priori information about the system, while building a mathematical model of the system [1]. The construction of the system's optimal model in many respects depends on successfully solving the structure and parameter identification problems.

Usually model structure is determined by using the physical laws of the processes, that take place in the investigation system or on the basis of a priori information according to the traditional identification scheme [1, 2]. However, the structure of the model determined in such way often has high dimension, and its application is not expedient for the solution of practical problems. Therefore, it is necessary to rely on the identification. Parameter identification problem usually is solved based on a posteriori information.

Identification of systems is based basically on the linear stationary models, which are widely applied to industrial processes. At the same time, many of the current industrial processes bear the nonlinear character. At the research of the nonlinear systems principally new events appear, which are not observed in the linear systems. The research of physical events and their features in the nonlinear systems can be examined and adequately characterized only by using the nonlinear dynamic models.

At the representation of nonlinear systems by the block-oriented models [3], the problem of structure identification of the nonlinear systems on the basis of observation system's input-output variables was considered in some works, in particular on the certain sets of discrete (e.g. [4, 5]) and continuous block-oriented models (e.g. [6, 7]).

Most of the existing developed parameter identification methods of nonlinear block-oriented systems are developed for the simple Hammerstein and Wiener models (e.g. [5, 8-11]). Comparatively small quantity of works are devoted to the identification of Hammerstein-Wiener and Wiener-Hammerstein cascade models (e.g. [12,13]). Successes in the field of parameter identification of block-oriented models are insignificant. This can be explained by the fact that the majority of block-oriented models, except for the Hammerstein models (simple and generalized) are nonlinear relative to the parameters, and also because of the large number of estimated parameters. Therefore, the solution of the problem of parameter identification is

analytically possible only for some block-oriented low order models. Despite their simplicity, such models are widely used in many fields of the industrial processes to identify systems of mining and smelting, ore dressing, chemical, mechanical, biological processes and etc.

In this work problems of structure and parameter identification of nonlinear dynamic systems are considered in the frequency domain on the subset of continuous block-oriented models, elements of which are simple, generalized and expanded Wiener models. The problem of parameter identification can be connected directly with the problem of structure identification using the experimental data, received for solving the problem of structure identification.

2. CLASSES OF MODELS AND INPUT SIGNALS

The problems parameter identification is considered on the following class of continuous block-oriented models (Fig. 1):

$$L = \{s_i | i = 1, 2, 3\}, \quad (1)$$

where s_1 , s_2 and s_3 - the simple, generalized and expanded Wiener models.

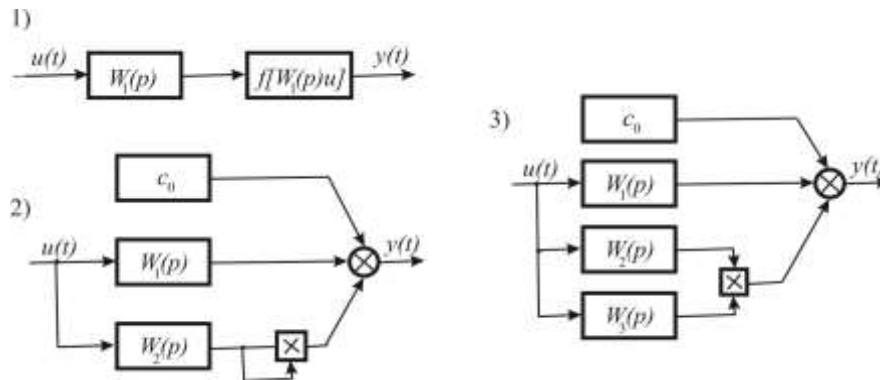


Fig.1. The block-oriented models: 1) simple Wiener model; 2) generalized Wiener model; 3) expanded Wiener model.

The models of the set L are described by the following equations:

- Simple Wiener model

$$y(t) = c_0 + c_1 W(p)u(t) + c_2 [W(p)u(t)]^2; \quad (2)$$

- Generalized Wiener model

$$y(t) = c_0 + W_1(p)u(t) + [W_2(p)u(t)]^2; \quad (3)$$

- Expanded Wiener model

$$y(t) = c_0 + c_1 W_1(p)u(t) + [W_2(p)u(t)][W_3(p)u(t)]; \quad (4)$$

In the formulas (2) - (4) $u(t)$ and $y(t)$ are input and output variables, correspondingly. The nonlinear static element forming the Simple Wiener model is described by the second order polynomial functions:

$$f[x(t)] = c_0 + c_1 x(t) + c_2 x^2(t), \quad (5)$$

where c_i ($i=0,1,2$) - constant coefficients, $W(p)$, $W_i(p)$ ($i=1,2,3$) - transfer functions of linear dynamic systems in the operational form, i.e. $p \equiv d/dt$.

The linear dynamic elements included in the class of block-oriented models are assumed to be steady, i.e. the roots of their characteristic equations are placed in left half plane of the roots plane.

To solve the problem of the parameter identification of the nonlinear systems, based on active experiment, it is supposed, that input variable of the system $u(t)$ is a sinusoidal function:

$$u(t) = A \cos \alpha t. \quad (6)$$

3. STRUCTURE IDENTIFICATION

3.1. Mathematical description of forced oscillations

The problem of structural identification is brought in correspondence with the L. Zadeh classical determination of identification, i.e. it is implied that the classes of models and input signals are set. A criterion determining the model structure from the class of models is needed to be developed.

When a harmonic action enters the input of the nonlinear system, then the forced oscillation, having characteristic features for different models of the set (1), is obtained at the output of the system after the termination of the transient process in the steady state.

Let's consider analytical expressions of the forced oscillations, obtained at the output of each model of the set (1):

- **Simple Wiener model**

$$y(t) = c_0 + \frac{1}{2} |W_1(j\omega)|^2 c_2 A^2 + |W_1(j\omega)| c_1 \cos[\alpha t + \varphi_1(\omega)] + \frac{1}{2} |W_1(j\omega)|^2 c_2 A^2 \cos 2[\alpha t + \varphi_1(\omega)]; \quad (7)$$

- **Generalized Wiener model**

$$y(t) = c_0 + \frac{1}{2} |W_2(j\omega)|^2 A^2 + |W_1(j\omega)| A \cos[\alpha t + \varphi(\omega)] + \frac{1}{2} |W_2(j\omega)|^2 A^2 \cos 2[\alpha t + \varphi(\omega)]; \quad (8)$$

- **Expanded Wiener model**

$$y(t) = c_0 + \frac{1}{2} |W_2(j\omega)| |W_3(j\omega)| A^2 \cos[\varphi_2(\omega) - \varphi_3(\omega)] + |W_1(j\omega)| A \cos[\alpha t + \varphi(\omega)] + \frac{1}{2} |W_2(j\omega)| |W_3(j\omega)| A^2 \cos[2\alpha t + \varphi_2(\omega) + \varphi_3(\omega)]; \quad (9)$$

In expressions (7) - (9) $|W_i(j\omega)|$ ($i=1, 2, 3$) are modules of frequency transfer functions of models and $\varphi_i(\omega)$ ($i=1, 2, 3$) are a phase shifts of an output signals of a linear parts concerning an input signal.

3.2. Criterion determining the model structure

The analysis of the expressions of output variables (7) - (9) of the models s_i ($i=1, 2, 3$) allow to determine the selection criteria of the model structure on the set (1):

- **Simple Wiener model** – the constant component of the output periodic signal depends on the frequency variation of the input action. The ratio of the amplitude of the first harmonic to the amplitude of the second harmonic and the difference between the constant component and the amplitude of the second harmonic does not depend on the frequency;

- **Generalized Wiener model** - the difference between the constant component and the amplitude of the second harmonic does not depend on the frequency, and the ratio of the amplitude square of the first harmonic to the amplitude of the second harmonic depends on the frequency;

- **Expanded Wiener model** - all above listed values depend on the frequency, however the constant component and the ratio of difference of the constant components under different amplitudes of the input action to the amplitude of the second harmonic represent trigonometric functions of frequency.

The above listed values - constant components, amplitudes of the first, second, third and fourth harmonics of the output forced oscillation of the system can be defined by means of the numerical harmonic analysis [13].

4. PARAMETER IDENTIFICATION

Let's consider the features for the parameter's estimation of models by the method using the Fourier approximation by the method of the least squares, in the case when the transfer functions of the model's linear dynamic parts are defined by the expression:

$$W_i(p) = \frac{1}{T_{0i}p^2 + T_i p + 1} \quad (i=1, 2, 3), \quad (10)$$

where $T_{0i} > 0$ ($i=1,2$) has a dimension of time square, and $T_i > 0$ ($i=1,2$) - a dimension of time.

4.1. The simple Wiener model

From (7), taking into account (10), after a series of transformations we obtain:

$$y(t) = c_0 + \frac{1}{2} A^2 + \frac{A(1-\omega^2 T_{01})}{(1-\omega^2 T_{01})^2 + \omega^2 T_1^2} \cos \alpha t + \frac{A\omega T_1}{(1-\omega^2 T_{01})^2 + \omega^2 T_1^2} \sin \alpha t + \frac{A^2(1-4\omega^2 T_{02})}{2[(1-4\omega^2 T_{02})^2 + 4\omega^2 T_2^2]} \cos 2\alpha t + \frac{A^2\omega T_2}{(1-4\omega^2 T_{02})^2 + 4\omega^2 T_2^2} \sin 2\alpha t. \quad (11)$$

The application of the Fourier approximation [14] for the output periodic signal of the system enables to obtain the estimates of the Fourier coefficients $\hat{a}_0/2$, \hat{a}_k , \hat{b}_k , ($k=1,2$). Equating such estimates with their theoretical values and using the method of the least squares, we'll get the estimates of the parameters \hat{T}_{01} and \hat{T}_1 :

$$\hat{T}_{01} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \omega_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{\hat{a}_{1i}^2}{\hat{b}_{1i}^2} \omega_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n \frac{\hat{a}_{1i}}{\hat{b}_{1i}} \omega_i \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{\hat{a}_{1i}}{\hat{b}_{1i}} \omega_i^3 \right)}{\left(\sum_{i=1}^n \omega_i^4 \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{\hat{a}_{1i}^2}{\hat{b}_{1i}^2} \omega_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n \frac{\hat{a}_{1i}}{\hat{b}_{1i}} \omega_i^3 \right)^2}, \quad (12)$$

$$\hat{T}_1 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \omega_i^4 \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{\hat{a}_{1i}}{\hat{b}_{1i}} \omega_i \right) - \left(\sum_{i=1}^n \omega_i^2 \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{\hat{a}_{1i}}{\hat{b}_{1i}} \omega_i^3 \right)}{\left(\sum_{i=1}^n \omega_i^4 \right) \left(\sum_{i=1}^n \frac{\hat{a}_{1i}^2}{\hat{b}_{1i}^2} \omega_i^2 \right) - \left(\sum_{i=1}^n \frac{\hat{a}_{1i}}{\hat{b}_{1i}} \omega_i^3 \right)^2}. \quad (13)$$

If we know the values of estimates \hat{T}_{01} and \hat{T}_1 it is possible to obtain estimates of parameters \hat{c}_0 , \hat{c}_1 and \hat{c}_2 by using the expressions of the Fourier coefficients.

4.2. The generalized Wiener model

In this case \hat{T}_{01} and \hat{T}_1 estimates obtained by the method of the least squares are determined by the expressions (12), (13).

In the same way it is possible to get the system of equations linear regarding T_{02} , T_2 , T_{02}^2 , T_2^2 , $T_{02}T_2$:

$$2\omega_i^2 T_{02} + 2\omega_i \frac{\hat{a}_{2i}}{\hat{b}_{2i}} T_2 - \omega_i^4 T_{02}^2 - 2\omega_i^2 \frac{\hat{a}_{2i}}{\hat{b}_{2i}} T_{02} T_2 + \omega_i^2 T_2^2 = 1 \quad (i=1,2,\dots,n), \quad (14)$$

and using it – the estimates of the parameters \hat{T}_{02} , \hat{T}_2 obtained by the method of the least squares.

4.3. The expanded Wiener model

To simplify the calculations, we will assume that in expression (10) $T_{0i} = 0$ ($i=1, 2, 3$). In this case, as for the previous two models, we get the following estimates:

$$\hat{T}_1 = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{\hat{b}_{1i}}{\hat{a}_{1i}} \omega_i}{\sum_{i=1}^n \omega_i^2}, \quad (15)$$

$$\hat{T}_2 = \frac{2\hat{T}_0}{\hat{T} - \sqrt{\hat{T}^2 - 4\hat{T}_0}},$$

$$\hat{T}_3 = \frac{2\hat{T}_0}{\hat{T} + \sqrt{\hat{T}^2 - 4\hat{T}_0}},$$
(16)

where

$$\hat{T}_0 = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i} \hat{b}_{2i}\right)^2 - \left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i} \omega_i^2\right) \left(\sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i}^2\right)}{\left(\sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i} \hat{b}_{2i}\right) \left(\sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i} \hat{b}_{2i} \omega_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i}^2\right) \left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i} \omega_i^4\right)},$$
(17)

$$\hat{T} = \frac{\left(\sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i} \hat{b}_{2i}\right) \left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i}^2 \omega_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i} \hat{b}_{2i}\right) \left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i} \omega_i^4\right)}{\left(\sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i} \hat{b}_{2i}\right) \left(\sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i} \hat{b}_{2i} \omega_i^2\right) - \left(\sum_{i=1}^n \hat{a}_{2i}^2\right) \left(\sum_{i=1}^n \hat{b}_{2i} \omega_i^4\right)}.$$
(18)

5. CONCLUSION

The problems of structure and parameter identification of nonlinear systems at the input sinusoidal actions of the system on the subset of continuous block - oriented models, the elements of which are simple, generalized and expanded Wiener models are considered.

Method of structure identification is proposed in steady state based on the observation of the system's input and output variables. The parameters estimations are received by the least squares method.

The reliability of the received results, at the identification of nonlinear systems in the industrial conditions in the presence of noise and errors depends on the measurement accuracy of the systems' output signals and on the mathematical processing of the experimental data.

ლიტერატურა – References :

1. Eykhoff, P. (1974). System Identification. Parameter and State Estimation. John Wiley and Sons Ltd, London.
2. Trends and Progress in system Identification. (1981). Edited by Pieter Eykhoff. Pergamon Press, Oxford.
3. Haber, R. and Keviczky, L. (1976). Identification of nonlinear dynamic systems. In: Preprints of the IV IFAC Symposium on Identification and System Parameter Estimation (1), pp. 62-112. Institute of Control Sciences, Moscow.
4. Haber, R. and Unbehauen, H. (1990). Structure identification of nonlinear dynamic systems – a survey on input/output approaches. Automatica, vol. 26, no. 4, pp. 651-677.
5. Giri, F., Bai, E-W. (eds). (2010). Block-oriented Nonlinear System Identification. Springer, Berlin.
6. Salukvadze. M. and Shanshiashvili, B. (2013). Identification of nonlinear Continuous Dynamic Systems with Closed Cycle. Inter. Jou. of Information Technology & Decision making, vol.12, no. 2, pp. 179-199.
7. Shanshiashvili B., Prangishvili A. and Tsveraidze Z. (2019). Structure Identification of Continuous-Time Block-Oriented Nonlinear Systems in the Frequency Domain. IFAC-PapersOnLine, vol. 52, Issue 13, pp. 463-468.

8. Mattsson P., Wigren T. (2016). Convergence analysis for recursive Hammerstein identification", *Automatica* 71, 179-186.
9. Ma J., Ding F., Xiong W., Yang E. (2016). Combined state and parameter estimation for Hammerstein systems with time-delay using the Kalman filtering. *Int. J. Adapt. Control Signal Proces.*, 1-17.
10. Li, J., Zong, T., Gu, J., Gu J., Hua L. (2020). Parameter Estimation of Wiener Systems Based on the Particle Swarm Iteration and Gradient Search Principle. *Circuits, System, Signal Processing* 39(7), 3470–3495.
11. Shanshiashvili B., Rigishvili T. (2020). Parameter Identification of Block-Oriented Nonlinear Systems in the Frequency Domain. In: *Preprints of the 21st IFAC World Congress*, pp. 10839-10844.
12. Brouri A., Kadi L. Slassi S. (2017). Frequency identification of Hammerstein-Wiener systems with backlash input nonlinearity. *Inte.Jour. of Control, Automation and Systems* 1(5), 2222–2232.
13. Giordano G. and Sjöberg J. (2018). Maximum Likelihood identification of Wiener-Hammerstein system with process noise. *IFAC-PapersOnLine* 51(15), 401-406.
14. Hamming R. W. (1987). *Numerical methods for scientists and engineers*. Dover Publications Inc., New York.

არაწრფივი დინამიკური სისტემების იდენტიფიკაცია ვინერის მოდელების გამოყენებით

ბესარიონ შანშიაშვილი, ბექა ავაზნელი
besoshan@hotmail.com, avaznelibeq@gmail.com
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

საწარმო პროცესების მოდელირებისას, სისტემების იდენტიფიკაციის მეთოდების გამოყენების პირობებში, საჭიროა სხვადასხვა ამოცანის გადაწყვეტა. ნაშრომში განიხილება საწარმო პროცესების არაწრფივი დინამიკური სისტემების სტრუქტურული და პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანები სიხშირიერულ არეში უწყვეტ ბლოკურად ორიენტირებული მოდელების ქვესიმრავლეზე, რომლის ელემენტებია მარტივი, განზოგადებული და გაფართოებული ვინერის მოდელები. შემოთავაზებულია სტრუქტურული იდენტიფიკაციის მეთოდი დამყარებულ მდგომარეობაში, პარამეტრული იდენტიფიკაციის ამოცანის გადაჭრა დაიყვანება ალგებრული განტოლებათა სისტემების ამოხსნაზე, ფურიეს აპროქსიმაციის გამოყენებით. პარამეტრების შეფასებები მიიღება უმცირესი კვადრატების მეთოდით. იდენტიფიკაციის მეთოდები გამოკვლეულია სიზუსტის თვალსაზრისით.

მაღალი წარმადობის კომპიუტერის ინფორმაციის შესანახი სისტემის ოპტიმიზაცია აპარატურული ამარჯვებლების საშუალებით

ბეკარ ოიკაშვილი, არჩილ ფრანგიშვილი
bekar.oikashvili@gtu.ge, a_prangi@gtu.ge
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

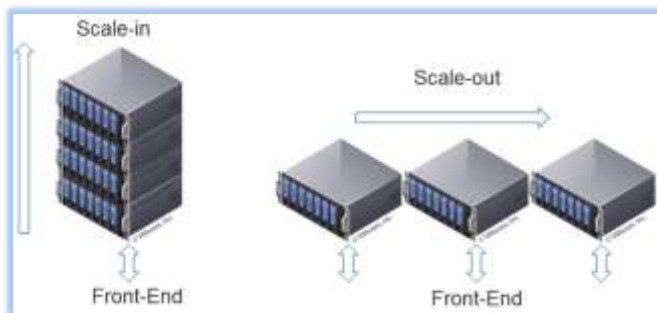
რეზიუმე

განხილულია დისკური ტიპის ინფორმაციის შესანახი სისტემები, მათი ნაირსახეობა როგორც აპარატურულ ისე პროგრამულ ნაწილში და მათი ოპტიმიზაციის გზები. ზოგადად ნებისმიერი ციფრული გამოთვლითი სისტემის, ეს იქნება მობილური ტელეფონი თუ მაღალი წარმადობის სისტემა, ე.წ. სუპერკომპიუტერი, განუყოფელ ნაწილს წარმოადგენს ამა თუ იმ ტიპის ინფორმაციის შესანახი მოწყობილობები. ხშირ შემთხვევაში, კომპიუტერებისა და სერვერული ინფრასტრუქტურის შემთხვევაში ესენია დისკური მეხსიერების სისტემები. როგორც ინფრასტრუქტურის დანარჩენი ნაწილი აქაც სისტემა შედგება 2 ნაწილისაგან, აპარატურული და პროგრამული უზრუნველყოფისაგან.

საკვანძო სიტყვები: ინფორმაციის შესანახი, Scale-In, Scale-Out, Software-Defined Storage, დისკური მასივი, დეცენტრალიზაცია, ZFS, QAT, Lustre, MetaData, Object Storage, პროგრამული უზრუნველყოფა, სერვერი, კონტროლერი, სუპერკომპიუტერი.

1. შესავალი

ნებისმიერი დისკური შესანახი სისტემა იყოფა ორ ნაწილად, კერძოდ აპარატურულ და პროგრამულ უზრუნველყოფად. ზოგადად თავის მხრივ აპარატურული ნაწილი იყოფა ძირითადად 2 ნაწილად, scale in და scale out შესანახ სისტემებად. Scale in სისტემა გულისხმობს მთელი დისკური მასივების ერთ გამოთვლით კვანძში (სერვერში ან კონტროლერში) მოქცევას და ცენტრალიზაციას, ხოლო scale out, პირიქით დეცენტრალიზაციის პრინციპით არის ჩამოყალიბებული სადაც თითოეული გამოთვლითი კვანძის უკან სხვა კვანძებთან იდენტური რაოდენობის დისკური მასივია და უფრო თანამედროვე და მასშტაბირებად გადაწყვეტილებად ითვლება. იდეა მდგომარეობს შემდეგში რომ პატარა საცავები იყოს ცალკე თავიანთი გამოთვლითი კვანძებით და პროგრამულად იმართებოდეს ეს საცავები როგორც ერთიანი ინფორმაციის შესანახი სისტემა. ამ შემთხვევაში მონაცემთა შესანახი ყველა კვანძის მართვა ერთი პროგრამული გარემოდან არის შესაძლებელი (ნახ.1) [1].



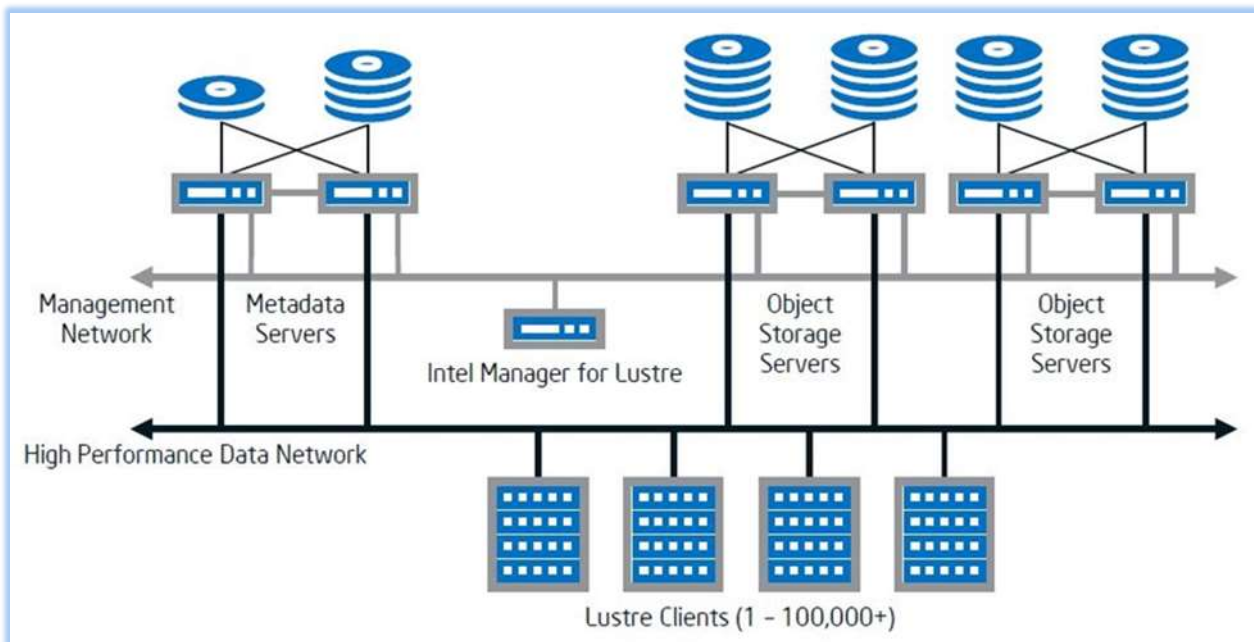
ნახ.1. Scale-in და Scale-out სისტემებს შორის განსხვავება

Scale-out ტიპის ინფორმაციის შესანახი სისტემა ბევრად უფრო მარტივად მასშტაბირებადი და უფრო ეფექტურიცაა. მსგავს ინფრასტრუქტურას ხშირად პროგრამულად მართვად შესანახ სისტემებსაც ეძახიან (Software-defined Storage). ეს მიდგომა ძალიან დიდი პოპულარობით სარგებლობს თანამედროვე მონაცემთა ცენტრებში, ღრუბლოვანი ტექნოლოგიებში (Cloud computing) და განსაკუთრებით სუპერკომპიუტერებში.

2. ძირითადი ნაწილი

ინფორმაციის შესანახი სისტემის კუთხით პროგრამული უზრუნველყოფის ნაწილში საჭიროა სპეციალური მონაცემების შესანახი სისტემა რომელიც უზრუნველყოფს სუპერკომპიუტერის მოთხოვნებს. ერთერთი ასეთი სისტემაა Lustre. იგი ღია კოდზე დაფუძნებული განაწილებული პარალელური ფაილური სისტემაა რომლის გაფართოებაც შესაძლებელია საკმაოდ დიდ მოცულობებამდე და გამტარუნარიანობაც საკმაოდ მაღალი აქვს. კერძოდ კი ტერაბაიტი წაშში სიჩქარესაც კი სცილდება და გათვლილია რომ ათობით ათასი კლიენტი კვანძი რომ იყოს მიერთებული პარალელურ რეჟიმში. დღესდღეობით იგი გამოიყენება მსოფლიოს უმეტეს ყველაზე სწრაფ სუპერკომპიუტერში.

როგორც ზემოთ აღინიშნა, lustre პარალელური, განაწილებული ინფორმაციის სანახი სისტემაა რომელიც შედგება ორი კომპონენტისაგან. ეს არის მეტა მონაცემების სერვერი (Metadata Server) და ინფორმაციის სანახი სერვერი (Object Storage Server). მეტა მონაცემების სერვერი არ ინახავს თავის თავში რაიმე ტიპის მონაცემებს, ის მხოლოდ ინახავს ინფორმაციას შესანახში მონაცემების შესახებ, მათ ადგილმდებარეობას და ა.შ. ხოლო ინფორმაციის შესანახი სერვერი სწორედაც რომ ინახავს ყველა ინფორმაციას და მონაცემებს თავის თავში. სერვერები აღჭურვილია გარკვეული რაოდენობის იდენტური გამოთვლითი კვანძებით როგორც აპარატურულ ისე პროგრამულ დონეზე და ასევე სწრაფი ურთიერთკავშირის საშუალებებით როგორცაა Ethernet ან Infiniband შეერთება.



ნახ.2. მრავალკვანძიანი დისკური მონაცემების სანახი [2]

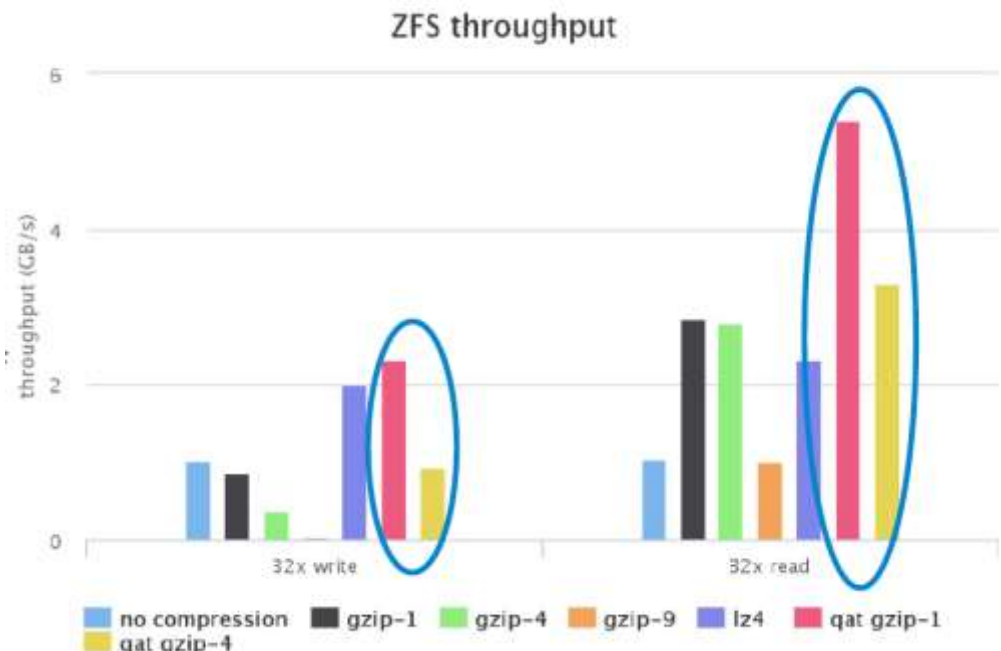
მონაცემთა შესანახი სისტემის ოპტიმიზირებული ვერსია

ოპტიმიზაციის მთავარი მიზანია მივიღოთ მაღალი წარმადობის ინფორმაციის შესანახი სისტემა სტანდარტული სერვერული აპარატურიდან. მიზნის მისაღწევად საჭიროა გარკვეული ინფრასტრუქტურული ცვლილებები როგორც პროგრამული, ისე აპარატურული კომპონენტების მხარეს.

პირველ რიგში საჭიროა ZFS ფაილური სისტემა დაყენდეს და გამოყენებულ იქნეს როგორც Lustre-ს ზურგის სისტემა (backend), რომელიც უშუალოდ თავის თავზე აიღებს იმ კონკრეტულ სერვერზე ფაილების ჩაწერა, წაკითხვა, მოდიფიცირება და წაშლას. ვინაიდან Lustre-ს სისტემა დეცენტრალიზებულია და გულისხმობს, რომ სისტემის უკან რამდენიმე ერთეული, ათეული თუ ასეული ინფორმაციის სანახი სერვერია, აუცილებელია ყველა სერვერი აბსოლუტურად იდენტური იყოს როგორც აპარატურული თვალსაზრისით, ისე პროგრამულადაც. აქედან გამომდინარე აუცილებელია ZFS ფაილური სისტემა დაყენებული იყოს ყველა კვანძზე და ყველგან იყოს აღნიშნული პროგრამის იდენტური ვერსია.

ინფორმაციის შესანახი სისტემა ეფექტური რომ იყოს როგორც გამტარუნარიანობით, ისე დისკური მასივის ეკონომიურად გამოყენებით, აუცილებელია მას შესაძლებლობა ჰქონდეს ინფორმაცია სწრაფად მიიღოს, დაამუშავოს, დააკომპრესოს, ან წაკითხვის შემთხვევაში გამოარქივოს და გასცეს სწრაფად და ეფექტურად. აქ ყველაზე დიდი გამოწვევა მონაცემების დაკომპრესება და გამოარქივებაა, ვინაიდან როგორც წესი, პროცესი მოითხოვს დიდ დროს და პროცესორის ძალიან დიდ რესურსს, ხოლო როდესაც ჩვენ აქტიურ მონაცემთა სანახზე ვსაუბრობთ, დაყოვნება მიუღებელია, ამიტომ ხშირ შემთხვევაში მონაცემების მიმოცვლა ინფორმაციის შესანახი სისტემის მხარეს ხშირად კომპრესიის გარეშე მიმდინარეობს. კომპრესიის მთავარი უპირატესობაა მონაცემების ზომაში მნიშვნელოვნად შემცირება რაც ავტომატურად გულისხმობს დისკზე ნაკლები ადგილის მოხმარებას ვიდრე ფაილის ორიგინალური, არა კომპრესირებული ფორმა. ზემოთ მოყვანილი არგუმენტიდან გამომდინარე ჩვენი ერთერთი მთავარი ამოცანა არის დასახული შედეგის მისაღწევად კომპრესიის ისე გამოყენება რომ არც პროცესორის რესურსი გაცდეს ამ ამოცანისთვის და არც დაყოვნება გექონდეს სისტემაში. ამ ამოცანის ამოხსნაში დაგვეხმარება ტექნოლოგია სახელად QuickAssist.

QuickAssist (შემოკლებით QAT) არის Intel-ის მიერ შემუშავებული აპარატურული ამაჩქარებელი ძრავი რომელიც ძირითადად გამოიყენება კრიპტოგრაფიაში, კერძოდ მონაცემების გაშიფვრა/დაშიფვრაში. მას აქვს რამდენიმე ალგორითმის მხარდაჭერა და ცენტრალური პროცესორისგან დამოუკიდებელი, ჩაშენებული პატარა კუთვნილი პროცესორი და კრიპტოელემენტი რომელიც ეხმარება ზემოაღნიშნული აქტივობების შესრულებისას არ გამოიყენოს სერვერის მთავარი პროცესორი არამედ შემოიფარგლოს მხოლოდ მისი, ჩაშენებული გამოთვლითი რესურსით. ერთერთი ალგორითმი რომელიც ამ ამაჩქარებელშია ჩაშენებული, არის gzip. ეს ალგორითმი საშუალებას იძლევა მონაცემები რომლებიც აღნიშნულ ამაჩქარებელში გაივლიან, ისე მოხდეს მათი კომპრესირება და პირიქით გამოარქივება რომ სისტემისთვის არანაირი დაყოვნება არ შეიქმნას და არც სისტემის მთავარი პროცესორის დრო დაიხარჯოს მნიშვნელოვნად ამ პროცესში. ანუ შედეგად ვიღებთ ზომაში ნაკლებად დაკავებულ დისკებს იგივე რაოდენობის მონაცემების შემთხვევაში, არანაირ შეყოვნებას და დახარჯულ პროცესორულ რესურსს.



ნახ.3. ZFS გამტარუნარიანობა QAT-ის დახმარებით [5]

საგულისხმოა მოცემულობა რომ ინფორმაციის სანახი სერვერები ინტელის პროცესორებით არის აღჭურვილი. ინტელის თანამედროვე პროცესორების ზოგიერთ მოდელში ზემოთაღნიშნული QAT ტექნოლოგია უკვე ჩაშენებულია ფიზიკურად რაც იმას ნიშნავს რომ დამატებით ამაჩქარებლის ფიზიკურად ჩაყენებას არ საჭიროებს. პროცესორის თაობიდან და მოდელიდან გამომდინარე, მასში

ჩაშენებული QAT უზრუნველყოფს 20, 50 და 100 გიგაბიტი წამში ფაილების დამუშავებას.

თუ სერვერში გამოყენებული პროცესორი არ შეიცავს ჩაშენებულ ამაჩქარებელს, შესაძლებელია ამ მოწყობილობის დამატებით შექმნა და ჩაყენება. იგი PCIe სალტეზე თავსდება და ფუნქციონალურად იდენტურია პროცესორში ჩაშენებულ ვერსიასთან.

აღნიშნული ამაჩქარებლის გასააქტიურებლად საჭიროა მისი სამუშაო დრაივერი არსებობდეს ინფორმაციის სანახის ოპერაციულ სისტემაში და პარამეტრები სწორად იყოს დაკონფიგურებული. ასევე საჭიროა ZFS ფაილურ სისტემაშიც გამართული იყოს შესაბამისი საკონფიგურაციო ფაილი რომელიც საშუალებას მისცემს სისტემას შემავალი თუ გამავალი მონაცემები გატარებულია ამაჩქარებლის გავლით.

3. დასკვნა

ციფრული ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად იცვლება ასევე მოთხოვნა მათ მიმართ. როგორც წესი ეს ეხება ეფექტურობის და გამტარუნარიანობის ზრდას, მონაცემთა შესანახი სისტემის შემთხვევაში ასევე უფრო მეტი მონაცემების შენახვის შესაძლებლობას.

განსაკუთრებით ბოლო ათწლეულში, დიდი მონაცემების დამუშავებისა და ხელოვნური ინტელექტის განვითარების ეპოქაში აუცილებელი და გადამწყვეტი როლი აქვს სწრაფ და დიდი ციფრული ზომის ინფორმაციის შესანახ სისტემას. მსგავსი ეფექტურობის მიღწევა შესაძლებელია რამდენიმე სხვადასხვა ტიპის აპარატურული თუ პროგრამული უზრუნველყოფისა და ტექნოლოგიების ლოგიკურად სწორი და ეფექტური ბმის შემთხვევაში, რის ნათელი დემონსტრაციაც არის მოცემული სტატიის ძირითადი ნაწილი.

ლიტერატურა – References – Література:

1. Mauro A. (2014). Storage scale-out vs scale-in. Internet Resource: <https://vinfrastructure.it/2014/06/scale-out-vs-scale-in/>
2. Yingping Z. (2015). Typical Lustre File System Configuration. Internet Resource: https://www.researchgate.net/figure/Typical-Lustre-File-System-Configuration_fig1_299424402
3. Lucas W.M., Jude A. (2015). FreeBSD Mastery: ZFS, 235 p.
4. Dilger A (2017). ZFS Improvements for Lustre. Lustre Admins & Devs Workshop, Paris, 4-5.10.17.
5. Hu X., Wang F., Li W., Li J., Guan H. (2019). QZFS: QAT Accelerated Compression in File System for Application Agnostic and Cost-Efficient Data Storage. Usenix, ISBN 978-1-939133-03-8, Renton, WA, USA.

OPTIMIZATION OF THE GENERAL PURPOSE STORAGE SYSTEM BY MEANS OF HARDWARE ACCELERATORS

Bekar Oikashvili, Archil Prangishvili
bekar.oikashvili@gtu.ge, a_prangi@gtu.ge
Georgian Technical University

Summary

Here are described disk storage systems, different variations of hardware and software for storage and ways for optimization. Generally any type of digital system, no matter is it mobile phone or High Performance Computer, so called Supercomputer, one of their primary components is some kind of storage system. Usually in case of computers and servers, it is disk storage system. Like any other part of infrastructure, here also, system is built using two components, Hardware and Software.

SHORT-TERM LOAD PREDICTION IN SMART GRIDS

Irakli Rodonaia, Anri Morchiladze

irakli.rodonaia@ibsu.edu.ge, morchiladze.anri@gtu.ge

Georgian Technical University

Abstract

In a distributed energy systems smart grid is key component, which can manage process. So, planning process require a day-ahead load forecasting of its customers and it is a challenging task due to its dependence on external factors. The accuracy of day-ahead load-forecasting models has a significant impact on many decisions such as planning for energy transactions and economic scheduling of generating capacity. For example, meteorological variables. Furthermore, the existing day-ahead load-prediction models enhance forecast accuracy by paying the cost of increased execution time. A hybrid artificial neural network-based day-ahead load-forecasting model for smart grids is proposed in this article. The proposed forecasting model comprises three modules: a pre-processing module; a forecast module; and optimization module. In the first module, correlated lagged load data along with influential meteorological variables are fed as inputs to a feature selection technique which removes irrelevant samples from the inputs. In the second part, a multivariate auto regressive algorithm in the artificial neural network and a sigmoid function are used. A heuristics-based optimization technique to minimize the forecast error is used in last module and is this part our modified version of an enhanced differential evolution algorithm is used.

Keywords: energy trade; smart grid; accuracy; load prediction; artificial neural network; heuristic optimization;

1. Introduction

Between demand and supply to bridge the ever-increasing gap between demand and supply needs renovation and supply and also to meet essential challenges such as grid reliability, grid robustness, customer electricity cost minimization, etc. Because of these reasons smart grid (SG) was established which consists of advanced communication technologies and infrastructures. The national institute of standards and technology (NIST) conceptual diagram of smart grid (SG) is shown in Figure 1. This diagram can be used as a reference model for standardization works in seven smart grid domains: generation, transmission, distribution, end users, markets, operations, and service providers. Each domain involves one or more SG actors (devices, systems, programs) to make decisions for realizing an application based on exchange of information. More detailed explanation on each domain, its involved actors, and respective applications can be found in [1]. Customer engagement is one of the advantages of this, which plays a main role in the economies of energy trade. In other words, the old concept of uni-directional energy flow is replaced by the new and smart concept of bi-directional energy flow, which is the same as transformation from traditional consumer to a smart prosumer. The resulting/new grid faces many challenges such as: (i) designing new techniques to meet the load while not increasing the generation capacity; and (ii) devising new ways to ensure customer engagement with utility. The daily operations of an SG utility (such as strategic decisions to bridge the gap between demand and supply, and fuel resource planning) should be properly conveyed. All these decisions are highly influenced by load prediction strategies. Accurate load prediction/forecast means that both utility and prosumer can maximize their electricity price savings due to spot price establishments. This is one of the major reasons that utilities show growing interest towards SG implementation. The future price/load signal should be based on the past activities of users' energy consumption patterns. So, our aim is to minimize and electricity cost. In reference [2], Hippert et al. classify load forecast based on time to be predicted (short-term, medium-term and long-term. Short-term load forecasting is further categorized into two types: very short-term and ordinary short-term. The first one has a prediction duration from seconds or minutes to hours and model applications in flow control. The second one has prediction range from hours to weeks and model applications in adjusting generation and demand, so according to this it is used to launch offers to the electrical market. The short-term forecasting models are very useful in evaluation of net interchange, day-to-day operations, system security analysis, unit commitment and scheduling functions. In medium term forecasting, the prediction horizon is typically between months and in long-term forecasting, the prediction range is for years. However, the scope of this article is limited to short-term load forecasting with a day-ahead prediction horizon only. In the literature, two types of day-ahead load forecasting models have been presented: linear and non-linear. Also, [3] has highlighted the relative limitations of linear models as compared to non-linear models. In reference [4], the non-linear models are investigated in five classes: support vector machine-based

models, Markov chain-based models, artificial neural network (ANN)-based models, fuzzy ANN-based models and stochastic distribution-based models.

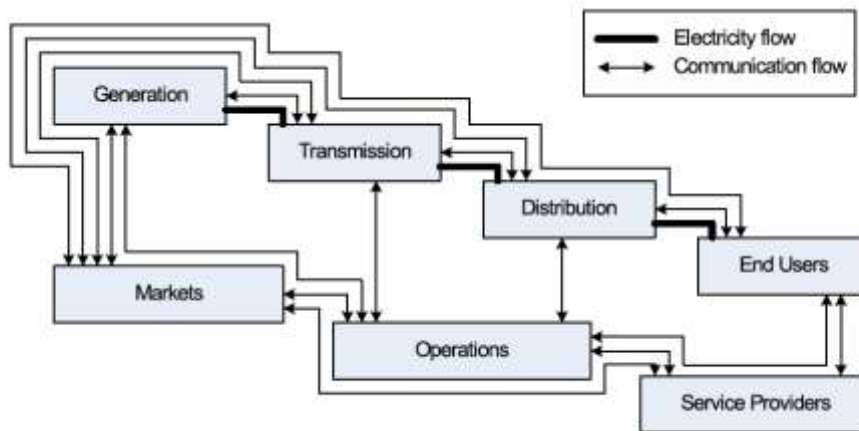


Figure 1: Conceptual Diagram of Smart Grid

A multi-model forecasting ANN with a supervised architecture and MARA for training is presented in our paper which is a hybrid ANN-based DALF model for SGs. The proposed model follows a modular structure: a pre-processor, a forecaster, and an optimizer. Given the correlated lagged load data along with influential meteorological and exogenous variables as inputs, the first module removes two types of features from it: redundant; and irrelevant. Based on these selected features, the second module employs ANN to predict future values of load. We further minimize the forecast/prediction error by using an optimization module in which a heuristics-based optimization technique is implemented.

To sum up, this paper has the following contributions/advantages: The proposed model takes into account external DALF influencing factors such as meteorological variables. we have used MARA due to better accuracy and less execution time and for training which none of the existing prediction models has used for training. We have performed local training to improve the forecast accuracy and minimize the execution of the forecast model. In the error minimization module we have used our modified version of the EDE. In the error minimization module, the existing Bi-level strategy EDE algorithm is used.

2. Related Work

Here we have a tendency to discuss linear and non-linear models. every of them has its professionals and cons. the selection depends on the matter which is able to be solved. Below we have a tendency to discuss main characteristics of linear and non-linear strategies.

Linear Models. Linear combination of 1 or a lot of prediction variables describes linear models. If all options of a haul isn't solved by advanced equations, in such case linear models are appropriate. Since the prediction of demand is advanced due non-linearities, the linear forecast models predict with high relative errors because of their inability to map the advanced relationship between input and output. Moreover, Hagan et al. [4] in his paper highlighted the relative limitations of linear models and results are compared to non-linear models. Therefore, during this analysis work we have a tendency which are centred on non-linear models.

Non-Linear Models. The model is alleged to be non-linear, once the data-based information is sculptured by no linear combination more than on option. Bunn and Farmer to describe the relation between periodical and residual components, realize/conclude the ability of non-linear models to overcome the limitations of linear models. In reference [3], the non-linear models are further categorized into five classes: support vector machine-based models, Markov chain-based models, ANN-based models, fuzzy neural network-based models and stochastic distribution-based models. These models are mentioned as follows.

Support vector machine-based models - In reference [5], Niu et al. for a grid propose support vector machine and ant colony optimization-based load-prediction technique. For pre-processing of the input data the authors use ant colony optimization technique. In this paper, for feature selection, system mining technique is used. Here support vector machine-based predictors are the selected features. Another important work in this thematic has been done by Li et al. in [6]. This

best version of the authors is least squares-based support vector machine. Similarly, reference [7] models the cyclic nature of demand by support vector machine-based linear regression. In conclusion, the support vector machine-based works are higher in terms of accuracy, however development of these models has high complexity.

Markov chain-based models - Subject to robustness of DALF forecast strategy, authors in [8] propose a Markov chain-based strategy. This stochastic strategy aims to tackle load-time series fluctuations related to energy consumption of users during a heterogeneous environment. The Markov chains are accustomed to predict the longer term duty cycles of appliances. The technique is strong thanks to their memoryless nature (predicted pattern only depends on the present states; past states aren't considered). The memoryless nature of Markov chains not only makes the DALF strategy robust but also relatively less complex as compared to the aforementioned techniques. However, the memory less nature of Markov chains also features a drawback; less accuracy.

ANN-based models - ANNs learn from experience/training to predict future values while being fed with relevant input information. the benefits of those networks include but aren't limited to self-organization, adaptive learning, fault tolerance, simple integration with existing network/technology, and real time operation. the skills to generalize and to capture non-linearity in complex environments make ANNs very attractive in problems of load forecasting. In reference [9], authors present a hybrid technique subject to short-term price forecasting of SGs. This hybrid technique comprises two steps: feature selection and prediction. within the initiative, a mutual information-based technique is implemented to get rid of redundancy and irrelevancy from the input load-time series. Within the second step, along side evolutionary algorithm ANN is employed to forecast the statistic of the longer term load. During this process, the authors assume sigmoid activation function for artificial neurons (ANs), and Levenburg-Marquardt algorithm for training. Additionally, the authors fine-tune some adjustable parameters during the primary and second steps via an iterative search procedure which is a component of their work. Subject to forecast accuracy, this system is efficient because it embeds various techniques; however, the value paid is high execution time. In reference [14], the authors investigate stochastic characteristics of SG's load. More importantly, the authors present a bi-level DALF technique for SGs. within the first/lower level, ANN and evolutionary algorithm are implemented to forecast the higher term load/price curve. within the second/upper level, an EDE algorithm is implemented to further minimize the prediction errors.

Fuzzy neural network-based models - Doveh et al. [10] present fuzzy ANN-based model for load forecasting. In their work, the input variables are heterogeneous. They also model the seasonal effect via a fuzzy indicator. In reference [21], the authors present a self-adaptive load-forecasting model for SGs. To correlate demand profile information and therefore the operational conditions, a knowledge-based feedback fuzzy system is proposed. For optimization of error, a multi layered perceptron ANN structure is employed, where training is completed via back propagation method.

Stochastic distribution-bases models - The model in [11] predicts the facility usage statistic by employing a probability-based approach. The model also configures household appliances between holidays and dealing days. a serious assumption during this work is that the gaussian distribution-based on-off cycles of household appliances, number of appliances, and power consumption pattern of appliances. During this work, not only a good range of appliances is taken into account but also high flexibility degree of appliances is taken into account. However, absence of closed form solution makes the gaussian-based forecast strategy very complex. Moreover, these assumptions can't be always true, thus, accuracy of the anticipated load-time series is very questionable. This research work uses $\frac{1}{2}$ regulizer to beat the computational complexity of gaussian distribution-based DALF strategy in [11].

Performance analyses of the selected forecast classes

Tab.1

Prediction class	Accuracy	Execution Time	Convergence rate	Remarks
Support vector machine-based models	Moderate	High	Slow	These models achieve relatively moderate accuracy, however, at the cost of high execution time (slow convergence rate) due to high complexity.
Markov chain-based models	Low	Low	Fast	Forecast accuracy of these models needs improvement

ANN-based models	Low to moderate	Low to high	Fast to slow	Hybrid ANN-based models improve the forecast accuracy of ANN-based models, but at the cost of high execution time (slow convergence rate).
Fuzzy ANN-based models	Low to moderate	High	Slow	Execution time (convergence rate) need improvement
Stochastic distribution-based models	Low	High	Slow	Both forecast accuracy, and execution time (convergence rate) need improvement.

3. The Proposed Prediction Strategy

Our proposed DALF strategy is implemented in three interconnected modules: a pre-processing module, a forecast module; and an optimization module. Given the input file, the pre-processing module removes redundant and irrelevant samples from the input file. Using sigmoid activation function and MARA, the hybrid ANN-based forecast module predicts the DAL of an SG. Finally, the optimization module minimizes prediction errors to enhance accuracy of the general DALF strategy. Detailed description of every module is as follows. Pre-Processing Module - Since the ANN-based forecaster predicts load of subsequent day, the input file must be pre-processed subject to removal of redundant and irrelevant samples thanks to two reasons: (i) redundant features don't provide more information and thus unnecessarily increase the execution time during the training process (will be later discussed within the forecast module); and (ii) irrelevant features don't provide useful information and act as outliers. As mentioned earlier, the info preparation module receives the input load-time series (historical). Suppose, following is that the input load data:

$$P = \begin{bmatrix} p(h_1, d_1) & p(h_2, d_1) & p(h_3, d_1) & \dots & p(h_m, d_1) \\ p(h_1, d_2) & p(h_2, d_2) & p(h_3, d_2) & \dots & p(h_m, d_2) \\ p(h_1, d_3) & p(h_2, d_3) & p(h_3, d_3) & \dots & p(h_m, d_3) \\ p(h_1, d_4) & p(h_2, d_4) & p(h_3, d_4) & \dots & p(h_m, d_4) \\ p(h_1, d_5) & p(h_2, d_5) & p(h_3, d_5) & \dots & p(h_m, d_5) \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ p(h_1, d_n) & p(h_2, d_n) & p(h_3, d_n) & \dots & p(h_m, d_n) \end{bmatrix} \quad (1)$$

where, d_n is the n -th day, h_m is the m -th hour of the day, and $p(h_m, d_n)$ is power usage value of the of the n -th day at the m -th hour. Thus, there is a trade-off between convergence rate and accuracy. Before feeding the forecast/prediction module with P , the values the values of P are normalized.

$$p_{max}^i = \max(p(h_1, d_1), p(h_1, d_2), p(h_1, d_3), \dots, p(h_1, d_n)), \quad \forall i \in \{1, 2, 3, \dots, m\} \quad (2)$$

By local normalization we mean normalization of every P 's column by local maxima (one maximum in each column); Forecast Module – Here we elect ANNs because these can capture the highly volatile characteristics of load-time series with reasonable accuracy. within the forecast module, each forecaster is an AN that implements sigmoid function for activation. we've chosen sigmoid activation function because for enabling ANs in terms of capturing the highly volatile (non-linear) SG's time variant load characteristics. To update the weights during training process of the ANN, different algorithms are used previously. for instance, reference [12] include Gradient Descent Back Propagation algorithm. Similarly, Levenberg-Marquardt algorithm is suggested, because it can train the ANN 1–100 times faster than the Gradient Descent Back Propagation algorithm. We use MARA - multivariate auto regressive algorithm because it can train the ANN faster than Levenberg-Marquardt algorithm and Gradient Descent Back Propagation algorithm. Optimization Module - supported the character of the general forecast strategy, the essential objective of optimization module is to attenuate the forecast error, $EF(.)$. DE is one among the heuristic optimization techniques proposed in [13]

and its enhanced version is employed for forecast error minimization in [14]. during this paper, we modify the EDE algorithm for the sake accuracy improvement. Thus, within the upcoming paragraphs, detailed discussion is presented. consistent with this EDE algorithm, in generation t , the j -th trial vector y for i -th individual is given as:

$$y_{i,j}^t = \begin{cases} u_{i,j}^t & \text{if } \text{rand}(j) \leq \text{FFN}(U_i^t) \\ x_{i,j}^t & \text{if } \text{rand}(j) > \text{FFN}(U_i^t) \end{cases} \quad (3)$$

where, $x_{i,j}^t$ and $u_{i,j}^t$ are the corresponding parent and mutant vectors, respectively. In (5), $\text{FFN}(\cdot)$ denotes the fitness function ($0 < \text{FFN}(\cdot) < 1$) and $\text{Rand}(j) \in [0, 1]$ is a random number complying to uniform distribution. Between X_i^t and Y_i^t , the corresponding offspring of the next generation X_i^{t+1} is selected as follows:

$$y_{i,j}^t = \begin{cases} y_{i,j}^t & \text{if } \text{MAPE}(y_i^t) \leq E_f(x_i^t) \\ x_{i,j}^t & \text{otherwise} \end{cases} \quad (4)$$

where, $\text{MAPE}(\cdot)$ is the objective function. From (5) and (6), it is clear that offspring selection depends on the trial vector which in turn depends on the random number and the fitness function. From this discussion, we conclude that the selected offspring is not the fittest. To make the fittest one, our approach eliminates the chances of offspring selection under the influence of random number, i.e., we modify (5) as follows:

$$y_{i,j}^t = \begin{cases} u_{i,j}^t & \text{if } \frac{X_i^t}{X_i^{\text{max}}} < \text{FFN}(U_i^t) \\ x_{i,j}^t & \text{if } \frac{X_i^t}{X_i^{\text{max}}} \geq \text{FFN}(U_i^t) \end{cases} \quad (5)$$

From (7), it is clear that the trial vector no longer depends on the random number instead its dependence is now totally on the mutant vector which in turn depends on the parent vector. Offspring selection by this method will ensure selection of the fittest ones subject to accuracy improvement.

To Sum up, taking under consideration DALF influencing factors like meteorological variables, we've presented a hybrid ANN-based DALF model for SGs which may be a multi-model forecasting ANN with a supervised architecture and MARA for training. The proposed model significantly reduced the execution time and enhanced the forecast accuracy by distinctly carrying local normalization and native training. Moreover, sigmoid activation function and MARA enable the forecast strategy to capture non-linearities in load-time series. Integration of optimization module (based on our proposed modifications) with the forecast strategy also improved the forecast accuracy.

References:

1. National Institute of Standards and Technology. NIST Framework and Roadmap for Smart Grid Interoperability Standards. Release 1.0. 2010. Available online: <http://www.nist.gov/publicaffairs/releases/upload/smartgrid-interoperabilityfinal.pdf> (accessed on 10 Nov. 2018).
2. Hippert, H.S.; Pedreira, C.E.; Souza, C.R. Neural Networks for Short-Term Load Forecasting: A review and Evaluation. *IEEE Trans. Power Syst.* 2001, 16, 44–51. [Ref]
3. Raza, M.Q.; Khosravi, A. A review on artificial intelligence based load demand forecasting techniques for smart grid and buildings. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 2015, 50, 1352–1372. [Ref]
4. Hagan, M.T.; Behr, S.M. The Time Series Approach to Short Term Load Forecasting. *IEEE Trans. Power Syst.* 1987, 2, 785–791. [Ref]
5. Niu, D.; Wang, Y.; Wu, D. Power load forecasting using support vector machine and ant colony optimization. *Exp. Syst. Appl.* 2010, 37, 2531–2539. [Ref]
6. Li, H.; Guo, S.; Zhao, H.; Su, C.; Wang, B. Annual Electric Load Forecasting by a Least Squares Support Vector Machine with a Fruit Fly Optimization Algorithm. *Energies* 2012, 5, 4430–4445. [Ref]
7. Aung, Z.; Toukhy, M.; Williams, J.R.; Sanchez, A.; Herrero, S. Towards Accurate Electricity Load Forecasting in Smart Grids. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Advances in Databases, Knowledge, and Data Applications*, Athens, Greece, 2–6 June 2012; pp. 51–57.
8. Meidani, H.; Ghanem, R. Multiscale Markov models with random transitions for energy demand management. *Energy Build.* 2013, 61, 267–274. [Ref]
9. Amjaday, N.; Keynia, F. Day-Ahead Price Forecasting of Electricity Markets by Mutual Information Technique and Cascaded Neuro-Evolutionary Algorithm. *IEEE Trans. Power Syst.* 2009, 24, 306–318. [Ref]

10. Doveh, E.; Feigin, P.; Greig, D.; Hyams, L. Experience with FNN Models for Medium Term Power Demand Predictions. IEEE Trans. Power Syst. 1999, 14, 538–546. [Ref]
11. Gruber, J.K.; Prodanovic, M. Residential energy load profile generation using a probabilistic approach. In Proceedings of the IEEE UKSim-AMSS 6th European Modelling Symposium, Valetta, Malta, 14–16 November 2012; pp. 317–322.
12. Engelbrecht A.P. (2007). Computational Intelligence: An Introduction, 2nd ed.; John Wiley & Sons: New York, NY, USA, 2007.
13. Wang, Z.Y. Development Case-based Reasoning System for Shortterm Load Forecasting. In Proceedings of the IEEE Russia Power Engineering Society General Meeting, Montreal, QC, Canada, 18–22 June 2006; pp. 1–6.
14. Amjady, N.; Keynia, F.; Zareipour, H. Short-Term Load Forecast of Microgrids by a New Bilevel Prediction Strategy. IEEE Trans. Smart Grid 2014, 1, 286–294. [Ref]

მოკლევადიანი დატვირთვის პროგნოზირება ჭკვიან ქსელებში

ირაკლი როდონია, ანრი მორჩილაძე
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
რეზიუმე

განაწილებულ ენერგეტიკულ სისტემაში ჭკვიანი ქსელი არის მთავარი კომპონენტი, რომელსაც შეუძლია პროცესის მართვა. ასე რომ, დაგეგმვის პროცესი მოითხოვს მისი მომხმარებლის დატვირთვის წინა დღით გათვალისწინებას და ეს რთული ამოცანას წარმოადგენს გარე ფაქტორებზე დამოკიდებულების გამო. დღის წინა დატვირთვის პროგნოზირების მოდელების სიზუსტე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს ბევრ გადაწყვეტილებაზე, როგორცაა ენერგეტიკული ოპერაციების დაგეგმვა და გამომუშავებული სიმძლავრის ეკონომიკური ანალიზი და გადანაწილება დროისა და მოთხოვნის შესაბამისად. განახლებადი ენერჯის წყაროების გამოყენების დროს ამ მაჩვენებლებზე ძირითად გავლენას ახდენს მაგალითად მეტეოროლოგიური მდგომარეობა. უფრო მეტიც, არსებული დატვირთვის პროგნოზირების დღევანდელი მოდელები აძლიერებენ პროგნოზის სიზუსტეს შესრულების გაზრდილი დროის ღირებულების გადახდით. ჰიბრიდული ხელოვნური ნეირონული ქსელის საფუძველზე აგებულია მოდელი, რომელიც პროგნოზირებას უკეთებს წარსული ანალიზისა და მიმდინარე პერიოდის მდგომარეობის ცვლადების მომხმარებლების დატვირთვას ჭკვიანი ქსელებისთვის. შემოთავაზებული პროგნოზირების მოდელი მოიცავს სამ მოდულს: წინასწარი დამუშავების მოდული, პროგნოზის მოდული, და ოპტიმიზაციის მოდული. პირველ მოდულში, კორელაციური დატვირთვის მონაცემები, მეტეოროლოგიურ ცვლადებთან ერთად, მიეწოდება მახასიათებლების შერჩევის ტექნიკის შენატანებს, რომლებიც შლის შეუსაბამო ნიმუშებს საწყის ეტაპზე. მეორე ნაწილში გამოყენებულია ხელოვნური ნეირონული ქსელის მულტივარიაციული ავტომატური რეგრესიული ალგორითმი და სიგმოიდური ფუნქცია. ბოლო მოდულში გამოიყენება ჰეურისტიკაზე დაფუძნებული ოპტიმიზაციის ტექნიკა, პროგნოზირებული შეცდომის შესამცირებლად და ამ ნაწილში გამოიყენება გაძლიერებული დიფერენციალური ევოლუციის ალგორითმის ჩვენი დამუშავებული და მოდიფიცირებული ვერსია.

MARINE FORECASTING FOR THE GEORGIAN SECTOR OF THE BLACK SEA

KukhalashviliVepkhia^{1,2},DemetrashviliDemuri¹,SesadzeValida²
vepkhia.kukhalashvili@tsu.ge, demetr_48@yahoo.com, v_sesadze@gtu.ge

1-IvaneJavakhishvili Tbilisi State University,

2-Georgian Technical University

Summary

The purpose of the paper is to briefly describe the marine forecasting method for the Georgian sector of the Black Sea and the surrounding water area based on mathematical modeling with illustration of some model results. Modeling and short-term forecasting of hydrophysical fields were carried out using numerical regional model of the Black Sea dynamics developed at M. Nodia Institute of Geophysics of I. Javakhishvili Tbilisi State University. The regional model is based on a full system of ocean hydrothermodynamics equations in incompressibility and hydrostatic approximations and takes into account the sea bottom topography and configuration of shorelines, atmospheric forcing, absorption of solar radiation by the sea upper layer, spatial-temporal variability of the coefficients of horizontal and vertical turbulent viscosity and diffusion, runoff of main rivers of Georgia. The two-cycle splitting method is used to solve the model equation system. Some results of modeling and forecasting of circulation, temperature and salinity fields with a spatial resolution of 1 km in the easternmost part of the Black Sea are illustrated.

Keywords: marine forecast, Regional model, Circulation, salinity, Boundary conditions, splitting method.

1. Introduction

At the present stage of development of society, when the natural environment is under increasing anthropogenic impact, its monitoring and forecasting are an important component of sustainable development of society. Receiving operational information about changes in the state of the components of the natural environment contributes to the optimal management of human economic activities and the rational use of natural resources. The Black Sea, which is one of the components of the natural environment, plays an important role in formation of the weather and climate in the region. It has a great recreational and transportation function for our country and is the richest source of biological resources.

In recent years, the Georgian Black Sea zone has experienced significant anthropogenic loads - the flow of tourists is increasing (if we do not take into account the situation with COVID-19 from 2020), coastal infrastructure is growing, it is planned to build a deep-water port in Anaklia, etc. In this regard, the risk of deterioration of the ecological state of coastal waters is significantly increasing. Taking into account the above factors, it becomes clear that in modern conditions, the development of an automated control system for the coastal zone of the Black Sea, which should ensure the ecological safety of the marine environment and reduce pollution risks, is of great importance. It is clear that an integral part of this system should be a maritime monitoring and forecasting system that provides operational information on the state of the marine environment.

The aim of this paper is to briefly describe marine forecasting method for the Georgian sector of the Black sea based on a mathematical regional model of the Black Sea dynamics with an illustration of some forecast results.

2. Main part

➤ Model description

Marine forecasting for the Georgian coastal zone of the Black Sea and surrounding water area is based on a high-resolution regional model of the Black Sea dynamics developed at M. Nodia Institute of Geophysics of I. Javakhishvili Tbilisi State University (RM-IG). This model is obtained by adaptation of basin-scale model of the Black Sea dynamics [1-3] to the easternmost regional area with increasing of spatial resolution to 1 km. The RM-IG is a z-level, hydrostatic model based on a primitive equation system of ocean hydrothermodynamics and takes into account nonstationary atmospheric forcing, sea bottom relief and configuration of the sea basin, absorption of solar

radiation by the sea upper layer, space-temporal variability of horizontal and vertical turbulent exchange, runoff of main rivers of Georgia (Bzipi, Kodori, Eriskali, Enguri, Khobi, Rioni and Chorokhi), impact of basin-scale processes on regional processes [4-7]. The model equation system, written for the deviations of thermodynamic quantities from the mean standard values, has the following form

$$\frac{\partial u}{\partial t} + u \frac{\partial u}{\partial x} + v \frac{\partial u}{\partial y} + w \frac{\partial u}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p'}{\partial x} + l v + D_u^{xy} + D_u^z, \quad (1)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} + u \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial v}{\partial y} + w \frac{\partial v}{\partial z} = -\frac{1}{\rho_0} \frac{\partial p'}{\partial y} - l u + D_v^{xy} + D_v^z, \quad (2)$$

$$\frac{\partial T'}{\partial t} + u \frac{\partial T'}{\partial x} + v \frac{\partial T'}{\partial y} + w \frac{\partial T'}{\partial z} + \gamma_T w = -\frac{1}{c \rho_0} \frac{\partial I}{\partial z} + \frac{\partial v_T \gamma_T}{\partial z} + D_T^{xy} + D_T^z, \quad (3)$$

$$\frac{\partial S'}{\partial t} + u \frac{\partial S'}{\partial x} + v \frac{\partial S'}{\partial y} + w \frac{\partial S'}{\partial z} + \gamma_S w = \frac{\partial v_S \gamma_S}{\partial z} + D_S^{xy} + D_S^z, \quad (4)$$

$$\frac{\partial u}{\partial x} + \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\partial w}{\partial z} = 0, \quad \frac{\partial p'}{\partial z} = g \rho', \quad I = \eta(1-A)I_0 e^{-\alpha z}, \quad (5)$$

$$\rho' = \alpha_T T' + \alpha_S S', \quad \gamma_T = \frac{\partial \bar{T}}{\partial z}, \quad \gamma_S = \frac{\partial \bar{S}}{\partial z}. \quad (6)$$

$$\alpha_T = \partial f / \partial \bar{T} = -10^{-3}(0.0035 + 0.0093 \bar{T} + 0.0025 \bar{S}),$$

$$\alpha_S = \partial f / \partial \bar{S} = 10^{-3}(0.802 - 0.002 \bar{T})$$

$$p = \bar{p}(z, t) + p', \quad \rho = \bar{\rho}(z, t) + \rho', \quad T = \bar{T}(z, t) + T', \quad S = \bar{S}(z, t) + S',$$

$$D_\varphi^{xy} = \frac{\partial}{\partial x} \mu_\varphi \frac{\partial \varphi}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} \mu_\varphi \frac{\partial \varphi}{\partial y}, \quad D_\varphi^z = \frac{\partial}{\partial z} \nu_\varphi \frac{\partial \varphi}{\partial z}, \quad \varphi = \{u, v, T', S'\}. \quad (7)$$

Here $u, v,$ and w are the components of a current velocity along axes $x, y, z,$ respectively (the axis x is directed eastward, y – northward, z – from a sea surface vertically downwards); p', ρ', T', S' are - deviations of pressure, density, temperature and salinity from their standard vertical distribution

$\bar{p}, \bar{\rho}, \bar{T}, \bar{S} = l_0 + \beta \cdot y$ – the Coriolis parameter, where $\beta = dl/dy$; g, c, ρ_0 – the gravitational acceleration, the specific heat capacity and average density for seawater, respectively; I – the total radiation flux is an exponentially decaying function with depth, I_0 is the total flux of solar radiation at the sea surface $z = 0$, diurnal radiation of which is calculated by Albrecht formula [8]. α is a parameter of absorption of radiation by seawater. The terms (7) describe horizontal and vertical turbulent viscosity and diffusion for heat and salts, respectively, where μ_φ and ν_φ are the factors of horizontal and vertical viscosity and diffusion. These factors are calculated by formulas presented in [9,10].

Atmospheric forcing is taken into account by boundary conditions on the sea surface $z = 0$ considered as a rigid surface, where the wind stress components along x and y axis are given as known functions. For temperature and salinity the Neumann conditions are used by given of heat fluxes, evaporation and atmospheric precipitations.

On the lateral surfaces, two kinds of boundary conditions are considered: a) on the rigid boundaries Γ_1 , sharing the sea from the land, horizontal components of current velocity, gradients of temperature and salinity normal to the boundary surface are equal to zero; b) on the liquid boundary Γ_2 Dirichlet conditions for velocity components, temperature and salinity are used.

The RM-IG with 1 km spatial resolution is nested in the basin-scale model of Marine Hydrophysical Institute (MHI, Sevastopol) with 5 km spatial resolution and is a core of the regional forecasting system. The regional system is a part of the Black Sea basin-scale nowcasting/forecasting system developed within EU international scientific-technical projects ARENA and ECOOP [4-6]. All input data providing initial and boundary conditions for equation system (1)-(6) are provided from MHI via Internet.

The system of equations (1)-(6) with corresponded initial and boundary conditions is solved in the water area with complex geometry, limited by a liquid conditional boundary from the west and sea shorelines. To solve the system of equations, a two-cycle method of splitting with respect to physical processes, vertical coordinate planes and lines is used [11]. The method allows the solution of a non-stationary spatial problem to be reduced to the solution of relatively simple two-dimensional and one-dimensional problems.

➤ **Results and discussion**

The domain of solution was covered with a grid 215 x 347 having horizontal resolution 1 km. On a vertical the non-uniform grid with 30 calculated levels on depths: 2, 4, 6, 8, 12, 16, 26, 36, 56, 86, 136, 206, 306, ..., 2006 m were considered. The time step was equal to 0.5 h.

Numerous numerical experiments carried out with RM-IG using real input data show that the upper layer of the easternmost part of the Black Sea is characterized by alternation of different circulation regimes throughout the year, which are accompanied by the formation and development of cyclonic and anticyclonic eddies of different sizes. Validation of the model outputs was carried out by comparison with satellite data showing ability of the model really reproduce main hydrophysical fields [5,6].

To demonstrate the operation of the regional forecasting system, there is considered one example of the marine forecast, corresponding to spring season 2021.

The forecasting time period was from 00:00 GMT 15 July to 00:00 GMT, 18 July 2021. In Fig.1 and Fig.2 the prognostic surface circulation (Fig.1), salinity field at the depth of 20 m (Fig.2a) and sea surface temperature (SST, Fig.2b) are presented after 72 hours (time is counted from the initial moment of the forecast) in the Georgian coastal zone and adjacent water area.

From Fig.1 is well visible that the circulation in the easternmost part of the sea is generally cyclonic, but against this background, anticyclonic eddy is observed in the southwestern part of the considered area, as well as small anticyclonic formations in the area near the coast of Georgia.

The flow field has a significant influence on the salinity field distribution (Fig.2a), where anticyclonic movements cause relatively low salinity waters, while more salinity waters are observed in cyclonic motion zones.

The thermal impact of the atmosphere is an important factor in the formation of SST (Fig.2b).

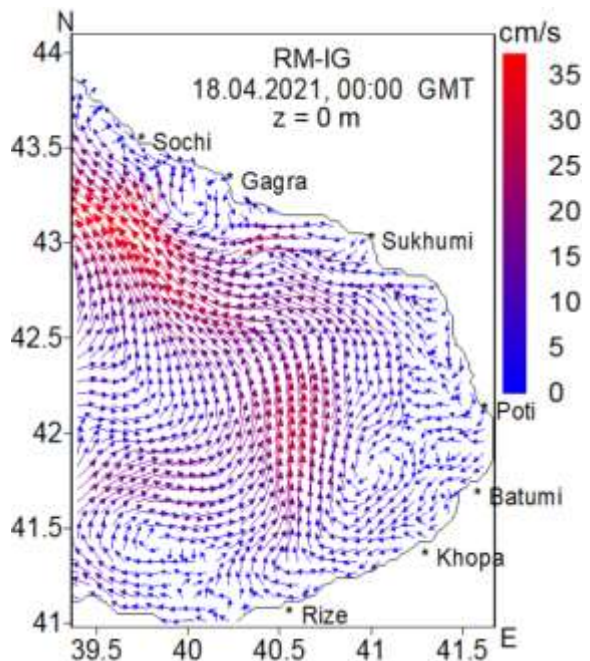


Fig.1. Predicted sea surface circulation on 18 April 2021, after 72 hours from the initial moment of the forecast

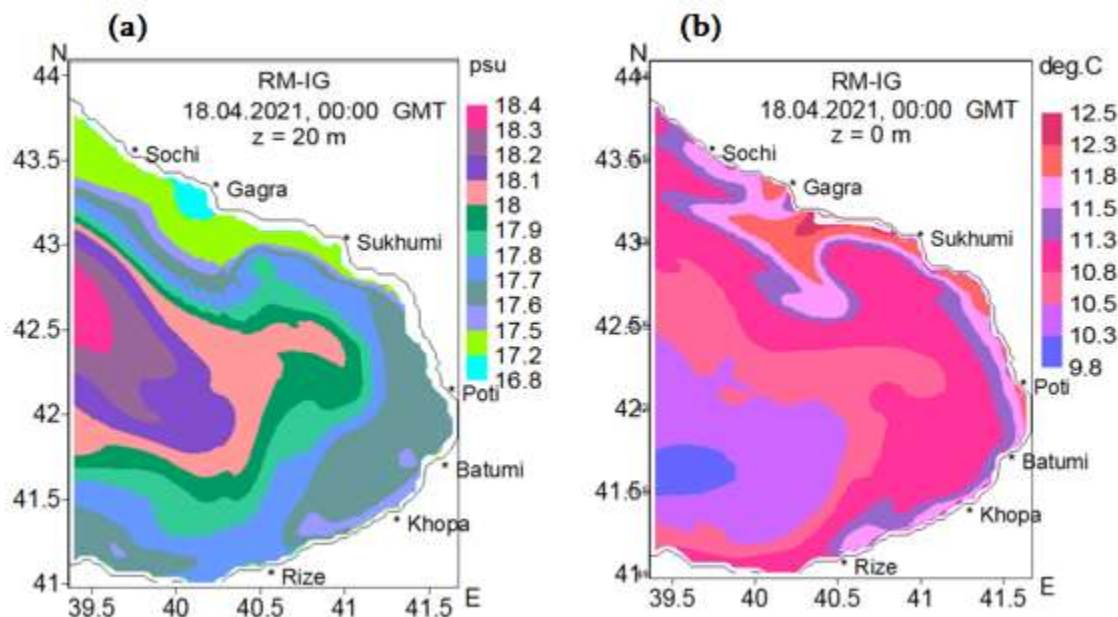


Fig.2. Predicted salinity field on depth of 20 m (a) and SST on 18 April 2021 (b), after 72 hours from the initial moment of the forecast.

3. Conclusion

Marine forecasting system for the Georgian sector of the Black Sea and surrounding water area, which operates in the near operational mode at M. Nodia Institute of Geophysics of Ivane Javakhishvili Tbilisi State University, is based on a regional model of Black Sea dynamics, which is a core of the regional forecasting system, but this regional system is a part of the Black Sea basin-scale nowcasting/forecasting system.

further development and improvement of the existing regional forecasting system is associated with the development of a very high resolution forecasting subsystem (with a spatial step of 200-250 m) for the coastal waters of Adjara and Poti-Anaklia.

References:

1. Kordzadze A., Demetrashvili D. Numerical modeling of inner-annual variability of the hydrological regime of the Black Sea with taking into account of alternation of different types of the wind above its surface. Proceed. of Intern. Conference: "A year after Johannesburg-Ocean Governance and Sustainable Development: Ocean and Coasts – a Glimpse into the Future". Kiev, Ukraine, October 27-30, 2003. pp. 495-505.
2. Kordzadze A. A., Demetrashvili D. I., Surmava A. A. Numerical modeling of hydrophysical fields of the Black Sea under the conditions of alternation of atmospheric circulation processes. *Izvestiya AN, Fizika Atmosfery i Okeana*, 2008, Vol.44, № 2, pp. 227-238. (in Russian).
3. Demetrashvili D.I., Kvaratskhelia D.U. Numerical Study of the vertical hydrological structure of the Black Sea under transitive climatic forcing conditions. *Bulletin of the Georgian National Academy of Sciences*. 2012, vol.6, №2, pp. 83-88.
4. Kordzadze A. A., Demetrashvili D. I., Kukhalashvili V. G. The easternmost Black Sea regional forecasting system. Proceed. of the 12th Intern. Conference on the Mediterranean coastal environment-MEDCOAST 2015, 6-10 October 2015, Varna, Bulgaria, pp. 769-780.
5. Kordzadze A., Demetrashvili D. Operational forecasting for the eastern Black Sea. Proceed. of the 13th International MEDCOAST Congress on Coastal and Marine Sciences, Engineering, Management and Conservation, MEDCOAST 2017, 30 October – 4 November, 2017, Mellieha, Malta, t.2, pp.1215-1224.

6. Kordzadze A., Demetrashvili D. The Black Sea oceanography in the past and at current stage. IvaneJavakhishvili Tbilisi State University press. 2017, 187 p. (in Georgian).
7. Demetrashvili D., Kukhalashvili V. High-resolving modeling and forecast of regional dynamic and transport processes in the easternmost Black Sea basin. Proceed. of the International Conference on Geosciences (GEOLINKS 2019), 26-29 March 2019, Athens, Greece, Book 3, vol.1, pp.99-107.
8. Budyko M. I. Thermal balance of the earth's surface. Leningrad, 1956, 254. (in Russian).
9. Zilitinkevich S. S., Monin A. S. Turbulence in Dynamic Models of the Atmosphere. Nauka, Leningrad, 1971, 41 p. 1971. (in Russian).
10. Marchuk G. I., Kochergin, V. P., Sarkisyan, A. S., Bubnov M. A., Zalesny, V. B., Klimok, V. I., Kuznetsov, V. I., Protasov, A. B., Sukhorukov, B. A., Tsvetova, E. A., Scherbakov, A. B., Mathematical models of ocean circulation. Nauka, Novosibirsk, 1980, 288 p. (in Russian).
11. Marchuk G. I. Numerical solution of problems of atmospheric and oceanic dynamics. Leningrad, Gidrometeoizdat, 303 p., 1974. (in Russian).

საზღვაო პროგნოზი შავი ზღვის საქართველოს სექტორისათვის

ვეფხია კუხალაშვილი^{1,2}, დემური დემეტრაშვილი¹, ვალიდა სესაძე²

1-ივანე ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი,

2-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

სტატიის მიზანია შავი ზღვის საქართველოს სექტორისა და მიმდებარე აკვატორიისათვის მათემატიკურ მოდელირებაზე დაფუძნებული საზღვაო პროგნოზირების მეთოდის მოკლე აღწერა ზოგიერთი მოდელური შედეგის ილუსტრირებით. ჰიდროფიზიკური ველების მოდელირება და მოკლევადიანი პროგნოზი განხორციელებული იყო შავი ზღვის დინამიკის რეგიონული რიცხვითი მოდელის საშუალებით, რომელიც შემუშავებულია ი. ჯავახიშვილის სახელობის თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის მ. ნოდის გეოფიზიკის ინსტიტუტში. მოდელი ემყარება ოკეანის ჰიდროთერმოდინამიკის განტოლებათა სრულ სისტემას უკუმშვადი სითხისა და ჰიდროსტატიკურ მიახლოებაში და ითვალისწინებს ზღვის ფსკერის ტოპოგრაფიას და სანაპირო ხაზის კონფიგურაციას, ატმოსფერულ ზემოქმედებას, მზის რადიაციის შთანთქმას ზღვის ზედა ფენის მიერ, ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ტურბულენტული სიბლანტისა და დიფუზიის კოეფიციენტების სივრცით-დროებით ცვალებადობას, საქართველოს მთავარი მდინარეების ჩამონადენს. მოდელის განტოლებათა სისტემის ამოსახსნელად გამოიყენება გახლეჩის ორციკლიანი მეთოდი. ილუსტრირებულია შავი ზღვის აღმოსავლეთ ნაწილში ცირკულაციის, ტემპერატურისა და მარილიანობის ველების მოდელირებისა და პროგნოზირების ზოგიერთი შედეგი 1 კმ სივრცითი გარჩევისუნარიანობით.

ACKNOWLEDGMENTS

This work was supported by Shota Rustaveli National Science Foundation of Georgia (SRNSFG) [FR-18-3667].

თბილისის ატმოსფეროში PM_{2.5} და PM₁₀-ის შემცველობის გამოკვლევა რეგულარული დაკვირვებებისა და მათემატიკური მოდელირების გზით

ვეფხია კუხალაშვილი^{1,3}, ვალიდა სესაძე³, ალექსანდრე სურმავა^{1,2}, ნათია გიგაური²
vepkhia.kukhalashvili@tsu.ge, v_sesadze@gtu.ge, aasurmava@yahoo.com, natiagigauri18@yahoo.com

¹ივ. ჯავახიშვილის სახ. თსუ- მ. ნოდის სახ. გეოფიზიკის ინსტიტუტი,

²სტუ-ის ჰიდრომეტეოროლოგიის ინსტიტუტი, ³საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განალიზებულია ქ. თბილისში მდებარე სტაციონარული ავტომატური სადამკვირვებლო პუნქტების მონაცემები, PM-ნაწილაკების კონცენტრაციები. შეფასებულია მათი ყოველთვიური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო მნიშვნელობები. ექსპერიმენტული გაზომვების საფუძველზე აგებულია ქ. თბილისისა და მისი მიმდებარე ტერიტორიის ატმოსფერულ ჰაერში PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების სვეტური დიაგრამა. გამოვლენილია მაქსიმალური და მინიმალური დაბინძურებული უბნები და ნაჩვენებია მათი კონცენტრაციები. მოდელირებულია PM₁₀-ის გავრცელების პროცესი ფონური სტაციონარული სუსტი დასავლეთის ქარის შემთხვევაში. დაბინძურების წყაროს წარმოადგენს ქალაქის ძირითად ავტომაგისტრალზე და ცენტრალურ ქუჩებზე მოძრავი ავტოტრანსპორტიდან გამოფრქვეული ნაწილაკები. მიღებულია ვიზუალური სურათები PM₁₀-ის გავრცელების არეალსა და კონცენტრაციებზე.

საკვანძო სიტყვები: ატმოსფეროს დაბინძურება, მათემატიკური მოდელირება, PM-ის კონცენტრაცია.

1. შესავალი

ჰაერის დაბინძურებას იწვევს ადამიანთა ჯანმრთელობისთვის მავნე ან გარემოზე ნეგატიურად მოქმედი მყარი, თხევადი, და აირადი ნივთიერებების ჭარბი რაოდენობით არსებობა. დამბინძურებელთა ნაწილი ბუნებრივად და წარმოქმნილი ან გამოწვეულია ანთროპოგენული ფაქტორით. ადმინისტრაციულ ცენტრებში და დიდ ქალაქებში განსაკუთრებით აქტუალურია ავტოტრანსპორტის ამონაფრქვევების ზემოქმედება ადამიანთა ჯანმრთელობაზე [1-3]. გამოკვლევები აჩვენებენ, რომ, ისინი მნიშვნელოვანწილად განაპირობებენ ასთმურ დაავადებას, სისხლის მაღალ წნევას, ფილტვების კიბოს, დიაბეტს, ალკჰიმიერის დაავადებას და ვადაზე ადრეულ სიკვდილს. აღმოჩნდა, რომ ქ. ტორონტოში ავტოტრანსპორტის გამონაბოლქვების შედეგად სიკვდილიანობა გაზრდილა 17%-ით, ხოლო გულსისხლძარღვთა დაავადებები 40% -ით [4].

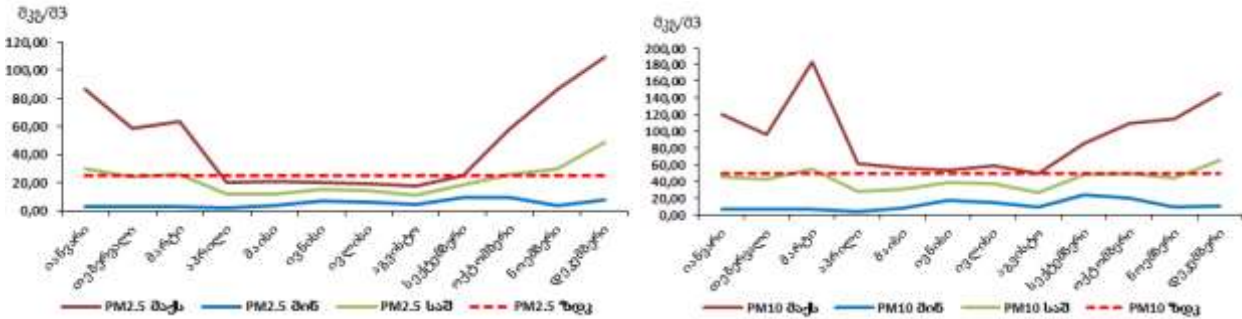
ქ. თბილისში არ არის ატმოსფერული ჰაერის დამბინძურებელი მძლავრი სტაციონარული სამრეწველო ობიექტები, ამიტომ დაბინძურების ძირითად წყაროს წარმოადგენს ავტოტრანსპორტის ამონაფრქვევები. ავტოტრანსპორტის გავლენა ჰაერის დაბინძურებაზე შეისწავლება სტაციონარული ნატურული დაკვირვების, ექსპერიმენტული გაზომვებისა და მათემატიკური და რიცხვითი მოდელირების საშუალებებით [5,6].

PM_{2.5}, PM₁₀ ნაწილაკები არიან ავტოტრანსპორტის მოძრაობისას გამოყოფილი ერთ – ერთი ძირითადი დამბინძურებელი ინგრედიენტები. მათი რაოდენობა, სივრცული განაწილება და კავშირი ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობებთან დიდი ქალაქებსა და ავტომაგისტრალზე გამოკვლეულია ნაშრომებში [7,8]. მიღებული იქნა, რომ PM_{2.5}, PM₁₀ და მტვრის კონცენტრაციებსა და ტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობას შორის არსებობს დაახლოებით წრფივი დამოკიდებულება.

2. ძირითადი ნაწილი

ქ. თბილისში ფუნქციონირებს სსიპ გარემოს ეროვნული სააგენტოს ატმოსფერულ ჰაერის დაბინძურებაზე დაკვირვების ხუთი ავტომატური სადგური სადაც იზომება ატმოსფეროს დამბინძურებელი ძირითადი ინგრედიენტების, მათ შორის PM₁₀ და PM_{2.5}-ის კონცენტრაციები. 1-ელ ნახაზზე ნაჩვენებია დაკვირვების სადგურების მიერ 2020 წელს დაფიქსირებული PM₁₀ და PM_{2.5}-ის

კონცენტრაციების ყოველთვიური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო მნიშვნელობები. ნახაზიდან ჩანს PM₁₀ და PM_{2.5}-ით ყველაზე მეტად დაბინძურებულია შემოდგომისა და ზამთრის თვეები, რომელთა მნიშვნელობა 2-3 ჯერ და მეტად აღემატება ზღვრულ დასაშვებ მნიშვნელობას (ზდკ). დანარჩენ სეზონებში კონცენტრაცია შედარებით დაბალია, მაგრამ მაინც რჩება კრიტიკულად მაღალი.



ნახ. 1. PM_{2.5} და PM₁₀-ის 2020 წლის ყოველთვიური აბსოლუტური მაქსიმალური, მინიმალური და საშუალო კონცენტრაციები

პირველად ჩატარებულია ქ. თბილისსა და მის შემოგარენში 300 წერტილში სავსე ექსპედიცია PM_{2.5}



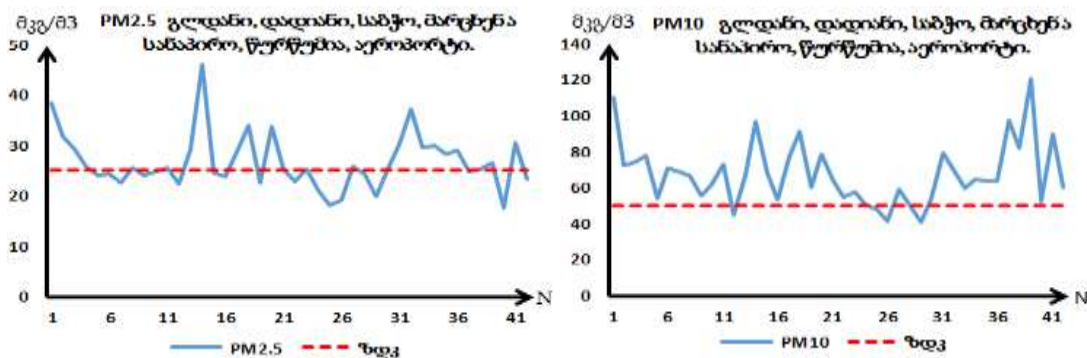
და PM₁₀ ნაწილაკების კონცენტრაციების განსაზღვრის მიზნით (ნახ.2). გაზომვების შედეგებზე დაყრდნობით შეფასებულია ტრასებზე კონცენტრაციების მინიმალური, საშუალო და მაქსიმალური მნიშვნელობები.

განსაზღვრულია თითოეული ტრასისათვის დამახასიათებელი რაოდენობრივი თანაფარდობა PM_{2.5} და PM₁₀ შორის. ჩატარებულმა ანალიზმა გვიჩვენა, რომ PM₁₀ ნაწილაკების კონცენტრაცია ყოველთვის აღემატება PM_{2.5} კონცენტრაციას, დაახლოებით საშუალოდ 2-4-ჯერ.

PM_{2.5} და PM₁₀ ნაწილაკთა კონცენტრაციების ცვლილების მრუდი ერთნაირია (იშვიათი გამონაკლისების გარდა).

ნახ.2. თბილისის და მიმდებარე ტერიტორიაზე სავსე გაზომვებით მიღებული PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების სვეტური დიაგრამა (ლურჯი - PM₁₀, წითელი - PM_{2.5})

გამოვლინდა ქ. თბილისისა და მისი შემოგარენის მაქსიმალურად დაბინძურებული უბნები - აეროპორტის ტრასა (ნახ.3.), დიდუბისა და გლდანის დამაკავშირებელი ტრასა, მტკვრის სანაპიროები. ამასთან გაზომვებმა გვიჩვენა, რომ მტკვრის მარცხენა სანაპირო მეტადაა დაბინძურებული ვიდრე მარჯვენა სანაპირო.



ნახ.3. PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციები, გლდანი-აეროპორტი. N გაზომვის პუნქტების ნომრებია

ქ. თბილისის ატმოსფეროში PM-ის კონცენტრაციის სივრცული განაწილების და დროში ცვლილების შესწავლის მიზნით გამოყენებული იქნა კავკასიაში ატმოსფერული პროცესების განვითარებისა და დამაბინძურებელ ინგრედიენტთა გავრცელების რიცხვითი მოდელი [5],[6]. მოდელში რიცხობრივად ინტეგრირდება რთული რელიეფის ტერიტორიაზე ატმოსფეროში პასიური მინარევის გადატანა დიფუზიის განტოლება, რომელსაც რელიეფის მიმყოფ კოორდინატთა სისტემაში $(t, x, y, \zeta = (z - \delta) / h)$ აქვს ფორმა:

$$\frac{\partial C}{\partial t} + u \frac{\partial C}{\partial x} + v \frac{\partial C}{\partial y} + (\tilde{w} - \frac{w_0}{h}) \frac{\partial C}{\partial \zeta} = \mu \left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} \right) + \frac{1}{h^2} \frac{\partial}{\partial \zeta} \nu \frac{\partial C}{\partial \zeta} + F, \quad (1)$$

სადაც t დროა, x და y პარალელისა და მერიდიანის გასწვრივ მიმართული კოორდინატებია, ζ რელიეფის ზედაპირისადმი მართებულად მიმართული განუზომადი ვერტიკალური კოორდინატაა, $\delta(x, y)$ რელიეფის სიმაღლეა ზღვის დონიდან, $h = H - \delta$ ტროპოსფეროს სისქეა, $H(t, x, y)$ - ტროპოპაუზის სიმაღლეა ზღვის დონიდან, C ინგრედიენტის კონცენტრაცია: u, v, w და \tilde{w} ქარის სიჩქარის მდგენელებია x, y, z და ζ ღერძების გასწვრივ; $w_0 = 0.01$ სმ/წმ აეროზოლის დალექვის სიჩქარეა. $F(t, x, y, \zeta)$ ცნობილი ფუნქციაა და ასახავს წყაროების მიერ მტვრის გაფრქვევის სიჩქარეს. μ და ν - ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ტურბულენტობის კოეფიციენტებია.

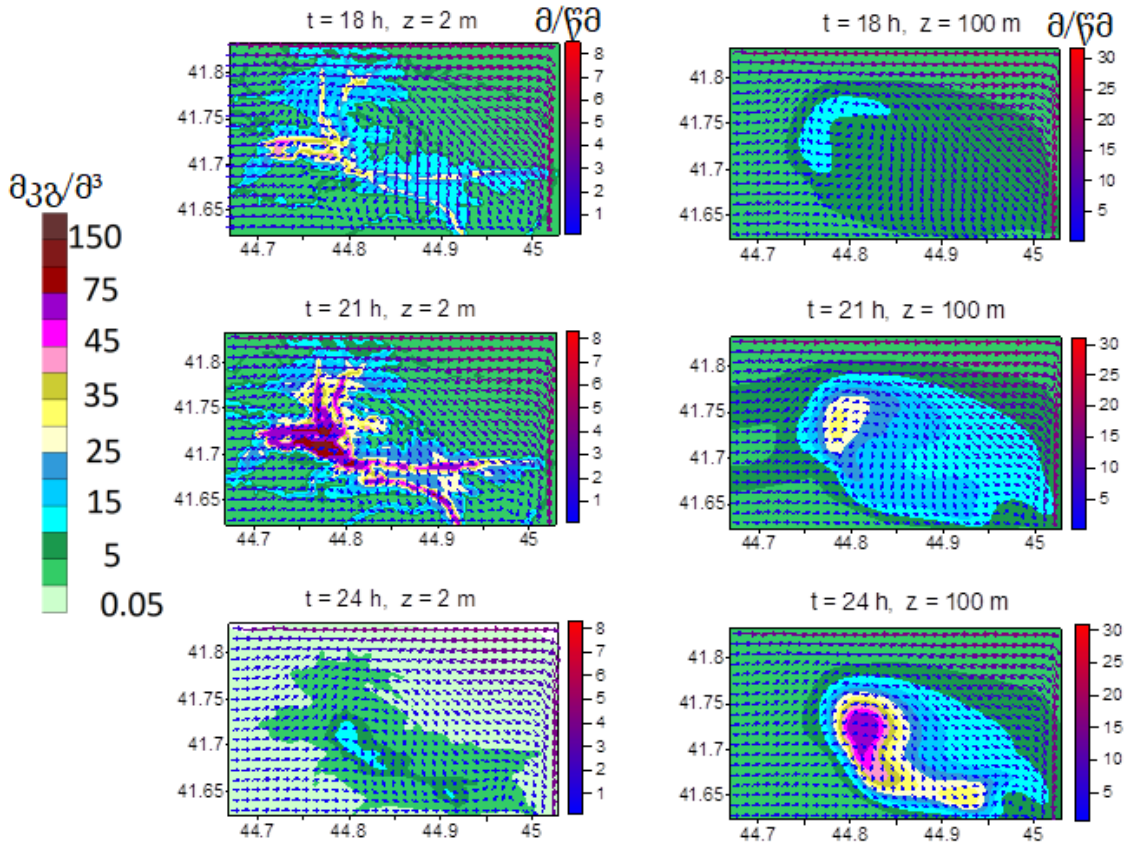
ქარის სიჩქარის მდგენელები და ტურბულენტობის კოეფიციენტები თავისუფალ ატმოსფეროსა და ატმოსფეროს 100 მ სისქის მიწისპირა ფენაში გამოითვლება [6]-ში მოცემული განტოლებების რიცხვითი ინტეგრირებით. ამასთან დაშვებულია რომ ატმოსფერო ძირითადად PM₁₀-ით ბინძურდება ავტოტრანსპორტის მოძრაობის შედეგად და ამ დროს გამოყოფილი აეროზოლების რაოდენობა პროპორციულია მოძრაობის ინტენსივობის.

(1) განტოლების შესაბამისი საწყისი და სასაზღვრო პირობებით, რიცხვითი ინტეგრირების შედეგებმა აჩვენა, რომ ატმოსფეროში PM₁₀ -ის კონცენტრაცია მინიმალურია დამის 0-სთ-დან დილის 6 სთ-მდე ინტერვალში. შემდგომ, ავტოტრანსპორტის მოძრაობის ინტენსივობის ზრდასთან ერთად იზრდება PM₁₀ -ის შემცველობა ატმოსფერულ ჰაერში და მყარდება დღის საათებისათვის დამახასიათებელი კონცენტრაციის სივრცული განაწილება.

მე-4 ნახაზზე წარმოდგენილია მოდელირების შედეგი 18 სთ-დან 24 სთ-მდე ინტერვალში. აქედან ჩანს, რომ საღამოს 18 სთ-სთვის კონცენტრაციის მნიშვნელობები საკმაოდ დიდია ქალაქის ცენტრალურ ნაწილში (ვაკის, საბურთალოს და ორთაჭალის და გლდანის რაიონის ტერიტორიები) და ზოგიერთი ცენტრალური ავტომაგისტრალის ცალკეულ მონაკვეთებზე.

18-სთ-ის შემდეგ, 21 სთ-ზე ავტოტრანსპორტის მოძრაობის პიკური საათის დადგომასთან ერთად, ინტენსიურად იზრდება ატმოსფეროში მიკროაეროზოლების შემცველობა ქალაქის როგორც ცენტრალურ, ასევე გარეუბნებში და ცალკეული ტრასებზე.

აღნიშნული ტერიტორიების ატმოსფეროში კონცენტრაციების მნიშვნელობები იცვლება 25 მკგ/მ³ - დან 120 მკგ/მ³-მდე. 21-სთ-ს შემდეგ იწყება მიწისპირა კონცენტრაციის შემცირება და მისი მაქსიმალური მნიშვნელობა ეცემა 15 მკგ/მ³-მდე. მიწისპირა ფენაში გაფრქვეული PM₁₀-ის ტურბულენტური და კონვექციური მექანიზმებით გადაიტანება სივრცეში და მისი კონცენტრაცია მაქსიმალურ მნიშვნელობას (80 მკგ/მ³) 100 მ სიმაღლეებზე აღწევს 3 საათის დაგვიანებით.



ნახ. 4. ქარის სიჩქარისა (მ/წმ) და PM10-ის კონცენტრაციის (მკგ/მ3) განაწილება, როცა t = 18, 21 და 24 სთ მიწის ზედაპირიდან 2 მ. და 100 მ. სიმაღლეებზე

3. დასკვნა

განალიზებულია სტაციონარული ავტომატური სადგურებისა და 2020 წელს ჩატარებული საველე სამუშაოების დროს გაზომილი PM_{2.5} და PM₁₀-ის კონცენტრაციების მონაცემები, აგებულია შესაბამისი გრაფიკები და სვეტური დიაგრამა. გამოკვლეულია ქ. თბილისის ტერიტორიაზე ავტოტრანსპორტის მიერ წარმოშობილი PM₁₀-ის ცვლილების კინემატიკა ფონური დასავლეთის სუსტი ქარის დროს. შესწავლილია PM₁₀-ის სივრცული განაწილების დღე-ღამური სურათი და გავრცელების თავისებურებები. ქარის სიჩქარისა და კონცენტრაციის ველების ანალიზით მიღებულია, რომ ძლიერად დაჭუჭყიანებული არეების სივრცული განაწილება დამოკიდებულია, ერთის მხრივ ავტომაგისტრალების მდებარეობაზე და მეორეს მხრივ, რელიეფის დინამიკური ზემოქმედების და ქვეფენილ ზედაპირზე თერმული რეჟიმის დღეღამური ცვლილებით ფორმირებულ ლოკალურ ცირკულაციურ სისტემებზე.

ლიტერატურა – References :

1. Mortality and burden of disease from ambient air pollution-WHO https://www.who.int/gho/phe/outdoor-air_pollution/burden/en/.
2. S. Ji., C.R. Cherry, W. Zhou, R. Sawhney, et al. (2015). Environmental justice aspects of exposure to PM_{2.5} emissions from electric vehicle use in China. Environ. Sci. Technol., 49, pp. 13912-20.
3. K. Slezakova, D. Castro, C. Delerue-Matos et al. (2013). Impact of vehicular traffic emissions on particulate-bound PAHs: levels and associated health risks. Atmos. Res., 127, pp. 141-147, 10.1016/j.atmosres.2012.06.009.

4. M. Jerrett, M.M. Finkelstein, J.R. Brook, M.A. Arain, P. Kanaroglou, D.M. Stieb, N.L. Gilbert, D. Verma, N. Finkelstein, K.R. Chapman, M.R. Sears. (2009). A cohort study of traffic-related air pollution and mortality in Toronto, Ontario, Canada. *Environ. Health Perspect*, 117, pp. 772-777, 10.1289/ehp.11533
5. A.G. Amiranashvili, V.A. Chikhladze, J.F. Kharchilava, N.S. Buachidze, L.N. Intskirveli. (2004). Variations of the Concentrations of Dust, Nitrogen Oxides, Sulphur Dioxide and Ozone in the Surface Air in Tbilisi in 1981-2003, in Proc. 16th Int. Conf. on Nucleation & Atmospheric Aerosols, Kyoto, Japan, 26-30 July, pp. 678-681
6. Surmava A., Intskirveli L., Kukhalashvili V., Gigauri G. (2020). Numerical Investigation of Meso- and Microscale Diffusion of Tbilisi Dust. *Annals of Agrarian Science*, pp. 295-302
7. Ulanova T.S., Antipeva M.V., Volkova M.V., Gileva M.I. (2016). Study of the content of fine particles in the atmospheric air near highways. DOI: 10.21668 / health.risk / 2016.4.05. (in_Rus)
8. Azarov V.N. (2011). On the organization of monitoring PM10 and PM2.5 on the example of Volgograd // *Bulletin of the Volgograd State Architectural and Construction*. Issue. 25 (44), pp. 398-401 (in_Rus).

INVESTIGATION OF PM_{2.5} AND PM₁₀ CONTENT IN THE ATMOSPHERE OF TBILISI THROUGH REGULAR OBSERVATIONS AND MATHEMATICAL MODELING

Kukhalashvili Vepkhia^{1,3}, Sesadze Valida³, Surmava Aleksandre^{1,2}, Gigauri Natia²
vepkhia.kukhalashvili@tsu.ge, v_sesadze@gtu.ge, aasurmava@yahoo.com,
natiagigauri18@yahoo.com

1-M. Nodia Institute of Geophysics of Iv. Javakishvili Tbilisi State University,
2-Institute of Hydrometeorology of Georgian Technical University,
3-Georgian Technical University

Summary

Data of stationary automatic observation points in Tbilisi are Analyzed, PM-particle concentrations. Their monthly maximum, minimum and average values are estimated. Based on experimental measurements, column diagram of PM_{2.5} and PM₁₀ concentrations in the atmospheric air of Tbilisi and its surrounding area is given. Maximum and minimum contaminated areas are identified and their concentrations are shown. The propagation process of PM₁₀ in the case of background stationary weak westerly wind is modeled. The source of pollution is the particles emitted from the vehicles moving on the main highways and central streets of the city. Visual pictures of PM₁₀ distribution area and concentrations are obtained.

მადლიერების გამოსატვა:

სამეცნიერო კვლევა დაფინანსებული და შესრულებულია
შოთა რუსთაველის ეროვნული სამეცნიერო ფონდის
FR-18 -3667 გრანტის ფარგლებში.

APPROACH TO DECISION-MAKING AT THE PREPARATION OF THE PROJECT OF THE BUSINESS MEETING

Kovalchuk Olha

Olha.Kovalchuk@edu.lnu.ua
Ivan Franko National University of Lviv

Abstract

The main objective of the paper is to develop a scientific approach to decision making when preparing a project for holding a business event. In the beginning, a brief description of the problem is given and the corresponding problems are identified. My decision was made when preparing a project for holding a business event. The model is implemented interactively on the computer by the decision maker - DM. In this case, the target information database, which consists of two parts: the database of free data used by the DM when comparing the alternative and the database of related data, which contains numerical values of the requisites and used in the calculation process.

Keywords: Business event, decision making, decision support system, many alternatives, decision making under uncertainty, decision maker, many fuzzy alternatives, multicriteria choice, utility theory, superiority ratio, non-formalized object, mathematical modeling, information databases.

1. Introduction

All human consciousness is connected with making decisions. Decision making is a process where the mind focuses on choosing the best option for action.

People in their daily work take dozens or hundreds of different types of solutions. One part of the decisions is personal. The second one is connected with human activity, organization of institutions, city, region, country, etc. For example, a student chooses a profession at a university, people choose friends, work, housing, apartment, transport, food and drink from the menu of the restaurant, young people choose a future wife (husband), etc. So, we are constantly in the process of choosing, we are trying to choose the best option, but the history of our lives is full of successful and unsuccessful decisions. Obviously, this is not surprising, since a person is in front of a choice, in most cases she can not look forward to the accurate prediction of the consequences of his decision.

Mistakes, failures in finding problems or achieving success, getting the right or wrong decisions, focusing on different factors, evaluating and analyzing these factors entirely depend on which approaches and methods are used to make decisions.

2. General part

The most important problem for decision-making is the processing and analysis of large-scale information. For example, to support decision-making for giant corporations, television and the Internet, finance, trade, industry, etc., you need to have complete and accurate information. It depends on the quality of organization management, the effectiveness of planning, etc. In addition, it is important to choose the form of information display, the ability to analyze current and historical data, the existence of modern information technology - decision support systems.

As people make decisions, scientists have realized this recently, namely after the Second World War. Explained that the decision-making process does not fully depend on the environment (subject area), where decisions are made. Laws on decision making are the same for any subject area. Making decisions is nothing but an option. Decision-making means choosing a particular option from a variety of alternatives. For example, if you ask a question, play at the rugby stadium in the evening or not? Here we have only two options - either go or do not go. If you are buying a TV, car or computer, from each of these numerous offers - from alternatives, we must choose only one and use those criteria for selection that relate to this subject.

Obviously, according to our ability (amount of money or something else), we choose one of the best options. If we announce a tender, we will select only one performer from the tenders in case of any case (for example, bridge construction, road construction, construction of a gardening area, construction of a sports complex, etc.) and if an investor conducts a contest, he can choose as many projects as he has allocated money to finance these projects.

It should be noted that the basic concepts in the decision-making system are:

alternatives or individual mutually exclusive opportunities, and this is precisely the choice of choice;

Supporting the decision-making system, which means that we do not make direct decisions, but we make recommendations to those who decide or who needs to make decisions.

These recommendations are considered essential and necessary for decision making. To make decisions, we must first create a set of alternatives from which we choose. This is the first stage of the solution to the problem, called "the creation of many alternatives." Of course, this set does not have any structure, each element was randomly selected or proposed and requires structuring alternatives in one form or another.

The founders of the modern utility theory for making decisions under uncertainty - von Neumann and Morgenstern, in the hypothesis of expected utility, point out that the decision maker (DM) must always choose an alternative with the maximum expected utility [1]. Of course, this is a fair expression of that time, but at present it is difficult for an DM to make the right decision with the maximum expected utility on the unnecessary power of many alternatives. The difficulty in making a decision is due to various reasons and, in the first place, a multitude of overview and comparison of alternatives. The process is further complicated by the presence of many fuzzy alternatives, where it is necessary to conduct a multi-criteria choice of alternatives based on the intersection of fuzzy sets and their properties.

Despite the fact that today different methods of solving such problems have been developed, the decision making problem is still active and requires innovative approach and scientific development.

Frequently, the task of comparing alternatives mathematically described by the set of permissible choices of alternatives on which the "relationship of superiority" is given and determined by interest (intuitive) DM. Such an attitude is called binary, and it allows you to compare with each other only two alternatives to the final conclusion: better or worse than all other alternatives on the given relations of advantage. Usually, the binary relation of advantage over the set of alternatives is described either in the form of utility function and is reflected in the numerical axis, or the result of the Cartesian product of many alternatives to itself.

3. Main part

As can be seen, the complexity of the decision-making process depends on the object of management and achieves extreme difficulties when it comes to managing non-formalized objects that are characterized by a large number of fuzzy alternatives. All this leads to the use of mathematical logic (layout rules) and artificial intelligence. In this case, the only way to manage an object and make a purposeful solution is to use modern information technology. Bearing in mind, such characteristic features of the problem of decision-making as the need for simultaneous use of mathematical modelling, mathematical logic, artificial intelligence and information technology, it can be noted that the decision-making under uncertainty is interdisciplinary. Obviously, the decision-making process combines the far-reaching areas of scientific knowledge in its direction.

Interdisciplinary, as a science, is at the centre of scientific interests after scientific and technological progress has reached its peak; however, this advancement, contributed to the emergence of rapidly developing neighbouring disciplines and went other actions, such as the differentiation of some areas of science, which was obviously natural. Thus, an interdisciplinary approach means an analysis of actions and processes in one system unity. Its purpose is to create a common approach to all important tasks or critical

issues to avoid unregulated and uncoordinated processes in each area that cause unwanted results, and sometimes fatalities. Therefore, we can say that the interdisciplinary of decision-making is to organize scientific discussions, analyze processes, share ideas and use results when making decisions [2].

The purpose of our study is to develop a scientific approach to decision making when preparing a project for a business event.

Business events are social events: international scientific conferences, summits, forums, seminars; presentations, round tables, kind of meetings; jubilee dates, etc. These measures over composition, duration, geographical coverage and other characteristic properties surpass office meetings and local events. Any one of them is preceded by careful preparation and organizational sequences like: setting goals and discussing the ideas of holding a business event; drafting scenario; scheduling a training schedule; allocation of responsible (persons and organization) for conducting; conducting an advertising campaign; preparation of printed materials (invitation, program of meetings, graphic signs - logos, stickers, posters, scientific theses and works, etc.) the acquisition of the necessary attributes (folders, notebooks, pens, etc.) rent of a hall for meetings, invitation and placement of participants and guests, ordering food and drinks; buffet or coffee breaks and so on. And most importantly - the calculation, coordination and budget search, tender announcement.

To construct a decision-making model in preparing a project for conducting a business event, we will first give some clarification. It is possible to take measures with the help of two types of financing:

1. When a fixed amount of money is allocated in advance;
2. When the amount of money is unknown.

Obviously, in the first case, the sum of all expenditures does not exceed the given value, and in the second case it is necessary to minimize the sum of all expenses, which should be reflected in the mathematical model.

We introduce the following notation:

A_i , $i = \overline{1, n}$ - name of the event;

T_i , $i = \overline{1, n}$ - periodicity of the event;

C_i , $i = \overline{1, n}$, - short meaning of the event (purpose, function, etc.);

D_i , $i = \overline{1, n}$, - date of the current event (from – to);

O_{ij} , $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$ - The organization is the head of the conference (main and secondary).

Persons participating in the event:

$P_{ij}(O)$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$ - Person from the organization;

$P_{ij}(Ot)$, $i = \overline{1, n}$, $j = \overline{1, m}$ - Other invitees (outside the organization);

O_i - Invited guests;

F_i , $i = \overline{1, n}$ - pre-allocated amount of money (if there is one);

S_{ik} , $i = \overline{1, n}$, $k = \overline{1, r}$ - required cash expenses for various (r) event events (transport of participants, night life, cultural events, training of printed materials, etc.).

In the case of a fixed amount, total costs are calculated by the formula:

$$\sum S_{ik} \leq F_i, \quad i = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, r};$$

In the case of a non-fixed sum, the total cost is calculated by the formula:

$$\sum S_{ik} \Rightarrow \min, \quad i = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, r};$$

Consider the first case on the example of organizing a scientific conference. To do this, enter certain notation:

S_1 - Scientific Conference;

$S_{1,1}$ - transportation costs for conference participants;

$S_{1,2}$ - living expenses of distinguished guests;

$S_{1,3}$ - cultural events for conference participants (city tours, city tours, theater, etc.);

$S_{1,4}$ - Expenses for the purchase of conference paraphernalia (stationery, badges, notebooks, folders, pens, printing certificates, other expenses);

$S_{1,5}$ - the cost of printing the working program of the conference;

$S_{1,6}$ - the cost of printing abstracts of conference reports;

$S_{1,7}$ - the cost of printing a collection of articles;

$S_{1,8}$ - lunch costs;

$S_{1,9}$ - cost and delivery of symbolic gifts for dear guests;

$S_{1,10}$ - banquet costs.

Consider the case:

$$\sum S_{1,k} \leq F_1, \quad k = \overline{1, 10};$$

where:

F_1 - pre-allocated a fixed amount for the conference.

First of all, of course, there are all the necessary parameters listed here, we determine the approximate cost and calculate the total amount.

If we get:

$$\sum S_{1k} \leq F_1,$$

This indicates that the estimated amount is determined optimally, if in the case of when

$$\sum S_{1k} > F_1,$$

Then, the decision maker must optimally prioritize for and reduce costs in line with these priorities until the amount of the cost is less than or equal to a fixed amount. For example, in our case we can conditionally assume that the lower priority costs are - $S_{1,8}, S_{1,9}, S_{1,10}$.

To adjust costs, you must first determine the difference

$$\sum S_{1k} - F_1 = S_{\text{exag}};$$

where:

S_{exag} - exaggerated costs.

Obviously, the same algorithm will work for the following case, when we have the following:

$$\sum S_{ik} \Rightarrow \min, \quad i = \overline{1, n}, \quad k = \overline{1, r};$$

When the fixed amount is equal to:

$$\sum S_{lk} = \sum S_{lk \min}$$

Expenses will be determined and adjusted – according to - $\sum S_{lk \min}$.

ლიტერატურა – References:

1. Neumann John, Oskar Morgenstern. (1947). The Theory of Games and Economic Behavior. 2nd ed. Princeton: Princeton University Press.
2. Chachanidze G, Nanobashvili K, Zoidze N. 17-19.10.2014. interdisciplinary links of informatics and educational sciences. Proceedings book. III International-Science conference Computing/Computer Studies, Education Sciences, Teaching Education. Batumi.

გადაწყვეტილების მიღების მიდგომა საქმიანი შეხვედრის პროექტის მომზადებისას

ოლჰა კოვალჩუკი
Olha.Kovalchuk@edu.lnu.ua

ივან ფრანკოს სახ. ლვოვის ეროვნული უნივერსიტეტი

რეზიუმე

სტატიის მთავარი ამოცანაა შეიმუშაოს სამეცნიერო მიდგომა გადაწყვეტილების მიღებისადმი ბიზნეს ღონისძიების პროექტის მომზადებაში. დასაწყისში მოცემულია დავალების მოკლე აღწერა და გამოვლენილია შესაბამისი პრობლემები. აგებულია გადაწყვეტილების მიღების მოდელი ბიზნეს მოქმედების განხორციელების პროექტის მომზადების დროს. მოდელს კომპიუტერში ინტერაქტიულად ახორციელებს გადაწყვეტილების მიმღები. იგი იყენებს სამიზნე ინფორმაციის მონაცემთა ბაზას, რომელიც შედგება ორი ნაწილისაგან: უფასო მონაცემთა ბაზა, რომელსაც გადაწყვეტილების მიმღები იყენებს ალტერნატივის შედარებისას და მასთან დაკავშირებული მონაცემთა ბაზა, რომელიც შეიცავს დეტალების ციფრულ მნიშვნელობებს და გამოიყენება გაანგარიშების პროცესში

ПОДХОД К ПРИНЯТИЮ РЕШЕНИЙ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ПРОЕКТА ДЕЛОВОЙ ВСТРЕЧИ

Ольга Ковальчук
Olha.Kovalchuk@edu.lnu.ua

Львовский национальный университет им. Ивана Франко

Резюме

Основная задача статьи состоит в разработке научного подхода принятия решения при подготовке проекта проведения делового мероприятия. В начале дается краткое описание задачи и проявлял соответствующие проблемы. Построена модель принятия решения при подготовке проекта проведения делового мероприятия. Модель реализуется в интерактивном режиме на компьютере лицом принимающего решение. При этом используются целевые информационные базы данных, которая состоит из двух частей: База свободных данных, используемая лицом принимающим решение при сравнении альтернативы и База связанных данных содержащая числовые значения реквизитов и используется в процессе вычисления.

ბოლონიის პროცესის სამი ძირითადი მდგენელის მოდელირების ასპექტები

გურამ ჩაჩანიძე, ნანა ჩაჩანიძე
guramchachanidze@yahoo.com, chachanidzenana08@gtu.ge
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ჩვენი მეცნიერული კვლევების საფუძველზე დავასკვნით, რომ ქართულ საგანმანათლებლო სისტემას დღეისათვის არ გააჩნია აკადემიური მობილობის გადაწყვეტილების მიღების, განათლების ხარისხის მართვის და კრედიტების ოპტიმალური განაწილების სრულყოფილი ფორმალიზებული მოდელი და მისი რეალიზების ელექტრონული სისტემა. ეს საკითხები პრობლემური ხასიათისაა, რაც შესაბამის დონეზე არ არის გამოკვლეული და შესწავლილი. ამიტომ, ამ პრობლემებისა და მათი ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღების მეცნიერულ კვლევებს, თეორიული და პრაქტიკული რჩევა-რეკომენდაციების შემუშავებას განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ვანიჭებთ და მეტად აქტუალურად მივიჩნევთ. სტატიაში აკადემიური მობილობის პროცესი წარმოდგენილია ნაკადური მოდელის სახით, რომელიც მოიცავს მართვის სუბიექტს და მართვის ობიექტს. დამუშავებულია მობილობის ხელშემწყობი საგანმანათლებლო პროგრამების შედარების ფორმალიზებული მოდელი და რეალიზების ალგორითმი. ასევე, გამოკვლეულია განათლების ხარისხის მართვის მთავარი პრობლემები, განსაზღვრულია ძირითადი ამოცანები და განათლების ხარისხის მართვის სისტემის განმსაზღვრელი პოტენციური და შედეგიანობის მაჩვენებელი. აგებულია სუბიექტის/ობიექტის ოპტიმალური სარგებლიანობის მათემატიკური მოდელი. მოცემულია უმაღლესი განათლების საკრედიტო სისტემის მოდელის ფორმირების ძირითადი ფაქტორები, შემოთავაზებულია სასწავლო კრედიტების ოპტიმალური განაწილების მათემატიკური მოდელის დამუშავების ასპექტები.

საკვანძო სიტყვები: მართვის სუბიექტი. მართვის ობიექტი. აკადემიური მობილობა. გადაწყვეტილების მიღება. განათლების ხარისხი. კრედიტების ოპტიმალური განაწილება. ნაკადური მოდელი. ალგორითმი. პოტენციური და შედეგიანობის მაჩვენებელი, მათემატიკური მოდელი.

1. შესავალი

რა არის ბოლონიის პროცესი და მისი სამი ძირითადი მდგენელი? როგორც ცნობილია, 1999 წლის 19 ივნისს იტალიის უძველეს საუნივერსიტეტო ქალაქში ხელი მოეწერა ბოლონიის დეკლარაცია. ამ დოკუმენტზე ხელმოწერით, ხელმომწერი მხარების მხრიდან საფუძველი ჩაეყარა საერთო მზადყოფნას უმაღლესი განათლების ევროპული სივრცის შექმნისათვის. ხელმოწერას წინ უსწრებდა სამზადისი, რის საფუძველზეც მიღებული იქნა შესაბამისი დოკუმენტები: უნივერსიტეტების დიდი ქარტია, სორბონის დეკლარაცია და ლისაბონის კონვენცია. თავდაპირველად, ბოლონიის დეკლარაციას ხელი მოაწერა ევროპის 29 ქვეყნის უმაღლესი განათლების მესვეურმა, შემდგომში ბოლონიის პროცესს მიუერთდა ევროპის სხვა ქვეყნებიც და ამ რიცხვმა 49 მიაღწია. საქართველო აღნიშნულ პროცესში ჩართულია 2005 წლიდან.

ბოლონიის პროცესის მთავარ (პირველ) მდგენელად აღიარებულია მობილობა, რომლის მიზანია, დაბრკოლებების გარეშე, სტუდენტთა თავისუფალი გადაადგილების ეფექტური განხორციელების ხელის შეწყობა.

ბოლონიის პროცესის მომდევნო (მეორე) მდგენელად მოიაზრება განათლების ხარისხი.

ბოლონიის პროცესის მესამე მდგენელად შეიძლება გამოვყოთ ევროპული საკრედიტო სისტემა. ეს არის კრედიტის დაგროვებისა და გაცემის ევროპული სისტემა - ECTS (European Credit Transfer System). კრედიტის გაცემის ევროპული სისტემა ფაქტობრივად მიბმულია მობილობის პროცესთან, რადგან ითვალისწინებს სტუდენტთა აკადემიური მოსწრების მონაცემებს, რის მეშვეობითაც უზრუნველყოფს

შესასწავლი დისციპლინების არჩევის უფლებას მობილობის დროს. ჩვენი ანალიზის საფუძველზე დავასკვნით, რომ საქართველოში (და არა მარტო საქართველოში) აკადემიური მობილობის პრობლემები ჯეროვან დონეზე არ არის გამოკვლეული და შესწავლილი. ამიტომ, მობილობის პრობლემებისა და მისი ოპტიმალური გადაწყვეტილების მიღების მეცნიერულ კვლევებს, თეორიული და პრაქტიკული რჩევა-რეკომენდაციების შემუშავებას განსაკუთრებულ მნიშვნელობას ვანიჭებთ და მეტად აქტუალურად მივიჩნევთ. უნდა აღვნიშნოთ, რომ განათლების ხარისხი უკვე ერთი რომელიმე ქვეყნის საგანმანათლებლო სისტემის ლოკალური პრობლემა კი არ არის, არამედ იგი მსოფლიოს ერთიანი ზრუნვისა და ინტენსიური კვლევის ობიექტია. განათლების ხარისხის მართვა მოიაზრება ობიექტურ რეალობად, ხოლო პრობლემები, რომელიც არსებითია ამ დარგში, მოითხოვს მეცნიერულ კვლევებსა და ანალიზს.

სასწავლო კრედიტების ოპტიმალური განაწილების კვლევა, მოდელირება და მისი პრაქტიკული რეალიზება წარმოადგენს განათლების თანამედროვე ინოვაციურ ტექნოლოგიას, ამ სფეროში დაგროვებული თეორიული კვლევების პრაქტიკაში დანერგვას. კვლევის ძირითადი შინაარსია სასწავლო კრედიტების ოპტიმალური განაწილების სისტემური მოდელის აგება და მისი პრაქტიკული რეალიზება. პრაქტიკული რეალიზების უნიკალურობა გამოიხატება ისეთი მოდელის აგებაში, რომელიც იქნება კრედიტების ოპტიმალური განაწილების, საგანმანათლებლო პროგრამების და სილაბუსების შედგენის მხარდამჭერი ავტომატიზებული ინსტრუმენტი, რომელიც თავისი მულტიფუნქციური დანიშნულებით შეიძლება ეფექტურად გამოვიყენოთ ფართო მასშტაბით საგანმანათლებლო სფეროში.

2. ძირითადი ნაწილი

აკადემიური მობილობის პროცესი, როგორც მართვის ობიექტი. აკადემიური მობილობის პროცესი შეიძლება წარმოვადგინოთ ნაკადური მოდელის სახით, რომელიც მოიცავს მართვის სუბიექტს და მართვის ობიექტს. მართვის ობიექტის მდგომარეობა დამოკიდებულია მმართველ და გარეშე ზემოქმედებებზე და შესაძლოა, თვით მართვის ობიექტის ქმედებებზე, რაც დამახასიათებელია სოციალურ-ეკონომიკური და ორგანიზაციული სისტემებისთვის. მართვის ობიექტის შესასვლელზე იგულისხმება სტუდენტები, რომელთაც სურთ განათლების ნაწილის საზღვარგარეთის უმაღლეს სასწავლებელში მიღება და მმართველი ზემოქმედების ვექტორი, რომელიც წარმოდგენილია გეგმიური და ოპერატიული მმართველი ინფორმაციის სახით. გამოსავალზე კი, რომელიც მართვის ობიექტის ფუნქციონირების გადამწყვეტი შედეგებით არის წარმოდგენილი - სტუდენტები, რომლებმაც გაიარეს სწავლება საზღვარგარეთის უმაღლეს სასწავლებელში და ინფორმაციით მართვის ობიექტის შესახებ. სტუდენტების აკადემიური მობილობის რეალიზების პროცესის მართვის ციკლი შეიძლება მოიცავდეს მიზნის განსაზღვრას, დაგეგმვას და პროგნოზს, აღრიცხვას და კონტროლს, ანალიზს, ოპერატიულ მართვას.

მობილობის პროცესში შეიძლება გამოვიყენოთ მობილობის სამი ტიპი: გაცვლითი მობილობა, ქსელური მობილობა და კურიკულუმი; დანერგილი მობილობა და კურიკულუმი.

მობილობის ხელშემწყობი საგანმანათლებლო პროგრამების შედარების ალგორითმი. მობილობისათვის დიდი მნიშვნელობა ენიჭება სასწავლო შეთანხმების შემუშავებას, რომელიც წარმოადგენს ერთ-ერთ ძირითად დოკუმენტს. შეთანხმება დგება საბაზო და მასპინძელ უმაღლეს სასწავლებელს შორის. შეთანხმების შედგენისას შესაბამის დოკუმენტებში უნდა აისახოს იმ დისციპლინათა ინფორმაცია, რომელთა შესწავლაც მოიაზრება მასპინძელ უმაღლეს სასწავლებელში და საბაზო უნივერსიტეტის სასწავლო გეგმაში შემავალი მათი ექვივალენტური დისციპლინები, რომლებიც აღიარებული იქნება მობილობის შემთხვევაში. კრედიტების აღიარებისათვის ექვივალენტური დისციპლინების შერჩევისას აუცილებელია სასწავლო პროგრამის შედარებითი ანალიზის ჩატარება.

დისციპლინების შედარება ხდება სხვადასხვა კომპონენტების მიხედვით, რომელთაგან ერთ ერთი უმთავრესია კრედიტების რაოდენობრივი და შინაარსობრივი მაჩვენებლები. ამისათვის საჭიროა, სასწავლო ხელშეკრულებისა და ინდივიდუალური სასწავლო გეგმის ირგვლივ არსებული ინფორმაციის ანალიზის ალგორითმის დამუშავება.

მოვიყვანოთ ჩვენს მიერ აგებული ალგორითმის თანამიმდევრობას.

სასწავლო დისციპლინები მასპინძელ უმაღლეს სასწავლებელში განისაზღვრება იმ დისციპლინათა სიმრავლიდან: $D = \{d_i\}$, $i = \overline{1, n}$;

რომელიც ისწავლება მობილობისათვის შერჩეული სპეციალობის დასაუფლებლად მასპინძელ უმაღლეს სასწავლებელში.

თუ დაუშვებთ, რომ სტუდენტს შესწავლილი აქვს საბაზო უმაღლეს სასწავლებელში შემდეგი სასწავლო დისციპლინები: $D = \{d_j\}$, $j = \overline{1, m}$;

სადაც: $D_1 \subseteq D$

მაშინ მასპინძელ უმაღლეს სასწავლებელში შესასწავლი ექნება შემდეგი საგნები: $D_2 = \{d_e\}$, $e = \overline{1, (n-m)}$

სადაც: $D_2 = D/D_1$; (მათემატიკური სიმბოლო - "/" წარმოადგენს სიმრავლეთა სხვაობის ოპერაციას). როგორც ალგორითმშია მითითებული, $D_2 = \{d_e\}$, $e = \overline{1, (n-m)}$

დისციპლინების განსაზღვრის შემდეგ ხდება სასწავლო კრედიტების რაოდენობრივი და თითოეული დისციპლინის შინაარსობრივი მხარის შედარება.

შედარების შედეგად ხდება არათანხვდენილი და შესატყვისი დისციპლინების სიის ფორმირება, რომლის საფუძველზეც განისაზღვრება სტუდენტის მიერ მასპინძელ უმაღლეს სასწავლებელში ასათვისებელი კრედიტების რაოდენობის დადგენა. გარდა ამისა, ალგორითმი ითვალისწინებს არჩევითი საგნებიდან მომავალი სასწავლო დისციპლინის არჩევის შესაძლებლობასაც. არჩევის დროს სტუდენტი ახდენს კომპეტენციათა შედარებას. შედარება ხდება მითითებულ დისციპლინათა კომპეტენციათა სიმრავლეზე: $D_a^{komp} \approx D_i^{komp}$, $a = \overline{1, q}$;

სადაც - D_a^{komp} - q რაოდენობის ასარჩევი საგანთა კომპეტენციაა, რომელიც მასპინძელი უმაღლესი სასწავლებლის არჩეულ დისციპლინათა სიმრავლეს შეესაბამება, ხოლო სიმბოლო “ \approx ” კომპეტენციათა შედარების ოპერაციაა. მოცემულ ალგორითმში განვიხილავთ შემდეგ პოზიციებსაც: საბაზო და მიმდები უმაღლესი სასწავლებლების სასწავლო პროგრამების კომპეტენციების შედარებითი ანალიზს; დისციპლინათა რაციონალურ შერჩევას და მის შეტანას აკადემიური მობილობის შესაბამის დოკუმენტში და სხვ. ყოველივე ეს ხელს უწყობს აკადემიური მობილობის რაციონალური გადაწყვეტილების მიღებას.

განათლების ხარისხის მართვის პრობლემების კვლევა და ძირითადი ამოცანები. განათლების ხარისხი, მისი მართვა და კონტროლი, წარმოადგენს განსაკუთრებული დისკუსიისა და განხილვის საგანს. ქვეყნის განათლების სისტემის ფუნქციონირება თავისი ყველა განზომილებით უნდა აკმაყოფილებდეს მსოფლიო საგანმანათლებლო სტანდარტებს, ხოლო განათლების ხარისხი უნდა პასუხობდეს XXI საუკუნის გამოწვევებს. განათლების ხარისხი პირდაპირ არის დამოკიდებული თვით საგანმანათლებლო სისტემის ხარისხთან, მის მიზნებთან, იქ არსებულ ნორმებთან, პირობებთან და ბოლოს, რაც ყველაზე მთავარია, საგანმანათლებლო პროცესის ხარისხთან. მიუხედავად იმისა, რომ განათლების ხარისხი ესოდენ მნიშვნელოვან როლს თამაშობს ქვეყნის ცხოვრებაში, დღესაც არ არის განსაზღვრული მისი მართვის, კონტროლისა და შეფასების ის კრიტერიუმები, რომელზე დაყრდნობითაც შესაძლებელი იქნება განათლების ხარისხის ეფექტური მენეჯმენტის განხორციელება. აქედან გამომდინარე, ხარისხის მართვის პრობლემები აქტუალური გახდა და მოითხოვს მეცნიერული კვლევების ჩატარებას და დეტალურ შესწავლას.

განათლების ხარისხის მართვის პრობლემების კვლევა მოიცავს პირველი რიგის შემდეგ ამოცანებს:

- საბაზრო საზოგადოება და უმაღლესი განათლების ხარისხის კვლევა და ანალიზი.
- სახელმწიფოსა და საზოგადოების როლი განათლების ხარისხის მართვის საქმეში.
- განათლების ხარისხის მართვის სისტემების უწყვეტობა და განვითარება.
- განათლების ხარისხის მართვისა და შეფასების არსებული სისტემები და ზოგადი მიდგომების კვლევა და ანალიზი.

- განათლების ხარისხის მართვის ნორმატიულ-სამართლებრივი უზრუნველყოფა.

განათლების ხარისხის მართვის პოტენციური და შედეგიანობის მაჩვენებელი. უმაღლესი განათლების ხარისხის მართვის სისტემის განმსაზღვრელი ყველა მაჩვენებელი პირობითად შეიძლება დავყოთ ორ კლასად: პოტენციური და შედეგიანობის მაჩვენებელი.

პოტენციური მაჩვენებლის შემთხვევაში მოიაზრება პოტენციური შესაძლებლობა. მთავარია, სუბიექტები ფლობდნენ პოტენციურ შესაძლებლობებს თავის ფუნქციურ ანუ საშემსრულებლო საქმიანობის განხორციელებისათვის. **შედეგიანობაში** იგულისხმება, თუ რამდენად ხდება მათი პოტენციური შესაძლებლობების პრაქტიკული რეალიზება.

შემოვიტანოთ შემდეგი აღნიშვნები:

$W_i, i = \overline{1, n} - i$ სუბიექტის/ობიექტის პოტენციური შესაძლებლობები შესასრულებელი სამუშაოს

მიმართ, გამოსახული რაღაც ერთეულებში;

$Z_i, i = \overline{1, n} - i$ სუბიექტის/ობიექტის შედეგიანობა შესრულებელი სამუშაოს მიხედვით,

გამოსახული იგივე ერთეულებში;

$R_i, i = \overline{1, n} - i$ სუბიექტის/ობიექტის სარგებლიანობა შესრულებელი სამუშაოს მიხედვით,

გამოსახული იგივე ერთეულებში.

მაშინ, i სუბიექტის/ობიექტის ოპტიმალური სარგებლიანობის მათემატიკურ გამოსახულებას ექნება

ასეთი სახე: $R_i = (W_i - Z_i) \Rightarrow \min.$

მივცეთ განმარტება ამ მოდელს. ადვილი მისახვედრია, რომ $(W_i - Z_i)$ სხვაობა გვაძლევს i

სუბიექტის/ობიექტის მიერ უსარგებლო, გამოუყენებელ ანუ დარჩენილ პოტენციურ შესაძლებლობას და, რაც უფრო მინიმალური იქნება ეს სხვაობა, მით მაღალი იქნება i სუბიექტის/ობიექტი R_i სარგებლიანობა.

იდეალურ შემთხვევაში, როცა $R_i = (W_i - Z_i) = 0$, სარგებლიანობა აღწევს მაქსიმალურს ანუ i

სუბიექტის/ობიექტის W_i პოტენციური შესაძლებლობა მთლიანად არის გამოყენებული, რაც

პრაქტიკულად თითქმის შეუძლებელია. პოტენციური და შედეგიანობის მაჩვენებლის კლასიფიცირების საფუძველზე შეიძლება განვსაზღვროთ განათლების ხარისხის მართვის ძირითადი ფუნქციონალები.

უმაღლესი განათლების საკრედიტო სისტემის მოდელის ფორმირება და ძირითადი ფაქტორები.

უმაღლესი განათლების საკრედიტო სისტემის ფორმირების დროს არსებობს შესაბამისი შეზღუდვები. მაგ. ერთ უმაღლეს საგანმანათლებლო დაწესებულებაში ერთი და იმავე შინაარსის და მოცულობის მოდული ან საგანი ყველა პროგრამის სტუდენტისათვის მოიცავს თანაბარი რაოდენობის კრედიტებს; უმაღლესი საგანმანათლებლო პროგრამის ან/და სტუდენტის ინდივიდუალური სასწავლო პროგრამის თავისებურებების გათვალისწინებით, სტუდენტის წლიური დატვირთვა არ უნდა იყოს 60 კრედიტზე ნაკლები და არ აღემატებოდეს 75 კრედიტს. კრედიტების განაწილება უნდა ხდებოდეს საგანმანათლებლო პროგრამის ყველა კომპონენტს შორის (როგორცაა: მოდული, სასწავლო კურსი, პრაქტიკა, დისერტაცია და სხვ.). ამავე დროს, თითოეული სასწავლო კურსი (საგანი) არის ერთსემესტრიანი.

კრედიტი შესრულებულად ითვლება სტუდენტის მიერ, თუ მან მოთხოვნილი სამუშაო წარმატებით

დაასრულა და შედეგად ეს სამუშაო დადებითად არის შეფასებული. ასეთ შემთხვევაში, სტუდენტის გაწეული შრომის შეფასება გარკვეული შეფარდებით უნდა ითვალისწინებდეს მის, როგორც დამოუკიდებელი მუშაობის შეფასებას, რეიტინგულ შეფასებებს, საბოლოო გამოცდის შეფასებას.

სასწავლო კრედიტების ოპტიმალური განაწილების მათემატიკური მოდელი. სასწავლო კრედიტების ოპტიმალური განაწილების მათემატიკური მოდელის აგების ძირითადი მიზანია, მოვახდინოთ უმაღლესი განათლების საკრედიტო სისტემის მართვის კონცეფციის განზოგადება და მისი კომპიუტერული რეალიზება.

სასწავლო კრედიტების ოპტიმალური განაწილების მართვის ფორმალიზებული მოდელის ასაგებად შემოვიტანოთ შემდეგი აღნიშვნები:

$$C_i, i = \overline{1, n} - \text{შესასწავლი სპეციალობები};$$

$$S_j, j = \overline{1, m} - \text{შესასწავლი საგნები};$$

$$S_{ij}, i = \overline{1, n}, j = \overline{1, m} - i \text{ სპეციალობაში შესასწავლი } j \text{ საგნები};$$

$$K_j, j = \overline{1, m} - \text{კრედიტების რაოდენობა } j \text{ საგანში};$$

$$h_j = PK_j, j = \overline{1, m} - \text{საათების რაოდენობა } j \text{ საგანში, სადაც: } 25 \leq P \leq 30 \text{ (ამ შემთხვევაში } P = 25 \text{ სთ-ს).}$$

რადგან საგნის კრედიტები უნდა გადავანაწილოთ სააუდიტორიო და დამოუკიდებლად მუშაობის საათებზე, ამიტომ:

$$h_j = h_{j_{\text{საკ.}}} + h_{j_{\text{დამ.}}}$$

სადაც $h_{j_{\text{საკ.}}}$ საკონტაქტო საათების რაოდენობაა j საგანში, ხოლო $h_{j_{\text{დამ.}}}$ სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობის საათების რაოდენობაა j საგანში.

ასევე, ცხადია, რომ როგორც საკონტაქტო, ასევე დამოუკიდებელი მუშაობის საათები გამოიყოფა მეცადინეობის ტიპების მიხედვით, ანუ:

$$h_{j_{\text{საკ.}}} = h_{j_{\text{ლექც.}}} + h_{j_{\text{ლაბ.}}} + h_{j_{\text{პრაქტ.}}} + h_{j_{\text{საკ.პროექტ.}}} + \dots +$$

$$h_{j_{\text{დამ.}}} = h_{j_{\text{დამ.ლექც.}}} + h_{j_{\text{დამ.ლაბ.}}} + h_{j_{\text{დამ.პრაქტ.}}} + h_{j_{\text{დამ.საკ.პროექტ.}}} + \dots +$$

სადაც:

$h_{j_{\text{ლექც.}}}$ - სალექციო საათებია;

$h_{j_{\text{ლაბ.}}}$ - ლაბორატორიული მუშაობის საათებია;

$h_{j_{\text{პრაქტ.}}}$ - პრაქტიკული მუშაობის საათებია;

$h_{j_{\text{საკ.პროექტ.}}}$ - საკურსო პროექტზე მუშაობის საათებია და ა.შ.

შესაბამისად:

$h_{j_{\text{დამ.ლექც.}}}$ - დამოუკიდებლად მუშაობის საათებია ლექციებისათვის;

$h_{j_{\text{დამ.ლაბ.}}}$ - დამოუკიდებლად მუშაობის საათებია ლაბორატორიებისათვის.

შემოვიტანოთ კიდევ შემდეგი აღნიშვნები:

$K_{\text{საკ.}}$ - საბაკალავრო პროგრამის კრედიტების რაოდენობა;

$K_{\text{მაგ.}}$ - სამაგისტრო პროგრამის კრედიტების რაოდენობა;

$K_{\text{დოქტ.}}$ - სადოქტორო პროგრამის კრედიტების რაოდენობა;

$H^T, T = 1, 2, 3, \dots$ - სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობისა და საკონტაქტო საათების ფარდობის კოეფიციენტი საგნის T ტიპის მიხედვით;

$h_{\text{დამ.}}^T$ - დამოუკიდებელი მუშაობის საათები შესასწავლი საგნის T ტიპის მიხედვით;

$h_{\text{საკ.}}^T$ - საკონტაქტო საათები შესასწავლი საგნის T ტიპის მიხედვით.

საქართველოში მიღებული სამსაფეხურიანი უმაღლესი განათლების ევროპული კრედიტების

თანახმად:

$$K_{ბაკ.} = \sum K_{jბაკ} = 240 \text{ კრედიტს};$$

$$K_{მაგ.} = \sum K_{jმაგ} = 120 \text{ კრედიტს};$$

$$K_{დოქტ.} = \sum K_{jდოქტ} = 180 \text{ კრედიტს}.$$

დამოუკიდებელი მუშაობისა და საკონტაქტო საათების ფარდობის კოეფიციენტი T ტიპის საგნის მიხედვით იქნება: $H^T = \sum h^{T_{დამ}} / h^{T_{საკ}}$ და მოთავსებულია საზღვრებში: $0 \leq H^T \leq 5$.

საბოლოო ჯამში, კრედიტების ოპტიმალური განაწილების მართვის ფორმალიზებული მოდელი მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\left\{ \begin{array}{l} K_{ბაკ.} = \sum K_{jბაკ} = 240; \\ K_{მაგ.} = \sum K_{jმაგ} = 120; \\ K_{დოქტ.} = \sum K_{jდოქტ} = 180; \\ H^T = \sum h^{T_{დამ}} / h^{T_{საკ}}, 0 \leq H^T \leq 5; \\ h_j = PK_j; \\ h_j = h_j_{საკ.} + h_j_{დამ.} \end{array} \right.$$

ASPECTS OF MODELING THE THREE MAIN COMPONENTS OF THE BOLOGNA PROCESS

Guram Chachanidze, Nana Chachanidze
guramchachanidze@yahoo.com, chachanidzenana08@gtu.ge

Georgian Technical University

Summary

The article presents the process of academic mobility in the form of a flow model, including the subject of management and the object of management. A formalized model for comparing educational programs that promote mobility and an algorithm for their implementation is developed. The main problems of education quality management are investigated, the main tasks are defined, and a mathematical model of the optimal utility of the subject/object is constructed. The main factors of the formation of the model of the credit system of higher education are given, aspects of the development of a mathematical model of the optimal distribution of educational loans are proposed.

ქალაქების ვებ-საიტების შეფასება ინფორმაციულ საზოგადოებაში

დავით ზაუტაშვილი, მანანა ქარქაშაძე

david.zautashvili1@atsu.edu.ge; manana.qarqashadze@gmail.com

აკაკი წერეთლის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია მუნიციპალიტეტების ელექტრონული მთავრობის შეფასების თანმედროვე მსოფლიო გამოცდილება. მოყვანილია ქალაქების ვებ-საიტების შეფასების ოთხი ყველაზე წარმატებული პროექტის მოკლე აღწერა. სტატიაში განხილულია ელექტრონული მთავრობის მოდელი მიწოდებული სერვისების მიხედვით. აგრეთვე განხილულია ელექტრონული მთავრობის ურთიერთქმედების ოთხი კატეგორია და მათი ძირითადი მახასიათებლები. სტატიაში მოცემულია მუნიციპალური ვებ-საიტების შეფასების ახალი მეთოდი მიწოდებული სერვისების მეშვეობით.

საკვანძო სიტყვები: ელექტრონული მთავრობა. მუნიციპალური ვებ-საიტი. მუნიციპალიტეტის ელექტრონული მთავრობის შეფასება

1. შესავალი

ინფორმაციული საზოგადოების ფორმირების პროცესში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ელემენტია ელექტრონული მთავრობა. ელექტრონული მთავრობის კონცეფცია წარმოიშვა მეოცე საუკუნის ბოლო ათწლეულებში, როდესაც მსოფლიო განვითარებული ქვეყნები წააწყდა სახელმწიფო მმართველობის ორგანოების მუშაობის დაბალი ეფექტურობის პრობლემას, რაც გამოიხატებოდა სახელმწიფო აპარატის დიდ დანახარჯებში, გადაწყვეტილებათა მიღების დაგვიანებაში და ცუდ მართვაში.

ამერიკის შეერთებულ შტატებსა და ევროპის ქვეყნებში შემუშავებულ იქნა სახელმწიფო მმართველობის ორგანოების ეფექტიანობის ამაღლების კონცეფცია ელექტრონული მთავრობის დანერგვის საფუძველზე. დღესდღეობით სულ უფრო ნათლად ხდება იმის აღქმა, რომ ელექტრონული მთავრობა არის არა მხოლოდ საინფორმაციო-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების გამოყენება ხელისუფლების ორგანოების ფუნქციების განხორციელებაში, არამედ საუბარია ხელისუფლების საქმიანობის რეორგანიზაციაზე საინფორმაციო-საკომუნიკაციო ტექნოლოგიების ბაზაზე, რომელსაც მიყვავართ სახელმწიფო მმართველობის თვისობრივად ახალ ხარისხთან [1].

2. ძირითადი ნაწილი

მუნიციპალური ვებ-საიტების შეფასების მსოფლიო რეიტინგები. დღეისათვის ელექტრონული მთავრობის სფეროში მსოფლიო წამყვანი ქვეყნების განვითარების სამომავლო გეგმებში აქცენტი ძირითადად კეთდება ელექტრონული სერვისების მიწოდებაზე. იგი ხორციელდება სახელმწიფო მმართველობის ყველა დონეზე, მაგრამ მოქალაქეებზე ორიენტირებული მომსახურება ძირითადად უზრუნველყოფილია მუნიციპალიტეტების მიერ. მნიშვნელოვანია ელექტრონული სერვისების მიწოდების დონის შეფასება მუნიციპალურ ვებ-საიტებზე.

იგი საშუალებას იძლევა ნათლად დავინახოთ არსებული პრობლემები და დავსახოთ მომავალი ამოცანები ელექტრონული სერვისების მიწოდების გასაუმჯობესებლად.

მთელ მსოფლიოში მუნიციპალიტეტები მუდმივად აუმჯობესებენ თავიანთ ოფიციალურ ვებ-საიტებს, რადგან ისინი მოქალაქეებთან ურთიერთქმედებების უზრუნველყოფის მთავარი კავშირებია ელექტრონული მთავრობის პარადიგმაში.

მუნიციპალიტეტების ოფიციალურ ვებ-საიტებზე განთავსებულია ადმინისტრაციული ინფორმაცია და ონლაინ სერვისები. მუნიციპალურ ვებ-საიტზე უნდა განთავსდეს ინფორმაცია საქალაქო მომსახურებების შესახებ, აგრეთვე ინფორმაცია საკრებულოს, მერის და აღმასრულებელი ხელისუფლების, აგრეთვე სხვა განყოფილებებისა და მომსახურების შესახებ. ვებ-საიტებზე უნდა იქნას გამოყენებული შესაბამისი ტექნოლოგიები, რომლებიც უზრუნველყოფენ საზოგადოებრივი სერვისების ეფექტურ მიწოდებას და მოქალაქეების მონაწილეობას გადაწყვეტილების მიღების პროცესში.

მაგრამ კვალიფიციური კადრების, ტექნიკური და ორგანიზაციული შესაძლებლობების არარსებობის გამო მუნიციპალიტეტების უმეტესობა ვერ აკმაყოფილებს ელექტრონული მთავრობის მოთხოვნებს. მუნიციპალიტეტები უნდა გადავიდნენ ელექტრონული მთავრობის განვითარების უფრო მაღალ დონეზე. ეს ყველაფერი მოითხოვს არსებული რესურსების საწყის შეფასებას ელექტრონული მთავრობის მზადყოფნის შესაფასებლად.

ამჟამად მსოფლიოში არსებობს მუნიციპალიტეტების ელექტრონული მთავრობის შეფასების რამდენიმე წარმატებული პროექტი.

„ციფრული მმართველობა მსოფლიო მუნიციპალიტეტებში“ აფასებს ციფრული მმართველობის პრაქტიკას მსოფლიოს დიდ მუნიციპალიტეტებში. იგი აფასებს 100 ქვეყნის 100 ქალაქის მუნიციპალიტეტის ოფიციალურ პორტალებს საზოგადოებრივი სერვისების მიწოდებისა და მოქალაქეების მმართველობაში მონაწილეობის თვალსაზრისით. კვლევაში იყენებენ შეფასების შემდეგ კატეგორიებს: *მომსახურების მიწოდება, კონფიდენციალურობა / უსაფრთხოება, გამოყენების სიადვილე, კონტენტს და მოქალაქეთა მონაწილეობა*. 1-ელ ცხრილში მოცემულია 2018-2019 წლების კვლევის შედეგად მიღებული მსოფლიო ქალაქების რეიტინგი. თბილისი აქ საშუალო პოზიციაზეა და მისი მონაცემების გასაუმჯობესებლად საჭიროა დიდი ძალისხმევა [2].

ელექტრონული მთავრობის ზოგადი რეიტინგი (2018-2019 წ.) ცხრ.1

№	ქალაქი	ქვეყანა	ქულა
1	სეული	კორეა	84.07
5	პარიზი	საფრანგეთი	65.02
11	ნიუ-ორკი	აშშ	57.35
25	ლონდონი	ინგლისი	48.91
32	მოსკოვი	რუსეთი	46.00
52	თბილისი	საქართველო	34.35
98	ბაქო	აზერბაიჯანი	10.53

ამერიკელი მეცნიერის, ს. კეილორის [3] მიერ შემოთავაზებულია ადგილობრივი ელექტრონული მთავრობის შეფასების (MeGAP) პროექტით ფასდება შეერთებული შტატების ადგილობრივი ადმინისტრაციების მიერ მოწოდებული 68 მომსახურება და ის ჯგუფდება ოთხ ცალკეულ კატეგორიად (ინფორმაციის გავრცელება, ინტერაქტიული ფუნქციები, ელექტრონული კომერციის ფუნქციები და ელექტრონული დემოკრატია). თითოეული სერვისი ფასდება ოთხდონიანი სისტემის გამოყენებით, მომსახურების სირთულის მიხედვით. MeGAP ასევე გამოყენებულია ნორვეგიის 30 მუნიციპალიტეტში

გაეროს ადგილობრივი ონლაინ სერვისის ინდექსი (LOSI) მოიცავს კრიტერიუმების ოთხ ჯგუფს: 1. ტექნოლოგიური კრიტერიუმი, სადაც შეფასებულია ვებ-საიტის ზოგიერთი ძირითადი ფუნქცია; 2. ვებ-საიტის შინაარსის კრიტერიუმი, სადაც შეფასებულია მნიშვნელოვანი ინფორმაციის ხელმისაწვდომობა; 3. მომსახურების მიწოდების კრიტერიუმი, რომელშიც ფასდება ელექტრონული სერვისების მიწოდება 4. მონაწილეობის და ჩართულობის კრიტერიუმი, რომელიც აფასებს ვებ-საიტებზე მონაწილეობის და ურთიერთქმედების შესაბამისი მექანიზმების და ინიციატივების ხელმისაწვდომობას. LOSI არის მრავალკრიტერიული ინდექსი, რომელიც მოიცავს 60 ინდიკატორს. ინდიკატორები საშუალებას იძლევა გაიზომოს პროგრესი თითოეული კრიტერიუმის ძირითადი მიზნების მისაღწევად. ეს, თავის მხრივ, საშუალებას იძლევა მუდმივად შევასწავოთ მუნიციპალიტეტების პროგრესი მიზნობრივი სტრატეგიის განხორციელებაში [4]

1999 წელს შემუშავებული პორტუგალიის მუნიციპალიტეტების ონლაინ შეფასება საიმედო და კარგად დამკვიდრებული კვლევაა. მუნიციპალიტეტების პორტალები ფასდება 32 ინდიკატორის მიხედვით, რომლებიც გადანაწილებულია ოთხი კრიტერიუმის მიხედვით: შინაარსი, წვდომა, ონლაინ მომსახურება და მონაწილეობა [5].

3. მუნიციპალური ვებ-საიტების შეფასება მიწოდებული ელექტრონული სერვისების მიხედვით

ელექტრონული სერვისები განსხვავდება მომხმარებლის საჭიროებების მიხედვით და ამ მრავალფეროვნებამ განაპირობა ელექტრონული მთავრობის სხვადასხვა ტიპის განვითარება. ელექტრონული მთავრობის მოდელი მოიცავს ურთიერთქმედების ოთხ კატეგორიას:

1) მთავრობასა და მოქალაქეებს შორის ელექტრონული ურთიერთქმედება (ნახ.1).

მთავრობა - მოქალაქე (G2C) / მოქალაქე-მთავრობა (C2G)

G2C მოქალაქეს საშუალებას აძლევს მსოფლიოს ნებისმიერ წერტილიდან მიიღონ წვდომა სამთავრობო ინფორმაციაზე და მომსახურებაზე მრავალი არხის გამოყენებით [6]

C2G საშუალებას აძლევს მოქალაქეებს ჩაერთონ მთავრობის მუშაობაში და ჰქონდეთ გავლენა სამთავრობო ორგანოების გადაწყვეტილებების მიღებაზე.

2) ელექტრონული ურთიერთქმედება მთავრობასა და ბიზნესს შორის.

მთავრობა- ბიზნესი (G2B) / ბიზნესი- მთავრობა (B2G)

G2B მოიცავს სერვისებს, რომლებიც უზრუნველყოფს ბიზნესის ინფორმაციულ მოთხოვნებს გადასახადების, ლიცენზიების, რეესტრების, კანონების შესახებ. შეთავაზებული ბიზნეს სერვისები მოიცავს მიმდინარე ბიზნეს ინფორმაციის მოპოვებას, ახალ წესებს, განაცხადის ფორმების ჩამოტვირთვის შესაძლებლობას, ლიცენზიების განახლებას, საწარმოთა რეგისტრაციას, ნებართვების მოპოვებას და სხვა.

B2G გამოყენებით ბიზნესს შეუძლია ჩაატაროს დისკუსიები ბიზნესის ადმინისტრაციულ პროცესებთან დაკავშირებით და მთავრობის საქმიანობაზე გავლენის პოლიტიკაზე.

3) მთავრობა- მთავრობა (G2G)

ელექტრონული ურთიერთქმედება მთავრობის სხვადასხვა ორგანოებს შორის.

მრავალი თვალსაზრისით, G2G სექტორი ელექტრონული მთავრობის საყრდენია. G2G დროს ხდება მონაცემთა ელექტრონულ გაცვლა სამთავრობო ერთეულებს შორის. ის მოიცავს როგორც მონაცემების უწყებათაშორისი გაცვლას ეროვნულ დონეზე, ასევე მონაცემების გაცვლას ეროვნულ, რეგიონალურ და ადგილობრივ დონეებს შორის.

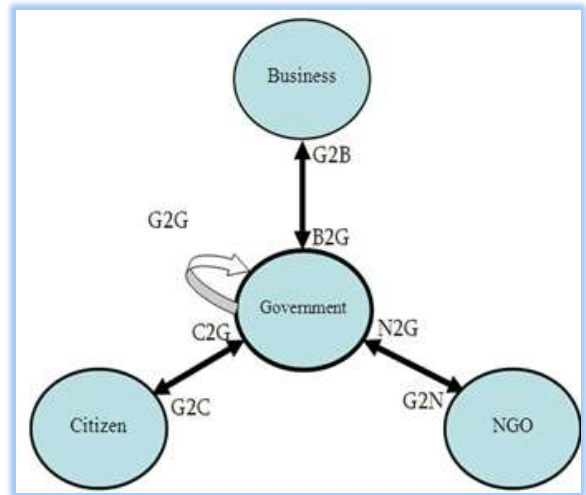
4) ელექტრონული ურთიერთქმედება მთავრობასა და არასამთავრობო ორგანიზაციებს შორის.

მთავრობა-არასამთავრობო ორგანიზაციები (G2N) / არასამთავრობო ორგანიზაციები - მთავრობა (N2G)

G2N დროს მთავრობა თავაზობს ინფორმაციულ და ელექტრონულ სერვისებს არასამთავრობო ორგანიზაციებს. N2G დროს არასამთავრობო ორგანიზაციები გავლენას ახდენენ სამთავრობო ინსტიტუტებზე მმართველობითი გადაწყვეტილების მიღებაში და ხელს უწყობენ მმართველობის ეფექტურობის გაუმჯობესებას და ელექტრონული დემოკრატიის განვითარებას.

G2N და N2G ურთიერთქმედების ფორმები ნაკლებად განვითარებულია საზოგადოების განვითარების თანამედროვე ეტაპზე. დღესდღეობით ამ კატეგორიაში შემავალი ძალიან ცოტა სერვისია ხელმისაწვდომი.

ჩვენ შევიმუშავეთ მუნიციპალური ვებ-საიტების შეფასების ახალი მეთოდი მიწოდებული ელექტრონული სერვისების მიხედვით. ვებ-საიტები ფასდება ელექტრონული ურთიერთქმედების 4 კატეგორიის შესაბამისად: G2G, G2C - C2G, G2B - B2G, G2N - N2G. კერძოდ ამ კატეგორიების ფარგლებში მიწოდებული ელექტრონული სერვისების მიხედვით.



ნახ.1. ელექტრონული მთავრობის ურთიერთქმედების მოდელი

ვებ-საიტების შეფასებისას გამოიყენება ვებ-კონტენტის ანალიზის მეთოდი. მოცემული მეთოდის დროს ხდება ვებ-საიტის შემადგენლობის კვლევა ონლაინ რეჟიმში ელექტრონული სერვისების არსებობის ან არარსებობის თაობაზე. თუ ელექტრონული სერვისი იქნება მუნიციპალიტეტის ვებ-საიტზე, მას ენიჭება მნიშვნელობა - 1. ხოლო თუ ელექტრონული სერვისი არ იქნება მუნიციპალიტეტის ვებ-საიტზე, მას ენიჭება მნიშვნელობა - 0.

3. დასკვნა

მოცემული მეთოდოლოგიის მიერ შემოთავაზებული ინსტრუმენტები, რომლებიც გამოიყენება მუნიციპალური ვებ-საიტების შეფასებისათვის, დაფუძნებულია კონკრეტული ინდიკატორების ერთობლიობაზე, რომელთა გამოყენებით შესაძლებელია გარკვეული შეფასება და ცალკეული ქალაქების ელექტრონული მთავრობის განვითარების მდგომარეობის შედარება.

ელექტრონული სერვისების მიხედვით მუნიციპალური ვებ-საიტების შეფასებისას მიღებული შედეგების გამოყენება შესაძლებელია ელექტრონული მთავრობის პროექტების განსახორციელებლად, ელექტრონული მთავრობის მართვის სისტემის ეფექტიანობის გასაუმჯობესებლად, ელექტრონული სერვისების მონიტორინგისა და შეფასების განხორციელების პროცესში. აგრეთვე შესაძლებელია შემუშავებული მეთოდოლოგიური ინსტრუმენტების გამოყენება ქალაქებში ელექტრონული მთავრობის განვითარების დონის დასადგენად და ელექტრონული მთავრობის ფუნქციების შესრულების შესაფასებლად.

ლიტერატურა – References – Література:

1. Zautashvili D. (2019). Electronic Government. Publisher GlobeEdit. 204 p. (in Geo) <https://www.amazon.com/ელექტრონული-მთავრობა-Georgian>
2. Holzer M., Manoharan A., Melitski J., Moon M. Jae. (2019). Global E-Government Survey (2018-19). 8th Worldwide Survey - Longitudinal Assessment and Rankings of Municipal Websites. Internet resource; <https://fliphtml5.com/gnel/Isrn/basic>
3. Kaylor C., Deshazo R., Van Eck D. (2001). Gauging e-government: A report on implementing services among American cities. Government Information Quarterly, 18(4), pp. 293-307
4. UN E-Government Survey 2018 United Nations New York. (2018). Available at: <https://publicadministration.un.org/egovkb/en-us/Reports/UN-E-Government-Survey-2018>
5. Portuguese Municipalities Internet Presence Index. (2016). <https://egov.unu.edu/news/news/portuguese-municipalities-internet-presence-index-2016.html>
6. Ndou V. (2004). E-government for developing countries: opportunities and challenges. The Electronic Journal on Information Systems in Developing Countries 18 (1), 1-24.

EVALUATING CITY WEBSITES IN THE INFORMATION SOCIETY

Zautashvili David, Karkashadze Manana

david.zautashvili1@atsu.edu.ge; manana.qarqashadze@gmail.com

Akaki Tsereteli State University

Summary

The article examines the modern world experience in evaluating e-government in municipalities. This article provides a brief description of four of the city's most successful website assessment projects. The article discusses the e-government model depending on the services provided. It also discusses the four categories of e-government interaction and their main characteristics. The article presents a new method for evaluating municipal sites through the services provided.

საცნობარო-სამართლებრივ სისტემაში დოკუმენტების ურთიერთკავშირის ავტომატიზებული სისტემის პროგრამული კომპლექსის დამუშავება და ექსპერიმენტული შემოწმება

იოსებ ქართველიშვილი, ნინო ჩორხაული
s.kartvelishvili@gtu.ge, m.chorkhauri@gtu.ge
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომში წარმოდგენილია საცნობარო-სამართლებრივ სისტემაში ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ურთიერთკავშირის ვიზუალიზაციისა და ანალიზის ავტომატიზებული სისტემის პროგრამული კომპლექსის დამუშავება, ავტომატიზებული სისტემის აგება და ექსპერიმენტული შემოწმება. ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ერთიანი ურთიერთდაკავშირებული სტრუქტურა წარმოადგენს რთულ ობიექტს, რომელიც საჭიროებს ახალ მათემატიკური და თეორიტიკული მეთოდების კვლევას და ავტომატიზაციის პროგრამული საშუალებების შექმნას.

საკვანძო სიტყვები: ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტები, ავტომატიზებული სისტემა, სისტემის ექსპერიმენტული შემოწმება.

1. შესავალი

თანამედროვე ცხოვრება შევიდა თავისი განვითარების ისეთ სტადიაში, რომ ნებისმიერი სფერო, პრაქტიკული ამოცანების გადასაჭრელად საჭიროებს ეფექტური მეთოდების შემუშავებას და თანამედროვე ტექნიკური სისტემების დაპროექტებას, რომლებიც დასაშვები სიზუსტით მარტივად, სწრაფად და კომპიუტერული დროის უმნიშვნელო დანახარჯებით უზრუნველყოფენ დასმული ამოცანების გადაწყვეტას. კომპიუტერისა და პროგრამირების მეთოდების განვითარებასთან არის დაკავშირებული აგრეთვე ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების (ნსდ) ურთიერთკავშირის ვიზუალიზაციისა და ანალიზის ამოცანა, რომელიც მოითხოვს ავტომატიზებული სისტემის შექმნას [1].

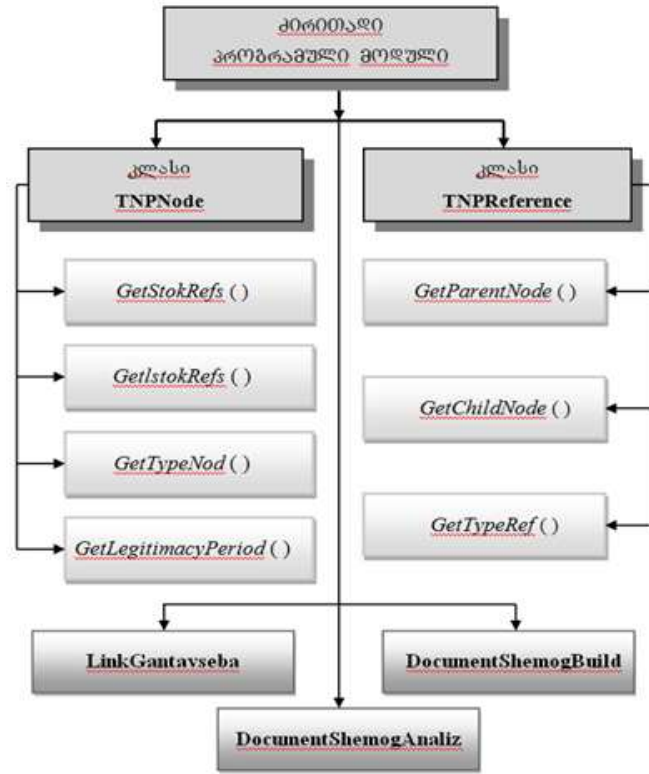
ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ერთიანი ურთიერთდაკავშირებული სტრუქტურა წარმოადგენს რთულ ობიექტს, რომელიც საჭიროებს ახალ მათემატიკური და თეორიტიკული მეთოდების კვლევას, ავტომატიზაციის პროგრამული საშუალებების შექმნას და კანონშემოქმედებითი და ნორმაშემოქმედებითი საქმიანობის მხარდაჭერას. ჩამოთვლილი ფაქტორები განსაზღვრავენ ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ურთიერთკავშირის სტრუქტურის ანალიზისა და ახალი მეთოდებისა და საშუალებების (პროგრამული კომპლექსი) შემუშავების სფეროში კვლევის აქტუალობას, რათა აღმოჩენილი იქნას პოტენციურად საშიში სიტუაციები კანონშემოქმედებითი ნორმების შეუსრულებლობის თვალსაზრისით [2].

ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ურთიერთკავშირის ვიზუალიზაციისა და ანალიზის მიზანია ახალი მეთოდების გამოვლენა, რომელიც მოწოდებულია აღმოაჩინოს კანონშემოქმედებით საქმიანობაში, სამართლებრივი აქტების იურიდიულ-ტექნიკური გაფორმების პროცესში, კომპიუტერულ საცნობარო-სამართლებრივ სისტემებში პოტენციურად საშიში სიტუაციები, სამართლებრივი კოლიზიები და წინააღმდეგობები, ნორმატიული აქტების დუბლირება. აღნიშნული მეთოდი გამოირჩევა ავტომატიზებული ანალიზისა და ურთიერთკავშირის ვიზუალიზაციის ინსტრუმენტების გამოყენებით [2].

2. ძირითადი ნაწილი

ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ურთიერთკავშირის ვიზუალიზაციისა და ანალიზის ავტომატიზებული სისტემის პროგრამულ კომპლექსში იგულისხმება ის პროგრამები, რომლებიც ამოცანის ამოხსნის ალგორითმებს წარმოადგენს და მისი ჩაწერა ხდება ობიექტ-ორიენტირებული დაპროგრამების ენის საშუალებით [1].

ავტომატიზებული სისტემა შექმნილია MsVisual Studio.NET ინტეგრირებულ გარემოში, რომელსაც აქვს სტანდარტული ოსტატი პროგრამებისა და დიზაინერების სიმრავლე, რომელთა საშუალებითაც ადვილად და ეფექტურად ხორციელდება მონაცემებთან წვდომის არქიტექტურა აპლიკაციების დამუშავების პროცესში. ამასთან, ADO.NET ობიექტური მოდელის ყველა შესაძლებლობა მისაწვდომია



პროგრამულად, რაც უზრუნველყოფს არასტანდარტული ფუნქციების რეალიზაციის ან დანართების აგების შესაძლებლობას, რომელიც მომხმარებლის მოთხოვნილებებზეა ორიენტირებული [1].

ავტომატიზებული სისტემის პროგრამული კომპლექსის დამუშავებისას გამოყენებულია ორი ძირითადი კლასი: ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტის კლასი _ TPNNode და ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების კავშირების კლასი _ TNReference.

თითოეული კლასისთვის შექმნილია პროცედურები, ფუნქციები და მეთოდები და თითოეული მეთოდის ალგორითმისთვის დამუშავებულია პროგრამული კოდები, რომლებიც მოყვანილია სქემატურად და თითოეული მათგანი აღწერილია თავისი ფუნქციონალური დანიშნულებით.

სქემატურად წარმოვადგინოთ ვიზუალიზაციისა და ანალიზის ავტომატიზებული სისტემის

პროგრამული კომპლექსის სტრუქტურა (ნახ. 1).

ნახ.1. პროგრამული კომპლექსის სტრუქტურა

„შემოგარენის“ (ერთიანი მონაცემთა ბაზების დიდი რაოდენობის დოკუმენტები, რომელთა ტექსტში არის ლინკი სხვა დოკუმენტზე) ელემენტების ანალიზის მოდულის ამოცანებში შედის მოქმედებაში მყოფი შემოგარენის ელემენტების თანმიმდევრული შემოწმება – დოკუმენტებისა და კავშირების შემოწმება პოტენციურად საშიშ სიტუაციებზე, ცოდნის ბაზაში არსებული ყოველი კრიტერიუმის მიხედვით. პოტენციურად საშიშ კრიტერიუმები ერთმნიშვნელოვნად და ექვივალენტურად წარმოდგენილი არიან ჩანაწერის ორ ფორმაში: ფორმალური ლოგიკის ენაზე გამოხატვის ფორმაში ან ალგორითმულ ფორმაში, რომელიც ნაბიჯ-ნაბიჯ აღწერს მოქმედებას, რაც აუცილებელია მოცემული კრიტერიუმით წიბოს ან კვანძის შემოწმების შესასრულებლად [2].

პროგრამულ უზრუნველყოფაში გამოყენებულია, აგრეთვე პროგრამები, რომლებიც ქმნიან და არეგულირებენ მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემებს. ისინი მომხმარებელს უადვილებენ მათი ამოცანების ჩაწერას და გადაწყვეტას. აღნიშნულ სისტემაში გამოყენებულია მბმს (მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემა) MS SQL Server, რომელიც მისი მოქნილობის გამო გამოირჩევა დიდი სისწრაფით [1].

განვიხილოთ ავტომატიზებული სისტემის პროგრამული კომპლექსის სტრუქტურა ცალ-ცალკე თითოეული კლასისთვის და აღწეროთ კლასებში გამოყენებული ფუნქციები თავისი დანიშნულებით:

- 1) GetStokRefs() - ფუნქცია აბრუნებს მომდინარე ლინკების მასივს;
- 2) GetIstokRefs() - აბრუნებს ამომდინარე ლინკების მასივს;
- 3) GetTypeNod() - აბრუნებს ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტის ტიპს;
- 4) GetLegitimacyPeriod() - აბრუნებს ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტის მოქმედების პერიოდს;
- 5) GetParentNode() - აბრუნებს დოკუმენტს, რომელიც შეიცავს ლინკს;
- 6) GetChildNode() - აბრუნებს დოკუმენტს, რომელზეც ხორციელდება ლინკი;

7) GetTypeRef() - აბრუნებს კავშირის ტიპს.

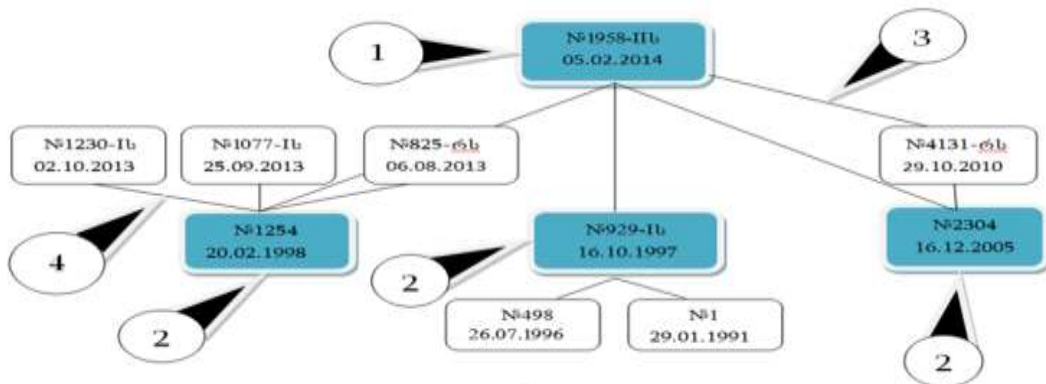
განვიხილოთ პროგრამულ კომპლექსში გამოყენებული მეთოდები თავისი ფუნქციონალური დანიშნულებებით: LinkGantavseba - სამართლებრივი დოკუმენტებისთვის ლინკების განთავსება-აგება; DocumentShemogBuild - სამართლებრივი დოკუმენტებისთვის შემოგარენის აგება; DocumentShemogAnaliz - ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტებისთვის შემოგარენის ვიზუალიზაცია და ანალიზი.

ბოლოს უნდა აღინიშნოს, რომ შემოთავაზებული სისტემის აგების საერთო კონცეფცია, რომელიც შეიცავს მოდულირების პრინციპს და აგენტურ მიდგომას, იძლევა მისი შემდგომი სრულყოფის მნიშვნელოვან შესაძლებლობას. ძირითადად, პოტენციურად საშიში სიტუაციების აღმოჩენის შესაძლებლობის გაზრდა ხორციელდება ცოდნის ბაზაში ახალი კრიტერიუმების დამატებით და შემოიფარგლება მხოლოდ არსებული შეზღუდვითი მათემატიკური მოდელით, ხოლო დოკუმენტის ტექსტში ლინკის აღმოჩენის ეფექტურობის ამაღლება შეიძლება მიღწეულ იქნას სიტყვა-გამორიცხვის სიის შევსებით [2].

ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ვიზუალიზაციისა და ანალიზის ავტომატიზებულ სისტემაზე დიდი რაოდენობის ექსპერიმენტი განხორციელდა სხვადასხვა მონაცემთა ბაზაზე. ამ ექსპერიმენტების მიზანი იყო ის, რომ განსაზღვრულიყო სრულყოფილების პროცესები და დადგენილიყო, ამართლებდა თუ არა ეს პროცესები თავის დანიშნულებას. ექსპერიმენტული სამუშაოები ჩატარდა ლოკალურ ქსელში, რომლებშიც მიერთებული იყო რამდენიმე მომხმარებელი. ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ვიზუალიზაციისა და ანალიზის ავტომატიზებულ სისტემის მუშაობის პროცესები განვიხილოთ რამდენიმე მაგალითზე:

მაგალითი N1. მე-2 ნახაზზე სქემატურად წარმოდგენილია ავტომატიზებულ სისტემის მიერ გენერირებული კავშირის სქემა, 05.02.2014 წ. N1958-II-ს ორგანული კანონის „ადგილობრივი თვითმმართველობის კოდექსი“, ადრე მოქმედი „ადგილობრივი თვითმმართველობის შესახებ“ კანონის ძალადაკარგულად ცნობის შესახებ და მოყვანილია შემდეგი განმარტებები: 1 – ძირითადი განსახილველი დოკუმენტი; 2 – გრაფის მიმდინარე ნაწილის დოკუმენტი; 3 - კავშირის არარსებობა, რომელიც სისტემამ ამოიგნო როგორც წსდ.

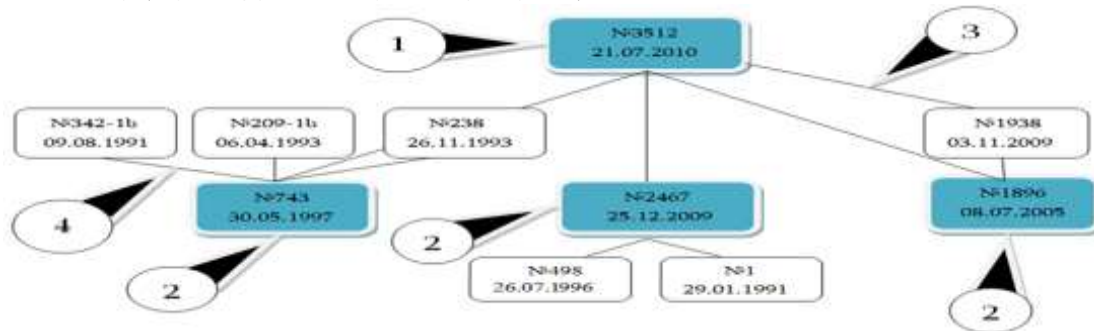
ამგვარი გრაფიკული წარმოდგენა სპეციალისტს, რომელსაც შეხება აქვს მოცემულ კანონთან აძლევს საშუალებას აღმოაჩინოს და ყურადღება გაამახვილოს სისტემის მიერ აღმოჩენილ პოტენციურად საშიშ სიტუაციაზე. სქემაზე გამოსახული 05.02.2014წ. #1958-IIIს ორგანული კანონი ძალადაკარგულად ცნობს რიგ სხვა კანონებს, მათ შორის 16.12.2005წ #2304 კანონს. თავის მხრივ #4131-რს კანონს ადრე შეჰქონდა ცვლილებები #2304 კანონში და #2 კრიტერიუმით შესაძლოა ასევე უნდა იქნას გაუქმებული. მოცემული კრიტერიუმის საფუძველზე, სისტემამ მოგვცა გაფრთხილება პოტენციურად საშიშ სიტუაციაზე, რომელიც მიუთითებს კავშირის არარსებობაზე. ამავე დროს, #1254 კანონმა დაკარგა ძალა, #1958-IIIს კანონის მოქმედების შედეგად, ამრიგად, კავშირები, რომლებიც მონიშნულია ციფრი 4-ის ქვეშ, ითვლებიან პოტენციურად საშიშებად #3 კრიტერიუმის მიხედვით (ლინკი ძალადაკარგულ დოკუმენტზე).



ნახ. 2. ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტის კავშირის სქემის მაგალითი

მაგალითი N2. მე-3 ნახაზზე სქემატურად წარმოდგენილია 21.07.2010 წ. #3512 საქართველოს კანონის „სახელმწიფო ქონების შესახებ“ გენერირებული კავშირის სქემა და მოყვანილია შემდეგი განმარტებები:

1 – ძირითადი განსახილველი დოკუმენტი; 2 – გრაფის მიმდინარე ნაწილის დოკუმენტი; 3 - კავშირის არარსებობა, რომელიც სისტემაში ამოიციო როგორც წდა.



ნახ. 3. ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტის კავშირის სქემის მაგალითი

1) ამგვარი გრაფიკული წარმოდგენა სპეციალისტს, რომელსაც შეხება აქვს მოცემულ კანონთან აძლევს საშუალებას აღმოაჩინოს და ყურადღება გაამახვილოს სისტემის მიერ გამოვლენილ პოტენციურად საშიშ სიტუაციაზე. სქემაზე გამოსახული 21.07.2010 N3512 კანონი ძალადაკარგულად ცნობს რიგ სხვა კანონებს, მათ შორის N1896 კანონს. თავის მხრივ N1938 კანონს ადრე შეჰქონდა ცვლილებები N1896 კანონში და #2 კრიტერიუმით შესაძლოა ასევე უნდა იქნას გაუქმებული. მოცემული კრიტერიუმის საფუძველზე, სისტემაში მოგვცა გაფრთხილება პოტენციურად საშიშ სიტუაციაზე, რომელიც მიუთითებს კავშირის არარსებობაზე. 2) ამავე დროს, #743 კანონმა დაკარგა ძალა, #3512 კანონის მოქმედების შედეგად, ამრიგად, კავშირები, რომლებიც მონიშნულია ციფრი 4-ის ქვეშ, ითვლებიან პოტენციურად საშიშებად #3 კრიტერიუმის მიხედვით (ლინკი ძალადაკარგულ დოკუმენტზე) [2].

3. დასკვნა

ნაშრომში ჩამოყალიბებულია ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ურთიერთკავშირის ვიზუალიზაციისა და ანალიზის ავტომატიზებული სისტემის პროგრამული კომპლექსის დამუშავება, ავტომატიზებული სისტემის აგება და ამავე სისტემის ექსპერიმენტული შემოწმება. ტექნოლოგიური სიახლეების პერიოდში, როდესაც მიმართულება განიცდის სწრაფ განვითარებას, აუცილებელია ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების ურთიერთკავშირის ვიზუალიზაციისა და ანალიზის ავტომატიზებული სისტემის უწყვეტი განახლების პროცესის ხელშეწყობა, რომლის წინაშე აღნიშნული სისტემები დგანან მუდმივად.

ლიტერატურა – References:

1. Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G. (2017). Hybrid Software Technologies and Data Engineering for Management Information Systems. Monograph, ISBN 978-9941-20-790-7. GTU, „Techn.Univ.“, Tbilisi, (in Geo)
2. Shonia Otari, Kartvelishvili Ioseb, Beridze Zebur, Kolbaia Levan. (2016). Revealing of Potentially Dangerous Situations in Normative-legal Documents and Underline the Criteria in them. Transact. of Georgian Technical University. Automated Control Systems - No 2(22), pp. 240-245 (in Geo).

DEVELOPMENT AND EXPERIMENTAL TESTING OF THE SOFTWARE COMPLEX OF THE AUTOMATED SYSTEM OF INTERRELATION OF DOCUMENTS IN THE REFERENCE AND LEGAL SYSTEM

Kartvelishvili Ioseb, Chorkhauri Nino
Georgian Technical University

Summary

In the article is presented the development of a software package for an automated system for visualization and analysis of the relationship of regulatory documents in the reference and legal system, the construction of an automated system and experimental testing. A unified interconnected structure of regulatory and legal documents is a complex object that requires the study of new mathematical and theoretical methods and the creation of automation software.

THE STUDY OF INTERNET DYNAMICS THROUGH ASSESSMENT OF SCALE FEATURE OF A NETWORK ECHO MECHANISM

Irma Davitashvili, Nino Mchedlishvili, Zurab Tsveraidze, Levan Laliashvili

i.davitashvili@gtu.ge, n.chedlishvili@gtu.ge, z.tsveraidze@gtu.ge, laliashvili.levan@gmail.com

Georgian Technical University

Abstract

In this paper we have studied Internet dynamics through the assessment of scaling features of a network echo mechanism or ping. Importance of such analysis is grounded by the well-known fact that network echo mechanism is a facility enabling the monitoring the quality of network functioning. Moreover, investigation of dynamical aspects of internet performance becomes one of the most discussed questions of many recent interdisciplinary researches. In order targeted research goal to be accomplished we needed to have reliable for analysis original data sets i.e. recordings of ping data. For this purpose, we used records of round trip times of ping signals emitted from host computer (46.49.118.196) to a destination host (144.76.152.7) and back. The measurement was performed from 12:59:20 to 15:03:11 (21-10-2017). Thus in our research ping time series have been analyzed. To assess scaling features of network echo mechanism, these data sets have been analyzed using size frequency and long range correlation testing methods. It was shown, that ping time series are characterized by different size frequency relationship in case of smaller and/or larger ping data values. By this, dynamical feature of analyzed internet network looks different from what earlier have been observed in larger networks other countries. Long range correlation analysis showed that ping data sets mostly reveal persistent, long range correlated behavior. At the same time for certain short time periods persistent behavior is changed to the random like behavior, what possible points to harmful external influences or technical problems in the network occurred during ping data recording.

Keywords: Internet network. Echo mechanism., Ping data time series. Dynamics. Acaling.

1. Introduction

Nowadays according to available literature interest to the Internet-related issues is fast growing especially last two decades. It can be listed number of works on different aspects of processes in local and global networks [e.g. 1-6].

In general, it is well known that the Internet is the network where routers navigate data packets between different computer. A facility which monitors performance in this network is named as echo mechanism which often is termed as ping. In this way packets can be sent to a remote node and then have it echoed back [6]. The return time taken for pings between these computers is termed as latency, the dropping of packets from queues at routers during times of congestion is defined as packet loss [6]. Packet loss as well as other problems may be caused by different factors which influence and finally may decrease quality of internet network performance. For such complex system like internet, with complicated cluster and hierarchical structures, spatio-temporal correlation with feedback, self-organization and connection diversity possibility of such influences is quite expectable. This is why for last several years, one of the most interesting aspects of complex internet network researches become an investigation of their scaling features. Often these analyses are connected with internet performance quality testing. Owing to such analyses several kinds of scale-invariant behaviors in the Internet network were reported [1, 6]. Importance of such researches is obvious because variations of scaling features are recognized as essential to understand problems related with the network performance resilient and robustness to random errors, breakdown and attack [5].

In present research we present results of, the first in Georgia, attempt to investigate dynamical features of internet performance assessing scaling characteristics of a network echo mechanism.

2. Methods and Used Material

As far as similar analysis has never been carried out in Georgia we decided to use ping data sets recorded on weekend day contacting the host (www.cesko.ge) which supposedly was actively used by users on election day. Exactly, used in this research data set represent sequence of Round Trip Times of ping signals emitted from host computer (46.49.118.196) to a destination host (144.76.152.7) and back. The measurement was performed from 12:59:20 to 15:03:11 (21-10-2017).

Scaling features of the used data set was analyzed by the event size and the cumulative frequency relationship testing method which is often used to analyze scaling features of different natural and technical processes [7, 8].

To assess scaling and long range correlation features of analyzed data set we have also used Detrended Fluctuation Analysis (DFA). DFA is well known method in which given time series of N samples are first integrated. Integrated time series is divided into boxes of length n . In each box the polynomial local trend is calculated and removed. After N/n mean squared residuals - Detrended Fluctuation Functions ($F(n)$) should be calculated for each box of size n .

$$F(n) = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N [Y(i) - Y_n(i)]^2}$$

As far as $F(n)$ increases with the box size n , in case of fractal or self-similar properties of analyzed data, a power-law behavior $F(n) \sim n^\alpha$ can be revealed. If a power law scaling exists, the $F(n)$ vs. n relationship, in double logarithmic fluctuation plot, will be linear or close to be linear and the scaling exponent α can be estimated. If scaling exponent $\alpha = 0.5$ indicates uncorrelated dynamics [9; 10]. If α is different from 0.5, then the time series is regarded as long range correlated or anticorrelated, with $\alpha > 0.5$ or $\alpha < 0.5$ accordingly [9; 11]. DFA scaling exponent α is considered as an indicator of the nature of the fluctuations giving the information about the long-range power law correlation properties in the analyzed data sets. In order to eliminate trends, we accomplished DFA for different order of the polynomial fitting.

Finally, we constructed the PDFs from histograms of the DFA slopes taking into consideration that serious misunderstandings in the interpretation may occur if the number of bins and their width are not calculated correctly for the histograms [8, 12].

3. Results and discussion

As it was pointed above, we investigated dynamical features of internet performance assessing, scaling characteristics of a network echo mechanism. As we saw from recordings of ping data sets considered process looked as unstationary. Large values of the round-trip times followed by smaller values in these data sets indicated that the network at certain times is in the relatively congested state and vice versa. After norming to standard deviation, we have started from the event size and the cumulative frequency relationship testing. This technique is often used to analyze scaling features of complex time series of different origin [6, 13]. Results of this analysis are presented in Fig. 1(2). From these results we see that opposite to earlier findings for Internet network in Japan, analyzed network in Georgia reveals multiscale character of size frequency relationship. Indeed, Abe and Suzuki reported size frequency relationship equal to -1.55 [13] while in our case we observe stronger slope < -2 . Moreover, analyzed in this research ping time series are characterized by two main slopes for smaller and larger thresholds. As it follows from Fig. 1(2), slope value for larger Round Trip Times is about twice stronger comparing to smaller trip times.

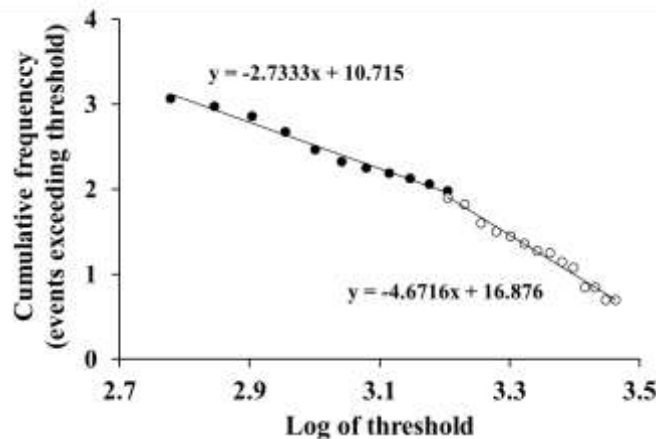


Fig.1. Log-Log plot of ping event size and the cumulative frequency relationship. Ping data time series from the local host computer (46.49.118.196), to the destination host (144.76.152.7).

This looked interesting in the light of further scaling analysis of analyzed ping data time series. As we see in Fig. 2(3), fluctuation curve of ping data sets do not reveal straight changes on larger or smaller scales; network echo mechanism always indicates persistent behavior (DFA slope is about 0.8).

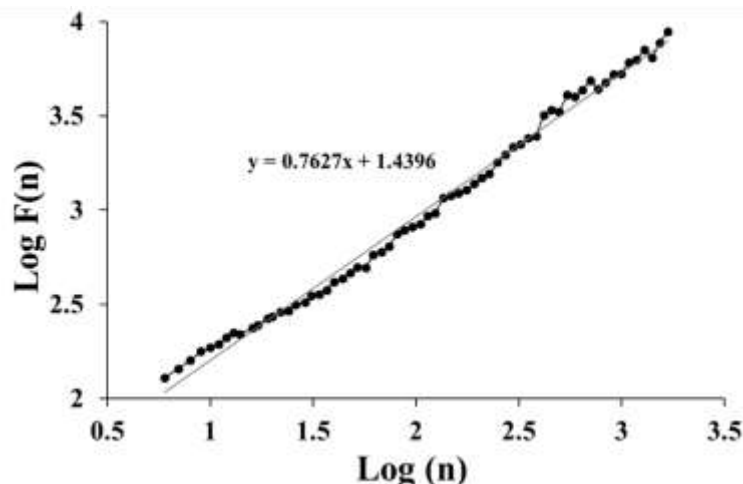


Fig. 2. DFA fluctuation curve for ping data time series from the local host computer (46.49.118.196) to the destination host (144.76.152.7).

Only explanation of two stage relationship in Fig. 1, can be related with changes of long range correlation features occurred on different time scales. It was found that depending on the location of analyzed time windows variability in DFA exponent values of ping time series is strongly different. As it follows from Fig.3, time windows with persistent behavior (DFA exponent close to 0.7 value) prevail. At the same it is worth to mention that actual DFA exponent values ranged from 0.3 to 0.8 i.e. in the range from strong antipersistence to clear persistence. Indeed, the middle of analyzed period network echo mechanism became strongly antipersistent. This lasted for short time and persistent behavior of ping time series was almost completely restored. In any case it deserves to be underlined that according to Fig. 3, where we present PDF of DFA exponents for entire analyzed time period, there are two main maximums, indicating strongly persistent (DFA slope close to 0.7) and random like behaviors (DFA slope close to 0.5). It can be supposed that random-like behavior may be related with harmful influences e.g. hacker attacks to analyzed network performance.

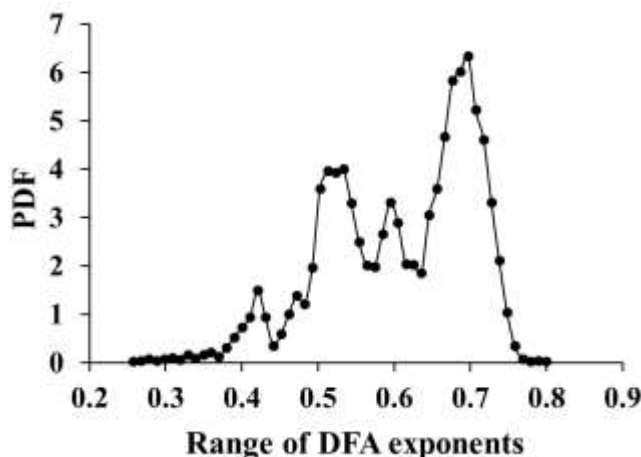


Fig.3. PDF of DFA exponents, $p=2$, calculated for 500 data windows of ping time series from the local host computer (46.49.118.196), to the destination host (144.76.152.7). Here is presented PDF for $p=2$. Similar are results for $p=3$ and $p=4$

4. Conclusion

We investigated dynamics of internet performance based on the assessment of scaling features of a network ping time series of echo mechanism. Size frequency and long range correlation testing methods have been used. According to results of analysis ping time series are characterized by different size frequency relationship for smaller and larger ping values. From this point of view dynamical feature of internet is different from what has been observed in other countries. Long range correlation analysis showed that ping data sets mostly reveal persistent behavior but for time periods this is changed by random like behavior what possible points to harmful influences or technical problems in the network occurred during ping data recording. Obtained results convince that such analysis of network performance need to be continued.

ლიტერატურა – References

1. Barabasi A. Albert R. Emergence of Scaling in Random Networks (1999), *Science* **286**: 509–512.
2. Szabo G. Alava M. J. Kertesz. G. Szabó, M.J. Alava and J. Kertész Clustering in complex networks (2002), *Phys. Rev. E* **66**: 026101/1–026101/8.
3. Percacci R., Vespignani A. (2003). Scale-free behavior of the Internet global performance. *Eur. Phys. J.* **32**: 411–414.
4. Steger J. Vadera P. Vattay G. Propagation of Congestion Waves in the Internet (2006), *Phys. A* **359**: 784–792.
5. Chainais P. Multidimensional infinitely divisible cascades. Application to the modelling of intermittency in turbulence (2006), *Eur. Phys. J. B* **51**: 229–243.
6. Baker R.G.V. Towards a physics of Internet traffic in a geographic network (2012), *Physica A* **391**: 1133–1148.
7. Matcharashvili T., Chelidze T., Janiashvili M. Identification of Complex Processes Based on Analysis of Phase Space Structures, Imaging for Detection and Identification, Byrnes. (2007), *Springer, Dordrecht.*, 207-243.
8. Sornette D., Meyer R.A. (Ed.), *Encyclopedia of Complexity and System Science (2009) Springer, 7009–7024.*
9. Peng C.-K., Buldyrev S. V., Havlin S., Simons M., Stanley H. E and Goldberger A. L. Mosaic organization of DNA nucleotides (1994), *Phys. Rev. E* **49**: 1685–1689.
10. Liu Y., Gopikrishnan P., Cizeau P., Meyer M., Peng C.-K. and Stanley H. E.. The statistical properties of the volatility of price fluctuations (1999). *Phys. Rev. E* **60**: 1390.
11. Peng C.-K., Havlin S., Stanley H. E., Goldberger A. L. Quantification of scaling exponents and crossover phenomena in nonstationary heartbeat time series (1995), *Chaos* **5**: 82–87.
12. Doane D.P. Aesthetic Frequency Classifications (1985). *Amer. Statist.* **30**: 181–183.
13. Abe S., Suzuk N. (2004). Statistical similarities between internetquakes and earthquakes. *Physica D* **193**: 310–314.

ინტერნეტის დინამიკის შესწავლა ქსელის ექომექანიზმის სქეილინგის მახასიათებლების ანალიზის გზით

ირმა დავითაშვილი, ნინო მჭედლიშვილი, ზურაბ წვერაიძე, ლევან ლალიაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

მოცემულ ნაშრომში ინტერნეტის ქსელის დინამიკა შესწავლილ იქნა ექომექანიზმის, პინგების, მონაცემთა მასივის მეშვეობით. კვლევის ჩასატრეხლად საჭირო საიმედო მონაცემების მოპოვება შესაძლებელი გახდა 2017 წლის ადგილობრივი არჩევნების დღეს (21/10/2017), 12:59:20 -დან 15:03:11-მდე დროის პერიოდში. აღნიშნულ მონაცემთა მასივი მოიცავდა ექომექანიზმის მიმოსვლის დროს დამკვირვებლის კომპიუტერსა და ცენტრალური საარჩევნო კომისიის სერვერს შორის. ეს უნიკალური მონაცემთა მასივი საშუალებას იძლევა დავაკვირდეთ მაქსიმალურად დატვირთული ქსელის ქცევას. კვლევის მიზნებისათვის გამოვიყენეთ მონაცემთა მასივების შესაბამისი მეთოდები. ამის შედეგად გავარკვიეთ, რომ შესწავლილი ქსელის დინამიკური თავისებურებები განსხვავდება სხვა ქვეყნებში ჩატარებული დაკვირვების შედეგებისაგან. ქსელის ქცევა ძირითადად პერსისტენტულია, თუმცა დროის გარკვეულ მომენტში ქცევა გახდა შემთხვევითი, რაც შემდეგ კვლავ პერსისტენტული ქცევით შეიცვალა. წინასწარი დასკვნის მიხედვით ამ ცვლილებას შეიძლება იწვევდეს გარე შეტევა, ან ქსელის მუშაობაში მოულოდნელად წარმოქმნილი ხარვეზები.

საგნების ინტერნეტის და ბლოკჩეინის ინტეგრირება

ირინე ხომერიკი

i.khomeriki@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი.

რეზიუმე

მრავალი დადებითი მხარის მიუხედავად, რეალურ სამყაროში IoT არა ერთ სირთულეს აწყდება მისი ცენტრალიზებული სერვერი / კლიენტი მოდელის გამო. ამიტომ, IoT სისტემის დეცენტრალიზებულ კურსზე გადატანა შესაძლოა სწორი გადაწყვეტილება იყოს. ერთ-ერთი პოპულარული დეცენტრალიზებული სისტემა, ბლოკჩეინია, რომელიც შემღებდა IoT-თან დაკავშირებული არა ერთი საკითხის გადჭრას, განსაკუთრებით კი, უსაფრთხოებასთან დაკავშირებულ საკითხებს. ბლოკჩეინს აქვს პოტენციური შეცვალოს მრეწველობის მრავალი დარგი და მათ შორის IoT-იც. დღიდან დაარსებისა, შეზღუდვების დასაძლევად, IoT იყენებს ისეთ გამრღვევ ტექნოლოგიებს, როგორცაა დიდი მონაცემები და ღრუბლოვანი გამოთვლები. სავარაუდოდ, ბლოკჩეინი ერთ-ერთი შემდეგი იქნება. ნაშრომში წარმოდგენილია IoT-ის ბლოკჩეინთან ინტეგრაციის მიმოხილვა, მასთან დაკავშირებული უპირატესობები და გამოწვევები. გაანალიზებულია, თუ როგორ შეიძლება ბლოკჩეინმა გააუმჯობესოს IoT.

საკვადმო სიტყვები: საგნების ინტერნეტი- IoT , ბლოკჩეინი, ინტეგრირება.

1. შესავალი

საგნების ინტერნეტი (IoT) მილიარდობით საგნის ერთდროულად დაკავშირების და კომუნიკაციის შესაძლებლობას იძლევა. ის მომხმარებლებს სხვადასხვა უპირატესობას სთავაზობს, რაც ცვლის მომხმარებლების ტექნოლოგიასთან ურთიერთობის ფორმას. იაფი სენსორებისა და ურთიერთ-დაკავშირებული საგნების ანაკრების გამოყენებით, შესაძლებელია შეგროვდეს ინფორმაცია ჩვენი გარემოდან, რაც საშუალებას მოგვცემს გავაუმჯობესოთ ჩვენი ცხოვრების წესი [1].

2. ძირითადი ნაწილი

საგნების ინტერნეტის კონცეფცია 1999 წელს ჩამოაყალიბა კევინ ემტონმა. საგნების ინტერნეტზე გადასვლა 2008-2009 წლებში მოხდა, როდესაც მსოფლიო ქსელთან დაკავშირებული მოწყობილობების რაოდენობამ გადააჭარბა პლანეტაზე მოსახლეობის რაოდენობას. IoT ჩვენს გარშემო მყოფ საგნებს აერთიანებს კომპიუტერულ ქსელში. ისინი ინფორმაციას ცვლიან ერთმანეთში, მუშაობენ დროის რეალურ რეჟიმში ადამიანების ჩარევის გარეშე. IoT სისტემები შედგება ღრუბლოვანი პლატფორმისა და მასთან მიერთებული ჰიჯიანი მოწყობილობებისგან. ამას ემატება სენსორების მიერ შეგროვებული მონაცემების შენახვის, გადამუშავების და დაცვის სისტემები. [2].

ამჟამინდელი IoT სისტემები აგებულია ცენტრალიზებულ სერვერი / კლიენტი მოდელზე, რაც მოითხოვს ყველა მოწყობილობის დაკავშირებას და ავტორიზაციას სერვერის მეშვეობით. ეს მოდელი სამომავლოდ ვერ მოახერხებს IoT სისტემის ფართოდ გავრცელების უზრუნველყოფას [3]. ამიტომ, IoT სისტემითვის დეცენტრალიზებული გეზის მიცემა შეიძლება სწორი გადაწყვეტილება იყოს. დეცენტრალიზაციის ერთ-ერთი პოპულარული პლატფორმა არის ბლოკჩეინი.

ბლოკჩეინი ჩანაწერების განაწილებული მონაცემთა ბაზაა, რომელიც შეიცავს ყველა განხორციელებულ ტრანზაქციას და ერთობლივად გამოიყენება ქსელის მონაწილე მხარეების მიერ. ამ განაწილებულ მონაცემთა ბაზას ეწოდება განაწილებული რეესტრი. თითოეული ტრანზაქცია ინახება განაწილებულ რეესტრში და უნდა გადამოწმდეს ქსელში მონაწილეთა უმრავლესობის თანხმობით. ბლოკჩეინი შეიცავს ყველა ტრანზაქციას, რომელიც ოდესმე განხორციელებულა [4].

IoT-ს ინტეგრირებას ბლოკჩეინთან ბევრი უპირატესობა ექნება. ბლოკჩეინის დეცენტრალიზებულ მოდელს საშუალება ექნება გაუმკლავდეს მილიარდობით ტრანზაქციას IoT მოწყობილობებს შორის, რაც მნიშვნელოვნად შეამცირებს როგორც მსხვილი ცენტრალიზებული მონაცემთა ცენტრების ინსტალაციას ასევე მხარდაჭერასთან დაკავშირებულ ხარჯებს და გადაანაწილებს გამოთვლებს და შენახვის მოთხოვნებს

მილიარდობით მოწყობილობებს შორის, რომლებიც ქმნიან IoT ქსელს. უფრო მეტიც, ბლოკჩეინის ინტეგრირება IoT- თან საშუალებას მისცემს ერთნაირი შეტყობინების გაცვლის განხორციელებას, ფაილების დისტრიბუციას და ავტონომიურ კოორდინირებას IoT მოწყობილობებს შორის ცენტრალიზებული სერვერ-კლიენტის მოდელის საჭიროების გარეშე [3]. რატომ ხდება IoT სისტემების ინტეგრირება ბლოკჩეინთან და როგორ უნდა მოხდეს მისი განხორციელება? ერთი შეხედვით , შეუსაბამოა IoT სისტემებსა და ბლოკჩეინს შორის შეუთავსებელი ჩანს. ბლოკჩეინის და -IoT ინტეგრირების გამართლება არა ერთი კვლევის მიზანი გახდა [5].

➤ **IoT და ბლოკჩეინის ინტეგრირება**

IoT- ის არნახულმა ზრდამ, საზოგადოებისთვის ახალი შესაძლებლობები შექმნა, როგორცაა ინფორმაციის ხელმისაწვდომობისა და გაზიარების მექანიზმები. ღია მონაცემების პარადიგმა ასეთი ინიციატივების საუკეთესო ნიმუშია. თუმცა, ამ ინიციატივების ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი სუსტი მხარე, როგორც ეს ბევრ სცენარში მოხდა, კონფიდენციალურობის ნაკლებობაა. ცენტრალიზებულმა არქიტექტურამ, მსგავსად ისეთისა, რომელიც გამოიყენება ღრუბლოვანი გამოთვლებში, მნიშვნელოვნად შეუწყო ხელი IoT- ის განვითარებას [6]. ისეთი პერსპექტიული ტექნოლოგიების ინტეგრაცია, როგორცაა IoT და ღრუბლოვანი გამოთვლები , ფასდაუდებელი აღმოჩნდა. ანალოგიურად, შეიძლება იქნას მიჩნეულ ბლოკჩეინის უზარმაზარი პოტენციალი IoT- ის რეეოლუციაში [6].

ბლოკჩეინის გამოყენებას შესაძლებლობა აქვს განავრცოს IoT საიმედო და უსაფრთხო ინფორმაციით. როგორც ნახსენებია [7] -ში , ამის აღიარება დაიწყო და ბლოკჩეინის ტექნოლოგია განისაზღვრა როგორც IoT პარადიგმასთან დაკავშირებული მასშტაბურობის, კონფიდენციალურობის და საიმედოობის პრობლემების გადჭრის გასაღები.

IoT- ის შეუძლია მნიშვნელოვანი სარგებელი მიიღოს ბლოკჩეინის მიერ მოწოდებული ფუნქციონალურობით, რაც ხელს შეუწყობს თანამედროვე IoT ტექნოლოგიების განვითარებას. აღსანიშნავია, რომ ჯერ კიდევ არსებობს უამრავი გამოწვევა და გადაუჭრელი საკითხი, რომელიც მოითხოვს შესწავლას ამ ორი ტექნოლოგიის ერთობლივად გამოყენების მიზნით [6].

➤ **ბლოკჩეინის IoT-სთან ინტეგრირების უპირატესობა**

ბლოკჩეინის ინტეგრირებას IoT- თან მნიშვნელოვანი სარგებლის მოტანა შეუძლია. ამ უპირატესობების შეჯამება შემდეგი სახითაა შესაძლებელი: [6,8,9]

საჯაროობა: ყველა მონაწილეს შესაძლებლობა აქვს დაინახოს ყველა ტრანზაქცია და ყველა ბლოკი, რადგან თითოეულ მონაწილეს აქვს საკუთარი რეესტრი. ტრანზაქციის შინაარსი დაცულია მონაწილის პირადი გასაღებით , და თითოეული მათგანი დაცულია მაშინაც კი, როცა ტრანზაქციების შინაარსი ყველასთვის ხელმისაწვდომია. IoT არის დინამიური სისტემა, რომელშიც ყველა დაკავშირებულ მოწყობილობას შეუძლია ინფორმაციის ერთობლივად გამოყენება და ამავდროულად მომხმარებელთა კონფიდენციალურობის დაცვა.

დეცენტრალიზაცია: მონაწილეთა უმრავლესობამ უნდა გადაამოწმოს ტრანზაქციები, რომ დაადასტუროს და დაამატოს განაწილებულ რეესტრში. არ არსებობს არანაირი სახელისუფლებო ორგანო, რომელსაც შეუძლია დაადასტუროს ტრანზაქციები, ან დაადგინოს მათი მიღების სპეციფიკური წესები. არსებობს ნდობის მაღალი ფაქტორი, ვინაიდან ქსელში მონაწილეთა უმრავლესობამ უნდა მიაღწიოს შეთანხმებას ტრანზაქციების დასამოწმებლად. ამიტომ, ბლოკჩეინი უზრუნველყოფს უსაფრთხო პლატფორმას IoT მოწყობილობებისთვის.

მდგრადობა: თითოეულ კვანძს აქვს რეესტრის საკუთარი ასლი, რომელიც შეიცავს ყველა ტრანზაქციას, რომელიც ოდესმე განხორციელებულა ქსელში. ასე რომ, ბლოკჩეინს უკეთესად შეუძლია გაუძლოს შეტევას. ერთი კვანძის კომპრომირების შემთხვევაშიც კი, ბლოკჩეინი მაინც გააგრძობს ფუნქციონირებას ცალკეული კვანძების მეშვეობით .

უსაფრთხოება: ბლოკჩეინს შესაძლებლობა აქვს უზრუნველყოს უსაფრთხო ქსელი, არასანდო მხარეების შემოტევისაგან დასაცავად, რაც ესაჭიროება IoT-ის მისი მრავალი არაერთგვაროვანი მოწყობილობებით. სხვა სიტყვებით, IoT ქსელის ყველა კვანძებმ უნდა განახორციელოს გამანადგურებელი შეტევა.

სიჩქარე: ბლოკჩეინის ტრანზაქცია ქსელში წუთების განმავლობაში ნაწილდება და მუშავდება დღის ნებისმიერ მონაკვეთში.

უცვლელობა: უცვლელი რეესტრი ბლოკჩეინის ტექნოლოგიის ერთ-ერთი მთავარი უპირატესობაა. ნებისმიერი ცვლილება განაწილებულ რეესტრში, უნდა შემოწმდეს ქსელის კვანძების უმრავლესობის მიერ. შესაბამისად, ტრანზაქციების შეცვლა, ან წაშლა ადვილი არ არის. IoT მონაცემებისთვის შეუცვლელი რეესტრის ქონა გაზრდის უსაფრთხოებას და კონფიდენციალურობას, რაც ამ და ყველა ახალი ტექნოლოგიისთვის მთავარ გამოწვევას წარმოადგენს.

ანონიმურობა: ტრანზაქციებისთვის, მყიდველიც და გამყიდველიც იყენებს ანონიმურ და უნიკალურ მისამართების ნომრებს, რომლებიც მათ იდენტიფიცირებას საიდუმლოდ ინახავენ. ეს თვისება გაკრიტიკებულ იქნა, რადგან იგი ზრდის კრიპტოვალუტების გამოყენებას არალეგალურ ონლაინ ბაზარზე. თუმცა, ეს შეიძლება უპირატესობადაც ჩაითვალოს, თუ იგი სხვა მიზნებისთვის გამოიყენება, მაგალითად, ხმის მიცემის საარჩევნო სისტემებში.

➤ ბლოკჩეინის და IoT ინტეგრირების გამოწვევები

ბლოკჩეინ ტექნოლოგიების ინტეგრირება IoT-თან ტრივიალური არ არის. ამ ნაწილში წარმოდგენილია ბლოკჩეინ ტექნოლოგიების IoT-თვის გამოყენებასთან დაკავშირებული გამოწვევები [6,8,9,10].

მასშტაბირება: ბლოკჩეინი ცუდად მასშტაბირდება, რადგან ქსელში ხდება კვანძების რაოდენობის ზრდა. ეს საკმაოდ სერიოზული საკითხია, რადგან მოსალოდნელია, რომ IoT ქსელები კვანძების დიდ რაოდენობას მოიცავენ.

დამუშავების დრო და სიმძლავრე: ბლოკჩეინ სისტემაში ჩართული ყველა ობიექტის დაშიფრვა მოითხოვს დამუშავების დროს და სიმძლავრეს. IoT სისტემებს გააჩნიათ სხვადასხვა ტიპის მოწყობილობები, სრულიად განსხვავებული გამოთვლითი შესაძლებლობებით და ყველა მათგანი ვერ შესძლებს დაშიფრვის ერთიდაიმავე ალგორითმების წარმართვას მოთხოვნილი სიჩქარით.

შენახვა: ბლოკჩეინის ერთ-ერთი მთავარი უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ იგი აგარიდებთ ტრანზაქციების და მოწყობილობის იდენტიფიკატორების შესანახად ცენტრალური სერვერის გამოყენების აუცილებლობას, მაგრამ რეესტრი თავად კვანძებზე უნდა ინახებოდეს. განაწილებული რეესტრი დროთა განმავლობაში ქსელში კვანძების რაოდენობის ზრდის შედეგად ზომიერად გაიზრდება. IoT-ის მოწყობილობებს კი აქვთ დაბალი გამოთვლითი რესურსი და მონაცემების შენახვის ძალიან დაბალი ტევადობა.

უნარის ნაკლებობა: ბლოკჩეინის ტექნოლოგია ჯერ კიდევ ახალია. ადამიანების გარკვეულ ჯგუფს აქვს საკმაოდ ფართო ცოდნა ბლოკჩეინის შესახებ, განსაკუთრებით საბანკო სექტორში, იმ დროს როცა სხვა სექტორში ამ ცოდნის ნაკლებობა შეიმჩნევა. IoT მოწყობილობები ყველგან არსებობს, ამიტომ ბლოკჩეინის ათვისება IoT-ით რთული იქნება, ბლოკჩეინის შესახებ საზოგადოების ცნობიერების ამაღლების გარეშე.

იურიდიული და ნორმატიული მოთხოვნები: ბლოკჩეინი არის ახალი ტექნოლოგია, რომელსაც შესაძლებლობა ექნება დააკავშიროს მოქალაქეები სხვადასხვა ქვეყნიდან, რაიმე სამართლებრივი ნორმების და ნორმატიული მოთხოვნების გარეშე, რაც სერიოზული საკითხია როგორც მწარმოებლებისთვის, ასევე მომსახურების მიმწოდებლებისთვის. ეს გამოწვევა იქნება მთავარი ბარიერი მრავალ ბიზნესსა და პროგრამაში ბლოკჩეინის გამოსაყენებლად. კანონები, რომლებიც ეხება ინფორმაციის კონფიდენციალურობასა და ინფორმაციის დამუშავებას, კვლავ დიდი გამოწვევაა, რომლის მოგვარებაც IoT-ში ხდება და შესაბამისად, კიდევ უფრო დიდი გამოწვევა იქნება, თუ მათი გამოიყენება მოხდება ბლოკჩეინთან კომბინაციაში. მოსალოდნელია, რომ სამართლებრივი რეგულაციები გავლენას

მოახდენს ბლოკჩეინისა და IoT- ის მომავალზე და ამან შეიძლება ხელი შეუშალოს ბლოკჩეინის დეცენტრალიზებულ და თავისუფალ ბუნებას, კონტროლირებადი, ცენტრალიზებული მონაწილის შემოღებით, მაგალითად ქვეყანის სახით.

აღსანიშნავის, რომ საქართველოში მცირე გამოწვევების გარდა, ბლოკჩეინ ტექნოლოგიებზე დაფუძნებული პროდუქტების მარეგულირებელი კანონმდებლობა არ არსებობს. ამ ტექნოლოგიების რეგულირების პრობლემები და პერსპექტივები საქართველოსთვის დიდი გამოწვევაა [11].

სახელის დარქმევა და აღმოჩენა: ბლოკჩეინის ტექნოლოგია არ არის შემუშავებული IoT- სთვის, რაც იმას ნიშნავს, რომ კვანძები ქსელში ერთმანეთის საპოვნელად არ არის გამოიზნული. მაგალითად შეიძლება გამოყენებულ იქნას ბიტკოინის აპლიკაცია, რომელშიც რომელიღაცა "გამგზავნის" IP მისამართი ჩაშენებულია ბიტკოინის კლიენტში და გამოიყენება კვანძების მიერ ქსელის ტოპოლოგიის შესაქმნელად. ეს მიდგომა არ იმუშავებს IoT- სთვის,

რადგან IoT მოწყობილობები განუწყვეტლივ იმოდრავებენ, რაც გამოიწვევს ტოპოლოგიის მუდმივად შეცვლას.

3. დასკვნა

IoT- ის ამჟამინდელ არქიტექტურაში, რომელიც ემყარება სერვერი / კლიენტი მოდელს, მრავალ საკითს ვაწყდებით, რომლებიც გადაჭრას მოითხოვენ, განსაკუთრებით, მასშტაბურობა და უსაფრთხოება. IoT პრობლემების გადასაჭრელად ერთ-ერთი გამოსავალია ბლოკჩეინი. ბლოკჩეინი უზრუნველყოფს განაწილებულ ერთრანგიან კომუნიკაციის ქსელს, სადაც არასანდო კვანძებს შეუძლიათ ურთიერთქმედება სანდო შუამავლის გარეშე, გადამოწმებადი გზით. ბლოკჩეინის ინტეგრირებამ IoT- სთან მრავალი დადებითი მხარე შეიძლება გამოავლინოს, რაც აუმჯობესებს IoT-თან დაკავშირებულ ბევრ საკითხს, მაგრამ ამავდროულად, შემოაქვს ახალი გამოწვევები, რომელთა მოგვარებაც აუცილებელია .

ბლოკჩეინის გამოყენების სარგებელი IoT- თვის სიფრთხილით უნდა იყოს

განაწილებული და მიღებული. ნაშრომში მოცემულია ძირითადი უპირატესობების და გამოწვევების ანალიზი, ბლოკჩეინისა და IoT წარმატებული ფუნქციონირების შესაძლებლობის შემთხვევაში.

ლიტერატურა – References:

1. Atlam H.F., Alenezi A., Walters R.J., Wills G.B. (2017). An Overview of Risk Estimation Techniques in Risk- based Access Control for the Internet of Things, in Proceedings of the 2nd International Conference on Internet of Things, Big Data and Security (IoTBDS 2017), pp. 254–260.
2. Khomeriki I., Kamkamidze E. (2018). The development Trend of Internet of Things. Georgian Technical University, Transactions Automated Control Systems #2(26), pp. 178-183. Dedicated to the 15th anniversary of the UNESCO Chair "Information Society" of GTU. Tbilisi, 2018. (in Geo).
3. Karafiloski E. (2017). Blockchain Solutions for Big Data Challenges A Literature Review, in IEEE EUROCON 2017 -17th International Conference on Smart Technologies, July, pp. 6–8.
4. Stanciu A. (2017). Blockchain based distributed control system for Edge Computing, in 21st International Conference on Control Systems and Computer Science Blockchain, pp. 667–671.
5. Nguyen K., Babar A., Boan J. (2021). Integrating blockchain and Internet of Things systems: A systematic review on objectives and designs. Journal of Network and Computer Applications. Volume 173, 1 January
6. Reyna A, Martin C., Chen J., Soler E., Diaz M. (2018). On blockchain and its integration with IoT. Challenges and opportunities. Future Generation Computer Systems 88, pp. 173–190.
7. Malviya H. (2016). How Blockchain will Defend IOT, Available online: <https://ssrn.com/abstract=2883711>. (Accessed 2 April 2021).
8. Altman H., Alenzi A., Alassafi M., Wills B. (2018). Blockchain with Internet of Things: Benefits, Challenges, and Future Directions. I.J. Intelligent Systems and Applications, pp.40-48.
9. Alam T. (2019). Blockchain and its Role in the Internet of Things (IoT) . International Journal of Scientific Research in Computer Science, Engineering and Information Technology, Vol 5(1), pp. 151-157.
10. Viriyasitava W., Anuphaptrirong T., Hoonsopon D. (2019). When blockchain meets Internet of Things: Characteristics, challenges, and business opportunities. Journal of Industrial Information Integration. 15, pp. 21–28 .
11. Gabisonia Z. (2019). The essence and problems of legal regulation of blockchain technologies, Georgian-German Journal of Comparative Law. Publishing House of the Institute of State and Law. 3, pp.5-9(in Geo).

INTEGRATION OF THE INTERNET OF THINGS AND BLOCKCHAIN

Irine Khomeriki

i.khomeriki@gtu.ge

Georgian Technical University

Summary

Despite its many advantages in the real world IoT faces a number of challenges due to its centralized server / client model. Therefore, moving the IoT system into the decentralized path may be the right decision. One of the popular decentralization systems is blockchain, which could solve many IoT issues, especially security. Blockchain has the potential to change many industries, the IoT among them. Breakthrough technologies such as big data and cloud computing have been leveraged by IoT to overcome its limitations since its inception. Blockchain is likely to be one of the next. The paper provides an overview of IoT integration with blockchain, its benefits and challenges. Analyzes how blockchain could improve IoT.

ინტეგრირებული გადაწყვეტილების დაპროექტება Azure SQL და Power Platform-ის საშუალებით

ნინო თოფურია, გია სურგულაძე, მაკა ცერცვაძე

nino.topuria@gtu.ge, g.surguladze@gtu.ge, maka@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

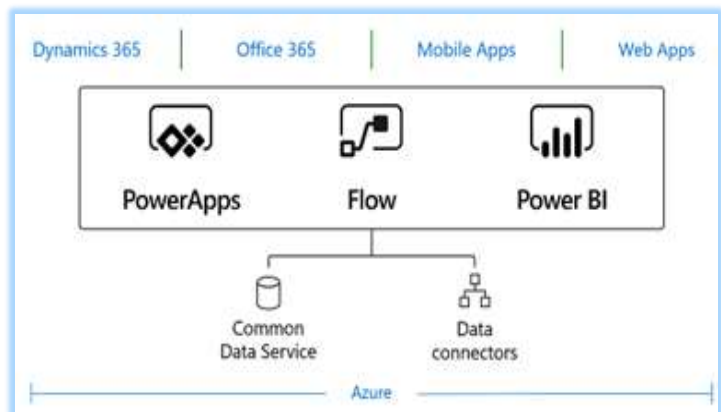
განხილულია Azure SQL-ისა და Power Platform-ის საშუალებით ინტეგრირებული გადაწყვეტილების დაპროექტების ეტაპები. Power Platform-ის შემადგენელი აპლიკაციები, როგორებიცაა Power BI, Power Apps და Power Automate საშუალებას გვაძლევს Azure SQL-ის მონაცემთა ბაზის ცხრილში მონაცემების შესატანად გამოვიყენოთ მობილური აპლიკაცია, მოვახდინოთ სხვადასხვა სახის მოვლენების მონიტორინგი, შევქმათ ინტერაქტიული ანგარიშები და გავაზიაროთ ვებ-სივრცეში.

საკვანძო სიტყვები: Azure SQL. Power Platform. ინტეგრირებული გადაწყვეტილება. მოვლენების მონიტორინგი. ინტერაქტიული ანგარიშები.

1. შესავალი

Azure SQL არის მონაცემთა ბაზა, როგორც სერვისი (DBaaS), საიმედო და მასშტაბირებადი. მას აქვს ბევრი უპირატესობა [1], კერძოდ, მომხმარებელი არ ზრუნავს ინფრასტრუქტურაზე, ადმინისტრირებაზე, განახლებებზე. მარტივია რესურსების გადანაწილება სხვადასხვა პროექტს შორის.

Power Platform არის Microsoft-ის სამი პროდუქტის კოლექტიური ტერმინი: Power BI, PowerApps და Power Automate (ადრე ცნობილი იყო როგორც Flow) (ნახ.1). მათი საშუალებით შესაძლებელია მონაცემების მანიპულირება, სამუშაო პროცესების ავტომატიზაცია, სხვადასხვა აპლიკაციების დაკავშირება და სხვ. Power Platform ფუნქციონირებს მონაცემთა საერთო სერვისის (Common Data Services CDS) საშუალებით. იგი მონაცემთა პლატფორმაა, რომელიც უზრუნველყოფს ერთიან უნიფიცირებულ მონაცემთა სქემას, რათა აპლიკაციებმა და სერვისებმა შეძლოს ერთმანეთთან ურთიერთქმედება.



ნახ.1. Power Platform-ის არქიტექტურა

2. ძირითადი ნაწილი

განვიხილოთ, Azure SQL-ისა და Power Platform-ის ერთობლივი მუშაობის მაგალითი. სამუშაოს შესასრულებლად საჭიროა შემდეგი ეტაპების გავლა:

- შევქმნათ მონაცემთა ბაზა მაიკროსოფტის დრუბლოვანი სერვისების პლატფორმაზე (Microsoft Azure);
- მოვახდინოთ Azure SQL-ის მონაცემთა ბაზის ცხრილში ჩანაწერის ჩაწერა Power App-ის მობილური აპლიკაციის საშუალებით;
- მოვახდინოთ მოვლენების მონიტორინგი Power Automate-ის საშუალებით;
- შევქმნათ ინტერაქტიული რეპორტები Power BI-ს საშუალებით.

➤ მონაცემთა ბაზის შექმნა

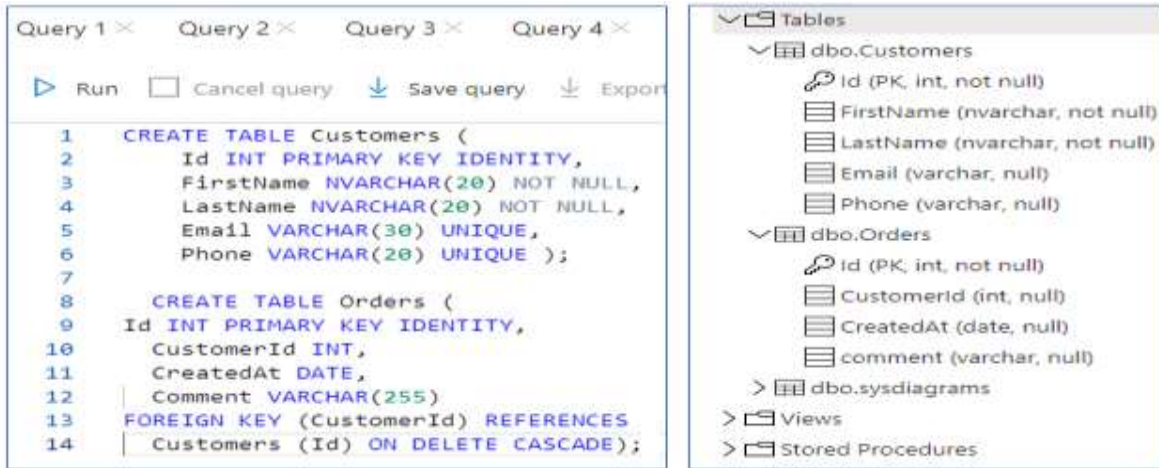
Azure პორტალზე, portal.azure.com, ავირჩიოთ ბრძანება SQL Database→Create, შევავსოთ დიალოგური ფანჯარა (ნახ.2).

ნახ.1. მონაცემთა ბაზის შექმნა Azure SQL-ში

მაგალითისთვის, შევქმნათ ცხრილები Customers და Orders (ნახ.3).

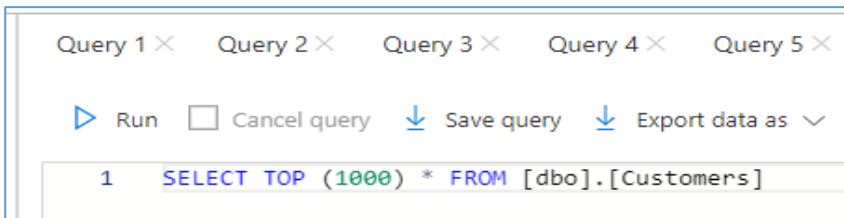
➤ შევავსოთ ჩანაწერებით:

```
insert into [dbo].[Customers] values (N'მაკა', N'დანელია', 'daneliae@gmail.com', 595298391)
insert into [dbo].[Customers] values (N'გიორგი', N'გიორგაძე', 'giorgadze@gmail.com', 595298392)
insert into [dbo].[Customers] values (N'გია', N'ბენიძე', 'benidze@gmail.com', 595298393)
insert into [dbo].[Customers] values (N'დავით', N'ასათიანი', 'asatiani@gmail.com', 595298394)
insert into [dbo].[Customers] values (N'ზაზა', N'კიკვაძე', 'kikvadze@gmail.com', 595298395)
insert into [dbo].[Customers] values (N'ლუკა', N'ამაშუკელი', 'amashukeli@gmail.com', 595298396)
```



ნახ. 2. ცხრილების დაპროექტება Azure SQL-ში

შევამოწმოთ როგორ შეივსო ჩანაწერებით ჩვენი ბაზა (ნახ.4).



Id	FirstName	LastName	Email	Phone
8	ნინო	ბაქრაძე	ninobaqradze@gmail.com	234325322
9	ნინო	აბესაძე	ninoabesadze@gmail.com	244325322
17	მაცა	დანელია	daneliae@gmail.com	595298391
18	გიორგი	გიორგაძე	giorgadze@gmail.com	595298392
19	ბია	ბენიძე	benidze@gmail.com	595298393
20	დავით	ასათიანი	asatiani@gmail.com	595298394
21	ზაზა	კიკვაძე	kikvadze@gmail.com	595298395
22	ლუკა	ამაშუკელი	amashukeli@gmail.com	595298396

Query succeeded | 0s

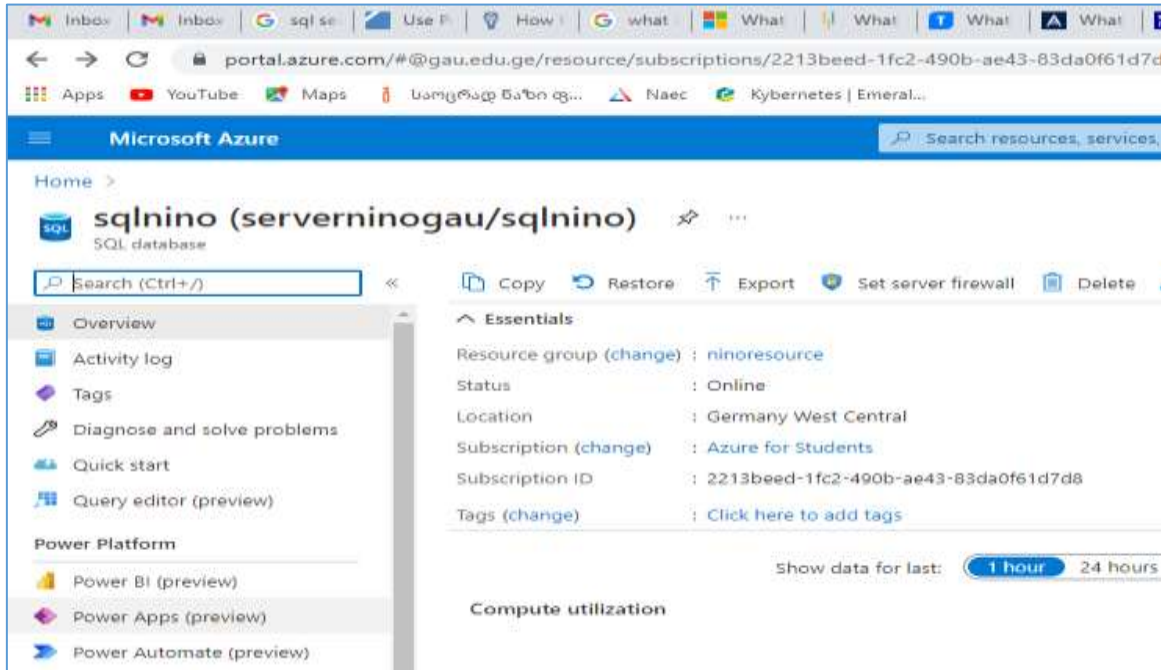
ნახ.3. Customers-ცხრილის შევსება ჩანაწერებით

ნახაზიდან ჩანს, რომ ჩანაწერებით შევსების პროცესი წარმატებით შესრულდა.

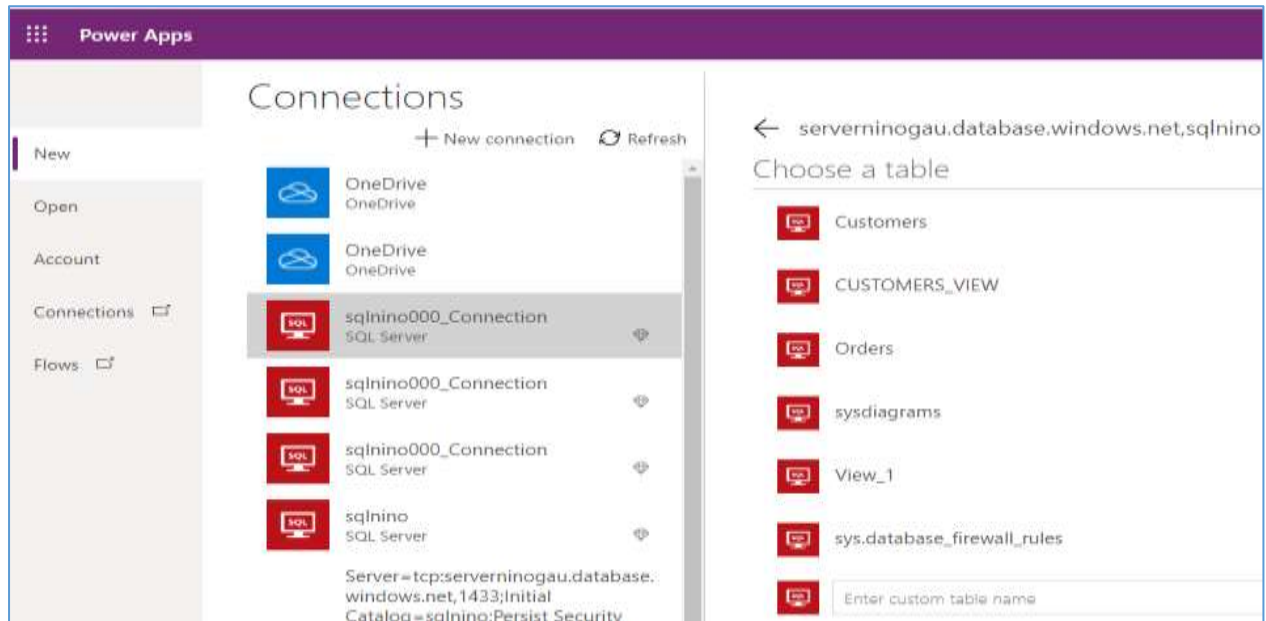
3. მობილური აპლიკაციის შექმნა

შევქნათ მობილური აპლიკაცია, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნება ჩანაწერის ჩამატება Azure Sql-ში დაპროექტებულ მონაცემთა ბაზის ერთ-ერთ ცხრილში (მაგალითად, Customers). აღნიშნული დავალების შესრულება შესაძლებელია Power Platform-ის ერთ-ერთი შემადგენელი აპლიკაციით Power App, რომელიც შედის Office 365-ის შემადგენლობაში და ასევე ჩამოთვლილია Azure Sql-ში (ნახ.5).

Power Apps-ის დიალოგურ ფანჯარაში ავირჩიოთ See your apps ღილაკი. შემდეგ – ბრძანება pps → New app → Canvas და შევარჩიოთ SQL Server Phone layout შაბლონი. Power Apps Connections ფანჯარაში კი ავირჩიოთ Customers ცხრილი (ნახ.6).



ნახ.4. Power App-სერვისის გააქტიურება



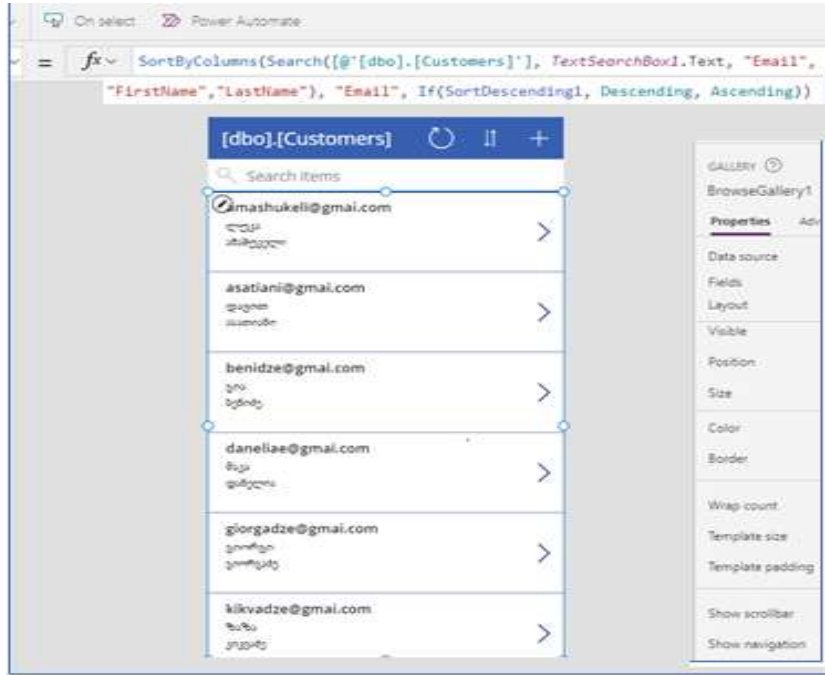
ნახ.5. Power Apps -სა და Azure SQL-ს შორის კავშირის შექმნა

ვნახოთ როგორი იქნება ჩვენი მობილური აპლიკაცია წინასწარი დათვალიერების რეჟიმში (ნახ.7).

აქვე შეგვიძლია შევიტანოთ გარკვეული ცვლილებები, შევცვალოთ ფონი, ასოების ფერი, დავადოთ ხმა და ა.შ. სატესტოდ შევიტანოთ ინფორმაცია ნიკოლოზ მელაძის შესახებ (ნახ.8).

შევამოწმოთ, იმუშავა თუ არა მობილურმა აპლიკაციამ. კვლავ გავააქტიუროთ Azure SQL. ნახაზზე ჩანაწერი (ID=29) ჩამატებულია (ნახ.9).

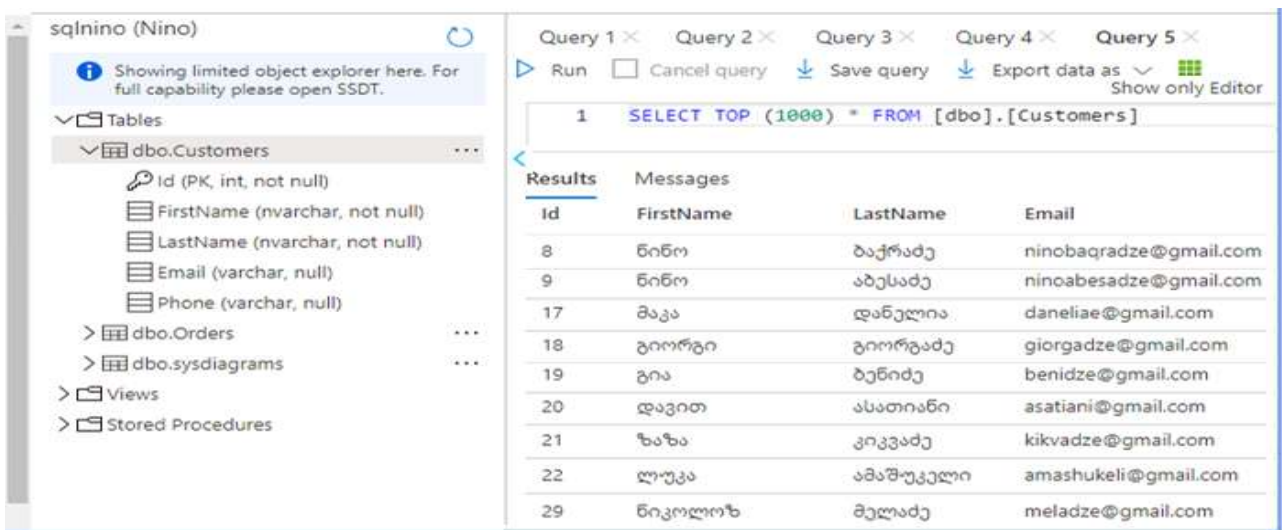
მობილური აპლიკაცია წარმატებით მუშაობს (ნახ.10). დავიმახსოვროთ იგი, Save ბრძანებით.



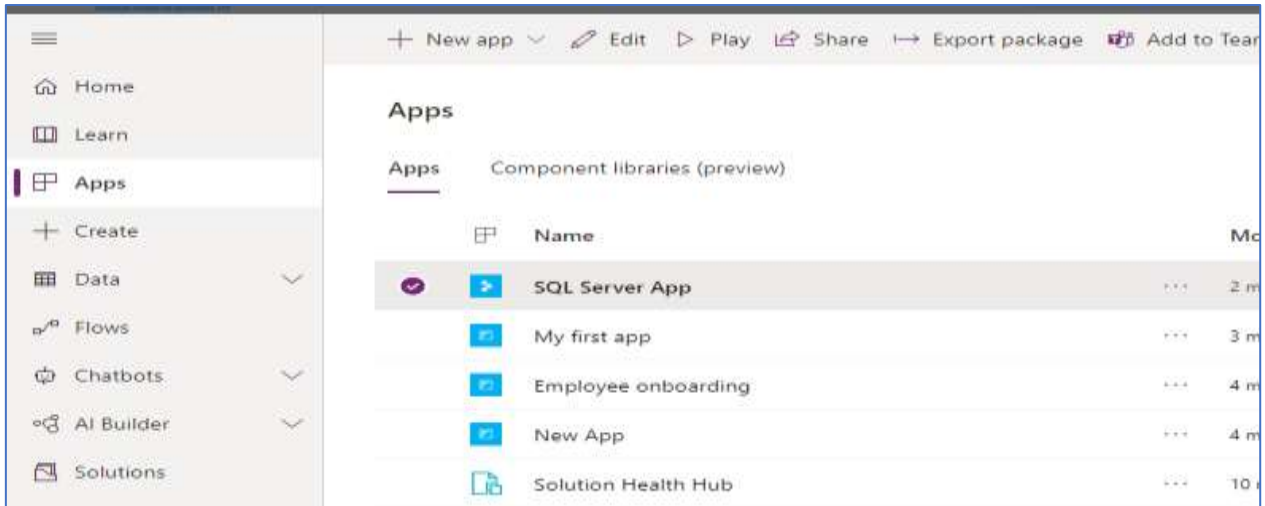
ნახ.6. მობილური აპლიკაცია წინასწარი დათვალიერების რეჟიმში



ნახ.7 მობილური აპლიკაციის მუშაობის შემოწმების პროცესი



ნახ.8. ცხრილში ბოლოს ჩამატებული ჩანაწერის ასახვა



ნახ. 9 . SQL Server App - მზა მობილური აპლიკაცია

SQL Server App მზადაა გამოსაყენებლად და შეგვიძლია ჩამოვტვირთოთ სასურველი ვერსია [3].

4. დასკვნა

ამგვარად, გადმოცემულია Azure SQL-ისა და Power Platform-ის საშუალებით ინტეგრირებული გადაწყვეტილების დაპროექტების ეტაპები. Power Platform-ის შემადგენელი აპლიკაციები, როგორებიცაა Power BI, PowerApps და Power Automate საშუალებას გვაძლევს მონაცემთა ბაზის ცხრილში მონაცემების შესატანად გამოვიყენოთ მობილური აპლიკაცია, მოვახდინოთ მოვლენათა კონტროლი და სამუშაო პროცესების ავტომატიზაცია, შევქმათ ინტერაქტიული ანგარიშები და გავაზიაროთ ვებ-სივრცეში. აღნიშნული კონცეფცია შეიძლება გამოყენებული იყოს ნებისმიერ სფეროში (სხადასხვა სფეროს ბიზნეს ორგანიზაციებში: სწავლებაში, სოფლის-მეურნეობაში, ჯანდაცვაში და სხვ.).

ლიტერატურა – References :

1. Surguladze G., Gulua D., Kakheli B. (2019). DEVELOPMENT OF SOFTWARE APPLICATIONS USING VIRTUALIZATION. Monograph, ISBN 978-9941-8-0627-8. GTU. „IT-Consulting Scientific Center”
2. Topuria N. (2017). Business Process Automation Based on Sharepoint Server, Monograph, ISBN 978-9941-20-912-3. GTU, Tbilisi, , (in Georgian)
3. Chogovadze G., Surguladze G., Topuria N., Kharitonashvili M. (2021). Information Society and Interdisciplinary Teaching Based on Digital Technologies. Monograph, ISBN 978-9941-8-3338-0. GTU. „IT-Consulting Scientific Center”, Tbilisi (in Georgian)

INTEGRATED SOLUTION DESIGN USING AZURE SQL AND POWER PLATFORM

Nino Topuria, Gia Surguladze, Maka Tsertsvadze
 nino.topuria@gtu.ge, g.surguladze@gtu.ge, maka@gtu.ge
 Georgian Technical University

Summary

The Article describes the stages of designing an integrated solution using Azure SQL and Power Platform. The Power Platform applications such as Power BI, PowerApps, and Power Automate allow us to enter data into a Database table using mobile applications, to control events and to automate workflows, allowing to create interactive reports, and share them on the web. This concept can be used in any field (In business organizations of various fields, in education, in agriculture, in healthcare, etc.).

საქართველოს უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულების ინტეგრირებული ინფორმაციული ინფრასტრუქტურა

დავით გულუა¹, ისმაილ ილდიზ², გია სურგულაძე³
davit.gulua@btu.edu.ge, isnemeyi@hotmail.com, gsurg@gmx.de,
1-ბიზნესის და ტექნოლოგიების უნივერსიტეტი,
2-თურქეთის განათლების სამინისტრო (ანკარა),
3-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია უმაღლესი სასწავლო დაწესებულების (უსდ) ინფორმაციული სისტემების აგების თავისებურებები. დამუშავებულია აღნიშნული ტიპის სისტემების შექმნის მრავალდონიანი მოდელი, რომელიც მოიცავს ძირითად, შიდა და გარე ინფორმაციულ პროცესებს. ხაზგასმულია უსდ-ს ინფორმაციული სერვისების სხვა უსდ-ების და სახელმწიფო საგანმანათლებლო ორგანიზაციების სერვისებთან მჭიდრო კავშირების დიდი მნიშვნელობა. შესრულებულია უსდ-ს სპეციფიკური ინფორმაციული სისტემების, ასევე პროცესთა შორის საკომუნიკაციო ინფორმაციული სერვისების სტრუქტურული ანალიზი

საკვანძო სიტყვები: პროცესი, ინფორმაცია, აპლიკაცია, აპლიკაციათა ინტეგრაცია, აპარატულ-პროგრამული ინფრასტრუქტურა, კომპიუტერული ქსელი.

1. შესავალი

საქართველოს უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულების (შემდგომში: უსდ) ინფორმაციული პროცესების ავტომატიზაცია კომპლექსური ამოცანაა. უსდ-ს ელექტრონული ინფორმაციული ინფრასტრუქტურის შექმნა გულისხმობს ისეთი სისტემის აგებას, რომელიც მაქსიმალურად დააკმაყოფილებს, პირველ რიგში, სტუდენტების, ასევე აკადემიური და ადმინისტრაციული პერსონალის და სხვა ავტორიზებული მომხმარებლების ინფორმაციულ მოთხოვნებს, უზრუნველყოფს წვდომის უწყვეტობას და ეფექტურობას უსდ-ს ინფორმაციულ სერვისებთან, ასევე ინფორმაციის უსაფრთხო შენახვას, დამუშავებას და გადაცემას.

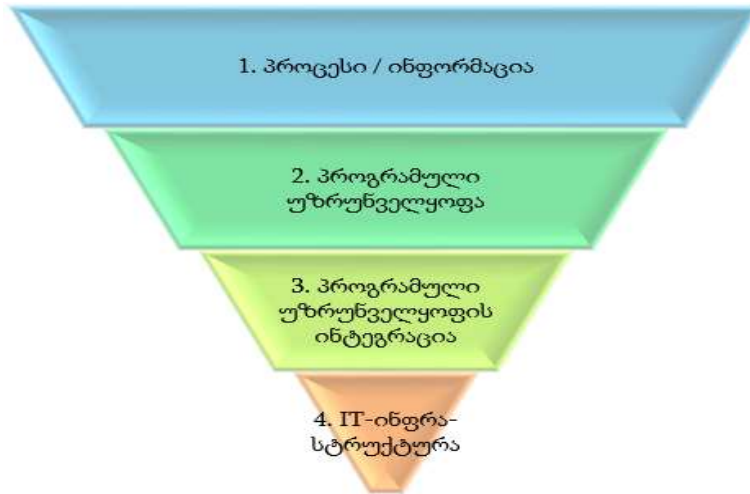
წარმოდგენილი ნაშრომის ფარგლებში შემოთავაზებულია საქართველოს საგანმანათლებლო სივრცეში უსდ-ს ელექტრონული ინფორმაციული ინფრასტრუქტურის მრავალდონიანი მოდელი და აღნიშნული მოდელის პრაქტიკული იმპლემენტაციის მეთოდები. ცალკე ყურადღება ეთმობა ინფორმაციულ სერვისებთან და ინფრასტრუქტურის კომპონენტებთან წვდომის შეფერხების შესაძლო სცენარებს და მათი აღმოფხვრის მექანიზმებს.

2. უსდ-ს ინფორმაციული ინფრასტრუქტურის ოთხდონიანი სქემა და ინფორმაციული პროცესები

უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებების საქმიანობის მთავარი მიზანია საგანმანათლებლო ბიზნეს-პროცესების ეფექტური და საიმედო განხორციელების უზრუნველყოფა ისე, რომ ნებისმიერი შეფერხება პროცესებში არ გასცდეს უსდ-ს ბიზნეს-პროცესების უწყვეტობის გეგმაში (Business Continuity Plan) მითითებული ზღვრული სიდიდეების ფარგლებს.

ნებისმიერი უსდ-ს ინფორმაციული ინფრასტრუქტურა საკმაო სირთულით გამოირჩევა და უამრავი სერვისისა და ამ სერვისების მომსახურე აპარატულ-პროგრამული კომპონენტებისგან შედგება [1]. შიდაორგანიზაციული და გარე ინფორმაციული პროცესების წარმართვა მოითხოვს როგორც მაღალი დონის პროგრამული უზრუნველყოფის (აპლიკაციები), ასევე ეფექტური და საიმედო კომპიუტერული ქსელის, სერვერული და მონაცემთა საცავების და უსაფრთხოების მოწყობილობათა გამოყენებას.

უსდ-ს ინფორმაციული ინფრასტრუქტურის მოდელი ოთხ ურთიერთდაკავშირებულ დონეზე აიგება (ნახ.1).



ნახ.1. უსდ-ს ინფორმაციული ინფრასტრუქტურის ზოგადი მოდელი

წარმოდგენილი მოდელის სხვადასხვა დონეები ერთმანეთს შემდეგნაირად შეიძლება დაუკავშიროთ:

- პროცესები ემყარებიან, ამუშავებენ და ინახავენ ინფორმაციას შესაბამისი ოპერაციული პროგრამული უზრუნველყოფის მეშვეობით (დონე 1 <-> დონე 2)
- პროგრამული უზრუნველყოფის ცალკეული ერთეულების ინტეგრაცია აუცილებელია ერთიანი, სწრაფი და საიმედო პროგრამული გარემოს შესაქმნელად, აგრეთვე გარე სისტემებთან ინფორმაციის ავტომატიზებულ რეჟიმში გაცვლისთვის (დონე 2 <-> დონე 3)
- პროგრამებთან და მონაცემებთან უწყვეტი და ეფექტური წვდომისთვის აუცილებელია მათთვის საიმედო პროგრამულ-აპარატული ინფრასტრუქტურის (IT-სისტემის) ჩამოყალიბება (დონე 2,3 <-> დონე 4).

შევასრულოთ ჩამოთვლილი კომპონენტების და მათი კავშირების დეტალური აღწერა. უსდ-ში მიმდინარე ინფორმაციული პროცესები სამ ურთიერთდაკავშირებულ ჯგუფად იყოფა და ამ თვალსაზრისით არ გამოირჩევა სხვა ტიპის ინტეგრირებული ინფორმაციული სისტემებისგან (ნახ.2).



უსდ-ს მთავარი პროცესი მოიცავს სასწავლო პროცესის მომსახურების ძირითად ფუნქციონალს. პროცესის მონაწილეებია უსდ-ს აკადემიური და ადმინისტრაციული სტრუქტურული ერთეულები, რომლებიც ინფორმაციის სინქრონულ ურთიერთგაცვლას აწარმოებენ.

უსდ-ს მთავარი ინფორმაციული პროცესი შემდეგი ძირითადი ქვეპროცესებისგან (სერვისებისგან) შედგება:

- სასწავლო პროცესის ორგანიზება და მართვა
- სასწავლო აქტივობათა ორგანიზება და მართვა

- კვლევითი პროცესების ორგანიზება და მართვა
- საბიბლიოთეკო სერვისი
- დოკუმენტების მართვის სერვისი
- კოლაბორაციის და კომუნიკაციის სერვისი

გარე ინფორმაციული პროცესების საშუალებით უსდ ახორციელებს სერვისულ კავშირებს პარტნიორ დაწესებულებებთან. ზოგიერთი გარე ინფორმაციული პროცესის გარეშე უსდ-ს ფუნქციონირება შეუძლებელია. ეს პროცესებია:

- ერთიანი ეროვნული გამოცდების საფუძველზე უსდ-ში ჩარიცხული სტუდენტთა კონტინგენტის მართვის სერვისი
- ერთიანი ეროვნული გამოცდების საფუძველზე სახელმწიფო გრანტით დაფინანსებულ სტუდენტთა მართვის სერვისი
- სტუდენტთა მობილობის სერვისი

სხვა გარე ინფორმაციული სერვისები არა გადამწყვეტ, მაგრამ მნიშვნელოვან როლს ასრულებენ უსდ-ში სასწავლო-კვლევითი პროცესების მაღალ დონეზე წარმართვისთვის. ეს სერვისებია:

- სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების მართვის სერვისები საქართველოში და საზღვარგარეთ
- ელექტრონული სამეცნიერო ონლაინ-ბაზების მართვის სერვისები

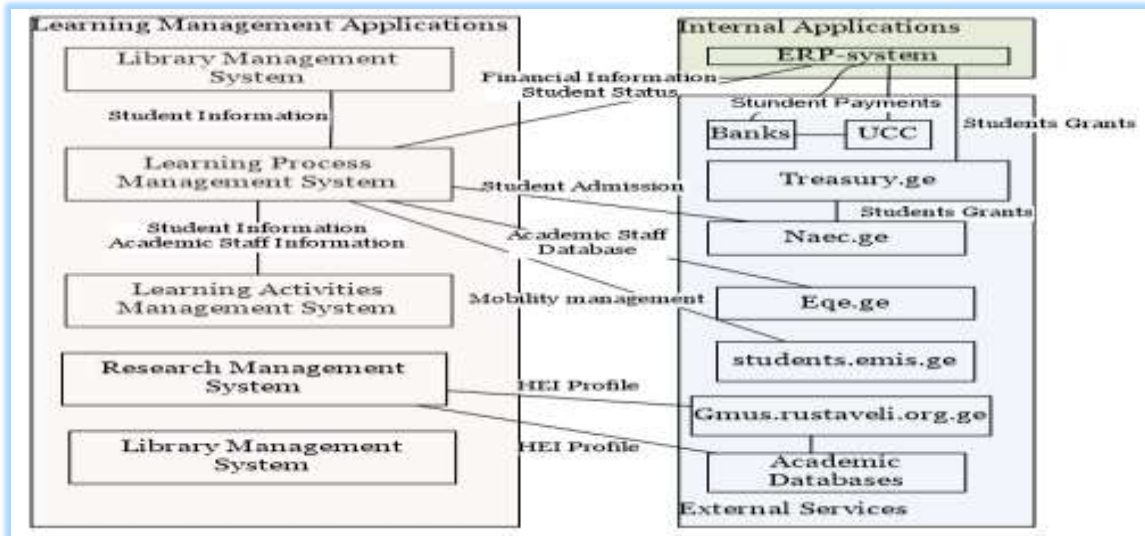
შიდაორგანიზაციული პროცესების კავშირი უსდ-ს ძირითად ინფორმაციულ პროცესთან, პირველ რიგში, საფინანსო მიმართულებით ხორციელდება. საქართველოში უმაღლესი განათლების დაფინანსების საკმაოდ რთული სქემა მოქმედებს. ერთი მხრივ, ერთიანი ეროვნული გამოცდების შედეგებზე დაყრდნობით, წარჩინებული სტუდენტებისთვის სახელმწიფო ახორციელებს სწავლის 30, 50, 70 და 100%-პროცენტთან დაფინანსების სქემებს და ხშირად თავად უსდ ქმნის სტიპენდიების სისტემას. მეორე მხრივ, სწავლის საფასურის გადახდის წესი, ქვეყანაში არსებული ეკონომიკური სიტუაციიდან გამომდინარე, საკმაოდ მოქნილია და სემესტრის განმავლობაში თანხების ეტაპობრივ გადახდას გულისხმობს. ნათქვამიდან გამომდინარე, ორგანიზაციის შიდა საფინანსო სისტემასა და სასწავლო პროცესის მართვის მთავარ სისტემას შორის მონაცემთა ინტენსიური გაცვლა ხორციელდება.

3. უსდ-ს პროგრამული უზრუნველყოფა და პროგრამების ინტეგრაცია

უსდ-ს ყოველი ინფორმაციული პროცესის განხორციელებას შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა სჭირდება. ამასთან, ზოგიერთი პროცესის იმპლემენტაცია ერთზე მეტი პროგრამის მომსახურებას საჭიროებს და პირიქით - ზოგიერთი პროგრამა ერთზე მეტ ინფორმაციულ პროცესს ემსახურება [3]. ძირითადი, გარე და შიდა ინფორმაციული სერვისების (აპლიკაციები) ინტეგრაციის სქემა მოცემულია მე-3 ნახაზზე.

უსდ-ს მთავარი ინფორმაციული სისტემების მთავარ კომპონენტებს წარმოადგენენ:

- უსდ-ს *სასწავლო პროცესის მართვის სისტემა*, რომელიც ამავე სახელის მქონე ინფორმაციულ პროცესს ემსახურება. საქართველოს უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებების უმრავლესობა სასწავლო პროცესის მართვისთვის საკუთარ პროგრამულ უზრუნველყოფას (In-House Applications) იყენებს;



ნახ.3. უსდ-ს ინფორმაციული სერვისების ინტეგრაციის სქემა

- სასწავლო აქტივობათა მართვის სისტემები (LMS – Learning Management System) მჭიდრო კავშირშია სასწავლო პროცესის მართვის სისტემასთან და მისგან ავტომატურ რეჟიმში ღებულობს ისეთ ინფორმაციას, როგორცაა აქტიურ სტუდენტთა და ლექტორთა სია, მათი განაწილება საგნებსა და ჯგუფებზე და ასე შემდეგ. LMS-სისტემებიდან საქართველოს უმაღლესი განათლების სივრცეში ყველაზე პოპულარულია Moodle. გარკვეული პოპულარობით სარგებლობს ასევე სისტემა ILIAS.

- საბიბლიოთეკო სისტემები, რომელთა სამართვად საქართველოს უსდ-ები ძირითადად „ღია კოდის“ საფუძველზე შექმნილ ელექტრონულ საბიბლიოთეკო სისტემებს (Evergreen, KOHA, OpenBiblio და სხვა) იყენებენ.

გარე ინფორმაციულ სისტემებთან სერვისული კავშირების საშუალებით საშუალებით უსდ სახელმწიფო და კერძო დაწესებულებებთან, აკადემიურ და საბანკო-საფინანსო სერვისების მომწოდებელ ორგანიზაციებთან (სერვის-პარტნიორები) სხვადასხვა ტიპის საინფორმაციო კომუნიკაციას ახორციელებს. გარე სერვისები ორ მთავარ ჯგუფად იყოფა:

- სტუდენტური კონტინგენტების ცენტრალიზებული მართვის სერვისები
- აკადემიური პერსონალის ცენტრალიზებული მართვის სერვისები

პირველი ჯგუფის სერვისები უზრუნველყოფენ:

- საქართველოს განათლების სამინისტროს შეფასების და გამოცდების ცენტრის (naec.ge) მიერ მართული ერთიანი ეროვნული გამოცდების შედეგებზე დაყრდნობით უსდ-ს დაკომპლექტებას სტუდენტური კონტინგენტით

- სტუდენტთა საფინანსო მდგომარეობის მართვას როგორც სწავლის ღირებულების გადახდის (საბანკო ონლაინ სერვისები, გაერთიანებული საკლირინგო კომპანია UCC-ს სერვისები), ასევე სწავლის დაფინანსების თვალსაზრისით (ფინანსთა სამინისტროს ხაზინის სერვისი)

- სტუდენტთა მობილობის მართვას სემესტრთაშორის პერიოდში განათლების მართვის საინფორმაციო სისტემასთან (EMIS) სერვისული კავშირის გამოყენებით.

მეორე ჯგუფის სერვისები უზრუნველყოფენ:

- აკადემიური პერსონალის მართვას განათლების ხარისხის განვითარების ცენტრის (eqe.ge) ონლაინ-სერვისების გამოყენებით

- სამეცნიერო-კვლევითი პროექტების მართვას საქართველოს შოთა რუსთაველის სამეცნიერო ფონდთან (უსდ-ს პროფილი გრანტების მართვის ერთიან სისტემაში gmus.rustaveli.org.ge) და სხვა ორგანიზაციებთან ონლაინ სერვისების გამოყენებით

- უსდ-ს პროფილის მართვას საერთაშორისო აკადემიური ონლაინ-ბაზების საინფორმაციო პორტალებზე (პირდაპირ ან რუსთაველი ფონდის სერვისით).

შიდაორგანიზაციული სერვისები უსდ-ს ადმინისტრაციული, საფინანსო და სხვა შიდა საქმიანობათა მართვის პროცესებს მოიცავს და პირველ რიგში სტუდენტის საფინანსო პროფილის და მისი მიმდინარე სტატუსის მართვას ემსახურება. საფინანსო სერვისების მართვისთვის საქართველოს უმაღლესი განათლების სივრცეში აქტიურად გამოიყენება ადგილობრივი წარმოების ERP-სისტემა Oris Manager, თუმცა რიგ უსდ-ებში საკუთარი პროგრამული სისტემებიც არის დანერგილი.

4. უსდ-ს ინფორმაციული ინფრასტრუქტურის ტექნიკური უზრუნველყოფა

უსდ-ს საინფორმაციო ტექნოლოგიების ინფრასტრუქტურა უზრუნველყოფს მომხმარებლებისთვის (სტუდენტები, აკადემიური და ადმინისტრაციული პერსონალი) უწყვეტი და საიმედო სერვისების მიწოდებას. სხვა ინფორმაციულ სისტემებთან შედარებით უსდ-ს ინფორმაციულ სისტემებს საკუთარი სპეციფიკა გააჩნიათ, რაც განსაკუთრებით გამოიკვეთა ბოლო თვეების მოვლენების ფონზე, როცა COVID-19-ისგან გამოწვეულმა ცვლილებებმა უსდ-ებში სასწავლო პროცესის პარადიგმის მკვეთრი შეცვლა და ინფორმაციული სისტემების წინაშე ახალი მოთხოვნების წარმოშობა გამოიწვიეს [4].

პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს, რომ საქართველოს უსდ-ებში ინფორმაციული სისტემების დატვირთვების პიკი წელიწადში ორჯერ, აკადემიური რეგისტრაციის დროს მოდის. საგნების არჩევის პროცესი კონკურენტულია, ამიტომ სტუდენტების უმრავლესობა უსდ-ს მთავარ საინფორმაციო სისტემებს ერთდროულად, დროის მოკლე პერიოდში მიმართავს, რაც ზრდის დატვირთვას როგორც სისტემებზე, ასევე ქსელურ და სერვერულ აპარატურაზე და შეიძლება მათი შეფერხებაც გამოიწვიოს.

COVID-19-ის პრობლემამ უსდ-ს ინფორმაციული ინფრასტრუქტურა ახალი ამოცანების წინაშე დააყენა. ონლაინ-სწავლების მეთოდებზე მასობრივმა გადასვლამ და შესაბამისი პროგრამული ინსტრუმენტების გამოყენებამ მკვეთრად გაზარდა მოთხოვნა უსდ-ს მონაცემთა ცენტრების რესურსებზე და უმეტეს შემთხვევებში მოიძებნა პრობლემის მოგვარების საუკეთესო გზა: ღრუბლოვანი ტექნოლოგიები.

ღრუბლოვანი სერვისების დანერგვის ეფექტურობა უსდ-ების სასწავლო პროცესებში არაერთი კვლევის შედეგად არის დადგენილი [2]. ჯერ კიდევ 21-ე საუკუნის 10-იანი წლების დასაწყისში საქართველოს უსდ-ების დიდი ნაწილი აქტიურად იყენებდა ღრუბლოვან სერვისებს, პირველ რიგში, ელექტრონული ფოსტის და ორგანიზაციის საჯარო ვებ-რესურსების სამართავად. აკადემიური რეგისტრაციის დროს წარმოქმნილმა წარმადობის პრობლემებმა და ასევე COVID-19-ის ფაქტორმა უსდ-ებს ახალი ღრუბლოვანი სერვისების ათვისებისკენ უბიძგა და სადღეისოდ მათი უმრავლესობა საკუთარი ინფორმაციული სისტემების მართვისთვის **ჰიბრიდულ** მიდგომას იყენებს, სადაც ინფორმაციული სისტემების ნაწილი ორგანიზაციის მონაცემთა ცენტრშია განთავსებული (On-premises), ხოლო მეორე ნაწილი - ღრუბლოვან სივრცეში [5]. პირველ შემთხვევაში აქტიურად მიმდინარეობს და პრაქტიკულად დასრულებულია აპარატული ინფრასტრუქტურის ვირტუალიზაციის პროცესი. კომპიუტერული სისტემების ვირტუალიზაციის ისეთი უპირატესობები, როგორცაა ერთ ფიზიკურ გამოთვლით სისტემაში რამდენიმე ოპერაციული სისტემის პარალელური ამუშავების შესაძლებლობა და კრიტიკული რესურსების (პროცესორის დრო, ოპერატიული და გარე მეხსიერება) ოპტიმალური განაწილება ვირტუალურ მანქანებს შორის, მკვეთრად ამაღლებენ ინფორმაციული სისტემების მუშაობის წარმადობას და საიმედობას. ვირტუალიზაციის კლასტერებს მინიმუმამდე დაჰყავთ ინფორმაციული სისტემების ნებისმიერი შეფერხების ალბათობა ავარიულ სიტუაციებში.

უსდ-ს საინფორმაციო სისტემების საიმედო მუშაობის ერთერთ გარანტს ასევე პიკური დატვირთვების ტესტი, ანუ სტრეს-ტესტი წარმოადგენს. საქართველოს უსდ-ებში დანერგილია ან ადგილობრივი ან იმპორტირებული სტრეს-ტესტი სისტემები, რომელთა დახმარებითაც იქმნება და გამოიცდება სხვადასხვა დატვირთვების სცენარები და მათ საფუძველზე იქმნება **დატვირთვათა განაწილების** (Load Balancing) სქემები, რომელთა საშუალებით ხერხდება მომხმარებელთა მოთხოვნების თანაბარი გადანაწილება მონაცემთა ცენტრის აპარატულ კომპონენტებზე. დატვირთვათა განაწილების სქემაში მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს ღრუბლოვანი გამოთვლითი რესურსების **ავტომატური მასშტაბირების** (Auto-scaling) კომპონენტს, რომელიც არსებული რესურსების უკმარისობისას მათ ავტომატურ გაზრდას უზრუნველყოფს [4].

ლიტერატურა – References :

1. Abishov N., Asan D., Kanat A., Erkisheva Z. (2014). Development of an Automated Information System University Management,” Procedia - Soc. Behav. Sci., vol. 143, pp. 550–554, Aug. doi: 10.1016/j.sbspro.2014.07.434.
2. Bogdanović Z., Milić A., Labus A. (2014). Model of E-education infrastructure based on cloud computing,” in Handbook of Research on High Performance and Cloud Computing in Scientific Research and Education, pp.104–146
3. Surguladze G., Yildiz I., Shonia O. (2000). Construction of Distributed Information Systems using Integrated Technologies. Periodical Scientific Journal "Intellect". Tbilisi, Georgia
4. Surguladze G., Gulua D., Kakheli B. (2019). Development of Software Applications using Virtualization. Monograph, ISBN 978-9941-8-0627-8. GTU. „IT-Consulting Scientific Center”
5. Basilaia G., Dgebuadze M., Kantaria M., Chokhanelidze G. (2020). Replacing the Classic Learning Form at Universities as an Immediate Response to the COVID-19 Virus Infection in Georgia,” Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol., vol. 8, no. III, pp. 101–108, doi: <http://doi.org/10.22214/ijraset.2020.3021>.
6. Basilaia G., Kvavadze D. (2020). Transition to Online Education in Schools during a SARS-CoV-2 Coronavirus (COVID-19) Pandemic in Georgia,” Pedagog. Res., vol. 5, no. 4, pp. 1–9, Apr., doi: 10.29333/pr/7937.

INTEGRATED INFORMATION INFRASTRUCTURE OF GEORGIAN HIGH EDUCATIONAL INSTITUTION

David Gulua¹, Ismail Yildiz², Gia Surguladze³

davit.gulua@btu.edu.ge, isnemeyi@hotmail.com, g.surguladze@gtu.ge

1-Business and Technologies University,

2-Ministry of Education Turkey, 3-Georgian Technical University,

Summary

The paper presents the peculiarities of building information systems for high educational institutions in Georgia. A multi-level model for elaborating such systems has been developed, which involves integrating the main, external and internal information processes into a single information infrastructure. The importance of close information communication between higher education institutions and state educational structures is emphasized, and the analysis of application programs used for servicing individual information processes, as well as providing inter-process communication, is made.

ასტროენათმეცნიერება და ასტროარქეოლოგია (ჯ. ლოკერ - ა. ცინცაძის თეორია)

ალიკო ცინცაძე

aliko123@yahoo.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ნაშრომი ეძღვნება გამოყენებითი კრიპტოგრაფიის მეთოდით – ძველ ქართულში დაშიფვრის სისტემის – ჰემატრიის ახალ თეორიულ აღმოჩენას.

1. მოტანილია ქართული ჰემატრიის არსებობის მტკიცება;
2. ნაჩვენებია ახალი სამეცნიერო მიმართულების – ასტროენათმეცნიერების საჭიროება;
3. დამტკიცებულია, რომ ქართული ანბანი კაცობრიობის შექმნილი პირველი ანბანია;
4. ნაჩვენებია ქართულ სიტყვაში დაფარული ე.წ. მზის სადგურის (უძველესი ობსერვატორიის) მუშაობის პრინციპი.

5. დამტკიცებულია, რომ იბერიაში შეიქმნა რელიგიის დიოფიზიკური საფუძველი, რიცხვების პოზიციური ჩაწერის პრინციპი და ა.შ.. ხელოვნურად შექმნილი სულ 5000 სიტყვაა მიგნებული.

აღმოჩენა ადასტურებს, რომ ჯ. ლოკერის ასტროარქეოლოგიას წინ უსწრებდა ამ ასტროინფორმაციის ასოთი ჩაწერა, ანუ ინფორმაცია ჯერ სიტყვაში გადადიოდა, და შემდეგ მისი მიხედვით იბერიელები აგებდნენ სამლოცველოებსა და ე.წ. მზის სადგურებს (ობსერვატორიებს).

XXI საუკუნის ერთადერთი თეორიული აღმოჩენა საქართველოში ენათმეცნიერებაში მოხდა, მაგრამ იგი კრიპტოგრაფიის (გამოყენებითი კიბერნეტიკის დარგი) ცნობილი მეთოდების გამოყენების შედეგია. აღმოჩენილი იქნა უძველესი დაშიფვრის მეთოდი, რომელიც ბიბლიის მკვლევართათვის გემატრიის (ჰემატრია) სახელით არის ცნობილი. კითხვამ, რატომ უნდა ჰქონოდა ძველ ქართულს ბიბლიის დაფარვის მეთოდი, თუ მათ ბიბლია არ დაუწერიათ, თავიდანვე დიდი მოლოდინი გააჩინა.

ქართული ჰემატრიის კვალზე გასვლა იოანე-ზოსიმეს გზავნილით „ქებაი და დიდებაი ქართულისა ენისაი“-თ დაიწყო. იოანე-ზოსიმე მეათე საუკუნის სასულიერო მოღვაწეა.

ტექსტი მე-19 ს. 50-იან წლებში გერმანელმა კონსტანტინე ტიშენდორფმა იპოვა და ათიოდე წლის შემეგ მისი ფრაგმენტები ფრანგულად გამოქვეყნდა (მ. ბროსე). ხელნაწერის კვლევას 100-მდე სერიოზული სამეცნიერო ნაშრომი მიეძღვნა, მაგრამ სანამ მასში ჰემატრიის არსებობა არ დადასტურდა, გზავნილი ვერ იქნა ამოკითხული.

მოსაზრება, რომ ხელნაწერი დაშიფრულია თავიდანვე გაჩნდა, ამისკენ მკვლევარებს სიტყვა „მარაგი“ – (მოკლედ) დაშიფრული სიტყვა (სულხან-საბა) უბიძგებდა. ამიტომაცაა ხელნაწერში სხვადასხვაგვარ ქარაგმით ერთი და იგივე სიტყვა ჩაწერილი, არასწორად ჩაწერილი სიტყვები (მაგ. დღემმდე), არასწორი გრამატიკული ფორმები და ა.შ. მიუხედავად იმისა, რომ პირველი მეცნიერული ცდები ჰემატრიაში ბ-ნმა თ. ჩხენკელმა დაიწყო, 2010 წლამდე, სანამ ხელნაწერში ჰემატრიაზე მითითება (ჩვენს მიერ) არ იქნა მიგნებული ამის დადასტურება ვერ მოხერხდა.

მსოფლიო ენათმეცნიერებისათვის კრიპტოგრაფიულ ხელნაწერებში შიფრის ძიების გზა ცნობილია: „კოდის გამიფვრის გასაღები თვითონ მასშივეა (წერილშივეა – ავტ.) დამარხული.“ [1]. მაშინ ჩვენ იოანე-ზოსიმეს ხელნაწერში მისი შიფრის გასაღები უნდა გვეპოვა. ამ მოსაზრებაზე დაყრდნობით წარმართა ტექსტის ანალიზი. ხელნაწერის ყველა ვარიანტში ერთი და იგივე ამბავია მოთხრობილი:

სახარებაში ქართულს (ქართულ ენას) ლაზარე ქვია, იგი ლაზარესავით მკვდარია, ხოლო მისი სიკვდილის ერთი დღე ისე უნდა ვიანგარიშოთ, როგორც ათასი წელი. ქართულ მათეს სახარებაში წერილია, იგი თან ასოა და 4000-ს ამბობს.

პირველი ეპიზოდი: ლაზარე 4 დღის შემდეგ აღდგა, ქართული ენა $4 \times 1000 = 4000$ წლის შემდეგ უნდა

აღდგეს.

მეორე ეპიზოდი: უფრო რთულად მაგრამ იგივეს გვეუბნება – მათეს სახარებაში წერილი ზის, რომელიც ასოა, და იტყვის 4000-ს. წერილი არაა ასო და არც 4000-ს იტყვის (გნებავთ ნიშნავს). ეს ქართული ანბანის ასო-ნიშანი „წილი“-ა. ბ-ნმა პავლე ინგოროყვამ სწორად ამოხსნა ეს ქვეამოცანა, ამის შემდეგ სიტყვა „წერილი“ იცვლება „წილი“-თ. იოანე-ზოსიმე გვეუბნება, რომ იგი 4000-ს ნიშნავს:

ასეთი განსაკუთრებული რა ღირებულება აქვს ამას, რომ ავტორი 30 სტრიქონიანი ლექსის 9 სტრიქონში ერთი და იგივეზე წერს? ამ ქვეამოცანის ამოხსნით შიფრის გასაღები ზედაპირზე ამოდის:

„წილი ზის რომელი ასოი არს, და იტყვის... ოთხი ათასსა..“ (ხელნაწერის ამოხსნილი ვერსია).

ეს უკვე შიფრის გასაღებია!

აქ ასო-ნიშანი გადადის (იტყვის) რიცხვ-ნიშანში, „წილი“ გადადის 4000-სში. ეს კი ბიბლიის მკვლევართათვის ცნობილი მეთოდია – გემატრია (ჰემატრია). ასე ლოგიკური ანალიზით მიგნებული იქნა ხელნაწერში შიფრის გასაღები – ჰემატრია. დავდექით კიდევ უფრო რთული ამოცანის წინაშე, დაგვეტკიცებინა ქართულში დაშიფრის უძველესი მეთოდის – ჰემატრიის არსებობა, და (დადებითი პასუხის შემთხვევაში) აღვედგინა მისი ალგორითმები.

ჰემატრიაში ასოები სხვადასხვა გზით (რიგითი სათვალავით, ან რიცხვ-მნიშვნელობებით, ანდა მათი სხვადასხვა კომბინაციებით) გადაჰყავთ რიცხვში, და სიტყვის (ან ფრაზის) ასოების ჯამით ან სხვადასხვა ალგორითმით გამოთვლილი რიცხვით ადგენენ დაფარულ გზავნილს. სიტყვები ტოლი ჰემატრიებით, ერთმანეთთან დაკავშირებულად ითვლებიან. ანაც გამოთვლილი ჰემატრიული რიცხვით ადგენენ სიტყვის სიმბოლურ მნიშვნელობას [5-6].

ე.ი. კითხვა ასე დადგა: არსებობს თუ არა ქართული ჰემატრია?

გთავაზობთ, ამ მტკიცების უმოკლეს გზას:

„სწორედ რიცხვული კოდი უნდა ჩაითვალოს „დაფარულ კოდად,“ მას ჯერ კიდევ შუმერები იცნობდნენ... იგი ყველა დროში „ღმერთების საიდუმლოდ“ ითვლებოდა, და თუ განდობილი არ იყავი არც გიმხელდნენ“ [1-3]. ქართული რიცხვული კოდის, იგივე ჰემატრიის არსებობაც ღმერთებთან დაკავშირებულ ლექსიკაში უნდა ჩანდეს, რადგან ღმერთის სახელი, სხვა სახელთაგან გამორჩევით, უცვლელადაა შენარჩუნებული:

დავიწყოთ ქალდეის (უძველესი სახელმწიფო წარმონაქმნი შუმერსა და შემდეგ ირანში) ცოდნით. ქალდეაში 8 საკრალური რიცხვი იყო, სწორედ აქედან უნდა შეეღწია მას ებრაულსა და ბერძნულ ცნობიერებაში და უმაღლეს შემოქმედს, მზეს, მზე-ღმერთს დაუკავშირდა. ამ ხალხებისთვის მზე – რვათვალაა. შესაბამისად უმაღლესი შემოქმედის მზე-ღმერთის რიცხვი ებრაულ და ბერძნულ ჰემატრიებში – 88 და 888 გახდა.

„888 ბერძნულად დაწერილი „იესოს“ სახელის ჰემატრიას წარმოადგენს“ [1], „888, არის 8-ის განვითარების უმაღლესი საფეხური. ბერძნული თვლით ეს იესოა, მხსნელი... სახეზეა ბერძნულ და ებრაულ სიმბოლოებს შორის პარალელი“ [2]. ე.ი. მზის თვალთა რიცხვის ორჯერ, სამჯერ გამეორება იძლევა ღმერთის რიცხვს ამ ჰემატრიებში. ასეთი მიდგომა სავსებით ლოგიკურია, რადგან მზე ღმერთი იყო.

იბერიელი მზეს ცხრათვალას ხედავს. „ცხრათვალა მზე“ – იდიომაა, ცხრათვალა მზის გამოსახულება არქეოლოგიურ მასალაზე უკვე მე-3 ათასწლეულში ფიქსირდება;“ და ა.შ.. აქედან გამოდის, რომ ცხრათვალა მზის, ე.ი. ღმერთის ჰემატრია, თუ მისი სახელის შექმნისას (და საერთოდ, ქართულში) ჰემატრიის იგივე წესების გამოყენება ხდებოდა, რასაც ებრაულსა და ბერძნულში ვხვდებით, „ცხრის მისტერიის“ შედეგი უნდა იყოს. იგი ორი ან სამი ცხრიანით, ე.ი. ცხრისგან ნაწარმოები რიცხვით უნდა იწერებოდეს.

ქართველურ ენაში არის ასეთი სიტყვა, რომელიც თან ღმერთს აღნიშნავს და თანაც ამ ორ რიცხვს სინთეზში იძლევა: ღორონთ – ღმერთი (ჭან.);

ღ(25,700) ო(16,70) რ(19,100) ო(16,70) ნ(14,50) თ(9,9) -ი;

ფრჩხილში პირველი რიცხვი – ასოს რიგითი სათვალავია, მეორე – მისი რიცხვ-ნიშანი. ამ სიტყვის

რიგითი სათვალავის ჯამი (ჰემატრია): $25 + 16 + 19 + 16 + 14 + 9 = 99$;

ხოლო რიცხვ-ნიშანთა ჯამი: $700 + 70 + 100 + 70 + 50 + 9 = 999$.

შედეგის შემთხვევითობა შეგვიძლია გამოვრიცხოთ. სავარაუდოდ, ასეთი რამ შემთხვევითად, სულ ცოტა 100 000 000 000-ში ერთხელ შეიძლება მოხდეს.

რაც ნაკლებია შემთხვევითობის ალბათობა, მით მეტ ინფორმაციას იძლევა იგი, როცა ეს მოვლენა ფაქტი ხდება. ამდენად, ღორონთ (99, 999) შიფრის მიგნებით, დამტკიცდა, იქამდე სრულიად წარმოუდგენელი, ქართული ჰემატრიის არსებობა.

როცა ამ მტკიცებამ საბოლოოდ ჩამოყალიბებული სახე მიიღო, უნდა გაგვერკვია რამდენად შორს ვრცელდება დროში (მიღმეთში) და ლექსიკურ ქსოვილში იგი? ასე თანმიმდევრულად, იოანე-ზოსიმეს ხელნაწერით დაწყებულმა კვლევებმა, დროის მიღმეთში გადაინაცვლა, და ძველ ქართულს დაუკავშირდა.

ეს აღმოჩენა მსოფლიო ენათმეცნიერებასა და სარწმუნოებაში რადიკალური შემოზღუპების საწყისი ხდება. მისი მნიშვნელობა თანმიმდევრულად მოსალოდნელი მასშტაბით, უტოლდება ეგვიპტური იეროგლიფებისა (ჟ. ფ. შამპოლეონი) და შუამდინარული ლურსმული დამწერლობის (გ. გროტეფენდი) გაშიფვრის შედეგებს. თუ პირველი მათგანის ამოხსნით მეცნიერებამ ხელახლა აღმოაჩინა, ისედაც საოცარი პირამიდების სამშობლო – ეგვიპტე; შუამდინარული ლურსმული დამწერლობის გაშიფვრამ, ფენიქსისებრ აღადგინა ამ რეგიონის ქვეყნების უძველესი ისტორია (შუმერ-ბაბილონი); ქართული ჰემატრიის მიგნება კი დიდი იბერიისკენ ახალი, კარდინალური შემოზღუპების საწყისი უნდა გახდეს.

ამ მტკიცების შემდეგ გაჩნდა არანაკლებ მნიშვნელოვანი სხვა კითხვები:

რაშია ამ ენის უპირატესობა, რის საფუძველზე დაასკვნა მარტვილმა ბერმა რომ იგი „უფლის ენაა“, ან რა საყრდენი გვაქვს, თანამედროვე მეცნიერული ცოდნის ფონზე, ვირწმუნოთ მისი?

ისტორიოგრაფიულმა ანალიზმა გამოაჩინა, რომ ძველი ქართული ენა მნათობთა თაყვანისმცემლებმა შექმნეს. მეგალითური მზის სადგურებით – პირველყოფილი სამლოცველოებით, „ობსერვატორიებით“ მოფენილია იმდროინდელი იბერიის განსახლების მთელი ტერიტორია.

სთოუპენჯის შესწავლისას 900-იან წლებში, ცნობილმა ასტრო-ფიზიკოსმა, აკადემიკოსმა ჯ. ლოკერმა წამოაყენა იდეა, რომ უძველეს სამლოცველოთა არქეოლოგიურ ნაშთებში ცხადად ვლინდებოდა ერთი კანონზომიერება: მისი კარიბჭისა და მთელი შენობის ღერძი ცაზე იმ მნათობის გამოჩენისკენ იყო მიმართული, რომელსაც ეძღვნებოდა სამლოცველო. მზის შემთხვევაში ტაძრის ცენტრიდან კარიბჭის „გახსნის“ კუთხე იმდენივე რკალური გრადუსი იყო, რომ მზის პირველი სხივი მთელი წლის განმავლობაში ამ კარიბჭეში შემოსულიყო. ე.ი. მეექვსე – მესამე ათასწლეულებში მზედმერთის სამლოცველო ტაძარს 48 გრად. ჰქონდა კარები „ღია“, შემდეგ მზის გადახრის ფაზა შემცირდა 47,5 გრადუსამდე, შემდეგ 47-მდე და შესაბამისად ძველი ნაგებობების კარები 1 გრადუსით ამოაშენეს, იმ დროიდან შენობის ცენტრიდან კარიბჭე 47 გრად. „იხსნებოდა“ (მოჩანდა).

დღეს ლოკერის შექმნილი დარგი – ასტრო-არქეოლოგია, საყოველთაოდ ცნობილია და იგი პირველ რიგში უძველეს ნაგებობათა აგების პერიოდის სწავლობს.

კვლევისას ლოკერი „მიხვდა, რომ მიაგნო არა მხოლოდ ასტრონომიის ფესვებს, არამედ მათემატიკისასაც. არქეოლოგიური ძეგლების ასტრონომიულ ასპექტებში მან უკვე დაინახა წარსულის ინტელექტუალური სამყაროს ზღაპრული გასაღები, რასაც შეეძლო რელიგიის არსი და პირველისტორია გაეხსნა“ [3]. მაგრამ ისიც კი უძღვრი იყო, რეალურად წარმოედგინა მოსალოდნელი ზოგადსაკაცობრიო ცვლილებების მასშტაბები.

სანამ მეგალითურ ნაგებობაზე მზის წლიურ გადახრის კუთხის შესაბამის კარიბჭეს ააგებდნენ, ეს ინფორმაცია ხომ უნდა ჩაეწერათ? ამ დროს ციფრები ჯერ კიდევ არ ჰქონდათ. როგორც ჩანს, ჰქონდათ მხოლოდ ანბანი. 47 კი ქართული ასომთავრულით ჩაიწერება ასე: 40 + 7 (ეს შეკრებითი მეთოდია და ძველად რიცხვებს სწორედ ასე წერდნენ). 40-ს ქართულ ანბანურ სისტემაში აღნიშნავს – რიცხვ-ნიშანი „მ“, 7-ს კი – „ზ“. ე.ი. 47 ჩაიწერება – „მზ“. ე.ი. „მზ“ მზის სახელი კი არაა, არამედ მისი გადახრის კუთხის ჩაწერაა. „მზ“ ასე ეძახიან მზეს ზემო სვანეთში. ეს თავისთავად იმასაც ნიშნავს, რომ გაზომვა მაშინ მოხდა, როცა

ციფრები არ იყო შექმნილი. და იგი პირველი იმ ხალხის წინაპარმა გაზომა, ვინაც დღეს სვანეთში ცხოვრობს. რადგან უმაღლესმა ღმერთმა „მზ“ „შეგვაცოცხალა,“ ეს ცოდნა არქიტექტურულ ელემენტებში გადაიტანეს. ამიტომაც მთელს უძველეს იბერიაში, მათ შორის ბაზილიონში ზიქურათების აბსოლუტური უმრავლესობა 47 მ. სიმაღლისაა [4].

იგივე ცოდნა შეაქვთ იბერიელებს ეგვიპტეში: ყველა პირამიდას, რომელიც კი ეგვიპტეში მზის თაყვანისცემისთვის ააგეს, კარი სწორედ 47 გრადუსზე ჰქონდა გაჭრილი. ღერძი კარიბჭის ცენტრში იყო ისე, რომ მზის პირველი სხივი მთელი წლის განმავლობაში ყოველ ცისმარე დღეს ამ კარში შესულიყო და სინათლე (ღმერთის ნათელი) შეეტანა. ამ ადგილს ძველი იბერიული (ქართული) არქიმევეს „მზ-არეს“, რადგან კომპოზიციის მეორე სიტყვა „არე“ შუმერულ-ქართული პარალელია და მზის ქვემოთ ადგილს აღნიშნავს (სულხან-საბა ორბელიანი). ანუ „მზ-არე“ პირამიდაში მზით განათებული ადგილის სახელია. „მზარე“ – მზით განათებული ადგილი (ძვ. ქართ. ლექსიკონი). ბუნებრივია, სიტყვა „მზ-არე“ უფრო ადრე შეიქმნა, ვიდრე მზე ღმერთის ამ „ბრძანების“ მიხედვით მისმა თაყვანისმცემლებმა პირამიდები ააშენეს და მზის ნათელის კარიბჭეში შესვლა-დგომის ადგილს საკრალური მნიშვნელობა მიანიჭეს. სიტყვაში გადატანილი ასტრო ინფორმაციის შემსწავლელ მეცნიერებას „ასტრო-ენათმეცნიერება“ ვუწოდეთ. (ტერმინი შემოვიტანეთ, დარგის აუცილებლობა დავადასტურეთ და აღმოჩენა დავაფიქსირეთ 2011 წელს (ჟურ. „მართვის სისტემები“, სტუ.)

ჰემატრიის აღმოჩენამ მარტივად აჩვენა ახალი სამეცნიერო დარგის – ასტროენათმეცნიერების საჭიროება. ასტრო ინფორმაციის სიტყვაში გადატანა წინ უსწრებდა მისი მიხედვით არქიტექტურული ობიექტების აშენებას. ე.ი. ასტრო-არქეოლოგია (ჯ. ლოკერი) და ასტრო-ენათმეცნიერება (ა. ცინცაძე) სინთეზური მეცნიერებებია.

მე-19 საუკუნის ბრიტანეთში აკადემიური აზრი ისე აგრძელებდა ცხოვრებას, თითქოს, სერ ჯოზეფ ნორმან ლოკერი არც არსებულა.. მაგრამ ამაღნი დიდხანს ვერ გასტანა, ბრიტანელი მეცნიერების: მ. სომერვილის, პ. ნიუმის, ჯ. ჰოკინსის და სხვათა ძალისხმევით, კვლევები წინ მიიწევა. დადგინდა, რომ სთოუნჰენჯის მეშვეობით კელტ-იბერიელ ქურუმებს შეეძლოთ წელში 8 კალენდარული 45-დღიანი ბლოკის განსაზღვრა. ძველი მეგალითები არ უნდა შევადაროთ თანამედროვე ობსერვატორიებს, სადაც ტელესკოპი მოძრავია. მეგალითებში გამზომი ორიენტირი უძრავი გახლდათ, ამდენად იგი კარგად შესწავლილი ცოდნის გამომხატველი იყო. ახლა ვნახოთ, ჩაწერეს თუ არა იბერიელმა ქურუმებმა 45-დღიანი ბლოკები? სიტყვა მედეას (ბერძნული მითის „არგონავტიკა“ კოლხი გმირი ქალი) პირველი მარცვალი „მე“ შეკრებითი მეთოდით 45-ია (მე - 40, ე - 5, 40 + 5 = 45), იგივეა მეორე მარცვალი, ოლონდ პოზიციურადაა (დ - 4, ე - 5) 45. „მე“ - პიროვნული ღვთაებების კრებისითი ღმერთია შუმერში, შემდეგ კი პირველი პირის ნაცვალსახელია ქართულში, „დე“ - დედური იმპულსის მარცვალია. ამდენად კელტ-იბერიულ მეგალითზე დაფიქსირებული გაზომვის შესაძლებლობა გვამდევს: „მე“ = „დე“ (იბერიულ მარცვლებს, ივ. ჯავახიშვილი, ს. კრამერი), ხოლო ერთად - „მედე(ა)“-ს მზისა და მთვარის ღვთაების სახელს კოლხეთში (კავკასიის იბერიაში). ზემოხსენებულ მეცნიერთა ძალისხმევითაც დადგინდა, რომ: „სთოუნჰენჯით შეიძლებოდა ცაზე არა მხოლოდ მზის, არამედ მთვარის ასტრონომიული პარამეტრების განსაზღვრა, იგი მზისა და მთვარის ობსერვატორია იყო“. ისიც ცხადია, მან, ვინც ააგო სთოუნჰენჯი, ვინც მზისა და მთვარის 45-დღიან ციკლებს სწავლობდა და ღმერთის რანგში აჰყავდა, მხოლოდ მას შეეძლო შეექმნა სახელი „მედეა.“ მოვიტანოთ კიდევ ერთი მაგალითი:

სიტყვა „ლორონთ“-ის ხელოვნურად (ჰემატრიულად) წარმოქმნის განხილვისას, იმის გათვალისწინებით, რომ ქართულ ჰემატრიაში რიცხვთა წყვილი (51, 99) აღნიშნავს ღმერთს, დადგა ზანურში 51 ჰემატრიის მქონე ღმერთის სახელის ძიების საკითხი, მისი (99 – ლორონთ – 999) გათვალისწინებით. ყურადღება მიიქცია ფუძის მდგენელმა – ორო (ლ-ორო-ნთ). მას სხვადასხვა სემანტიკური (ძირითადი) დეფინიცია აქვს:

ორე – ხარზე შემოძახილი, ხის ფორმის საწრთობი;

ორზე – ცეცხლის შესანახი ადგილი;

ორთა _ ბრუნებადი, ბუნება, არსი;

ორო _ გაუნათებელი, ჩრდილიანი ადგილი. (ა. ქობალია, „მეგრული ლექსიკონი“).

თუ დავაკვირდებით ყველა ვერსია სხვადასხვა გამოვლინებაში წარმართული იბერიის უმაღლესი ღმერთის (მზე-ღმერთის) თვისებას აღწერს:

მზე - ღმერთის სიმბოლო ხარი იყო (დაახლოებით ძვ. წ მესამე ათასწლეულის დასაწყისიდან), მასზე შემოძახილი (ორე) ღმერთზე შემოძახილია.

ცეცხლი, სითბო _ მზე - ღმერთის თვისებებია. ცეცხლის შენახვა, ძალიან სათუთ, საკრალურ დამოკიდებულებას მოითხოვდა, ეს იგივე კაცის ღმერთთან მიმართებაა (ორზე).

ლითონის წრთობა, ღმერთის ჩარევით ხდებოდა. ეს საკრალური მომენტი იყო (ორე), ამიტომაც გვაქვს: ორთამ გაღე _ ზებუნებრივი.

ახალი ღმერთი (მზის სხივი _ ხზო) ძველი ღმერთების წიაღში უნდა იშვას. (ამ ცოდნაზე მოსული იესო ქრისტე ყველაზე დიდ ღამეში დაიბადა, ეს მზის სხივი იშვა ძველი ღმერთების (სიბნელის) წიაღში).

ამ ერთგვაროვანი სემანტიკური სურათის გაანალიზებიდან „ორო“ _ ეს ღმერთია, ღმერთის მბრუნავი ჩრდილია, საწუთროს ღმერთი _ ხარია. ამიტომაცაა მისი ჰემატრია _ 51:

ო(16) რ(19) ო(16),

$$16 + 19 + 16 = 51.$$

ე.ი. სიტყვა „ღორონთ“ ორივე იბერიულ რიცხვ-კონსტანტას (51, 99) აფიქსირებს!

როგორც დასკვნა, ზოგადქართულში გვაქვს სიტყვა:

ორო(მ)ტრიალი _ ეს ქურუმთა ფუსფუსია გამზომი ხელსაწყოს, მზის სადგურში გაზომვისას. თავისთავად „ორთა“ _ ბრუნებადია, ისაა რის ბრუნვაც შეიძლება.

როგორც ვხედავთ, მზის სადგურის, სამლოცველოს, უძველესი ობსერვატორიის მუშაობის მთელი პრინციპი ამ ერთმა სიტყვის სხვადასხვა დეფინიციამ მოიცვა. ცხადია, ჯერ ამ „კონსტრუქციის“ პრინციპები შეიქმნა და უკვე შემდეგ მისი ალგორითმის მიხედვით მეგალითური მზის სადგურები ააგეს იბერიაში. პროცესს პირიქით რა აზრი ჰქონდა?

თუ ზემოგანვითარებული ლოგიკა სწორია ძვ. ქართულში „ორო“-სა და მზის კომპოზიციები უნდა გვექონდეს. ამ დროს „მზ“-გან ნაწარმოები კომპოზიტი კოლხეთში იშვიათია (ან სულაც არ მოიპოვება). ეს ნიშნავს, რომ მზის 47 გრადუსიანი (ასოითი ჩაწერით „მზ“) გადახრის დროს დღევანდელ კოლხეთში მცხოვრები ხალხები მზის დედამიწაზე დამკვირვებლისთვის რკალური გადახრის კუთხეს უკვე აღარ ზომავდნენ. თუმცა იყო დრო, როცა ისინი ამ კუთხეს ზომავდნენ. მაშინ იგი უფრო დიდ რიცხვს იძლეოდა, რაც უფრო ადრინდელი პერიოდი. მაშინ ცაზე მზის გადახრის ფაზა შედარებით დიდი, ანუ წლიური გადახრის რკალური კუთხე 47,5 გრადუსი იყო, ხოლო წლიური გადახრა $47,5 + 47,5 = 95$ გრად.. ეს სულ მინიმუმ 3000 _ 1500 წელია. ამ თამამ ვერსიას ადასტურებს ისევ სემანტიკური ერთგვაროვანი ველი:

თე _ ნათელი; ობჟათე (ობჟა-თე) _ მზიანი ადგილი; „თეა ხოჯი“ _ ნიშა, შესაწირი ხარი, რომელსაც შუბლზე ნიშანი (მზის „ნაკოცნი“) აქვს. ისევ (მზის) ნათელი, ისევ ხარი!

თე _ პოზიციურად არის 95 რკალური გრადუსის ჩაწერა. თ _ 9, ე _ 5, ერთად _ 95.

ცაზე არსებული სურათი (წლიური 95 გრადუსიანი გადახრა) სიტყვამ გაიმეორა!

აი, საიდან არსებობს იბერიაში პოზიციური ჩაწერის პრინციპი, როცა რიცხვები თანრიგებში გამომხატველი ციფრებით ჩაიწერება და არა შეკრების პრინციპით.

ზემოთ ნახსენები სიტყვა „ობჟათე“ _ ჰემატრიით 51-ია, ხორციელი ღმერთის კონსტანტა:

ო(16) ბ(2) ჟ(18) ა(1) თ(9) ე(5),

$$16 + 2 + 18 + 1 + 9 + 5 = 51.$$

ჰემატრიული 51 თუ ისევ ხორციელი ღმერთის მუდმივაა, სამაგიეროდ, „თეა ხოჯი“ ღმერთის ღვთიურობის რიცხვს _ 99-ს გვაძლევს:

თ(9) ე(5) ა(1) ხ(33) ო(16) ჯ(35) -ი,

$$9 + 5 + 1 + 33 + 16 + 35 = 99.$$

ანუ იგივე პერიოდში (ძვ. წ. მესამე – მეორე ათასწლეულის შუაწელი) იბერიაში ღმერთი ორბუნებოვანია. აი, სულ მინიმუმ როდიდან აქვს იბერიას დიოფიზიკური საწყისი.

იგივე დროიდან არსებობს იბერიაში ანბანური სისტემა და ჰემატრია. ისე ჩაწერა ვერ მოხდებოდა! აი, რატომაა ქართული ანბანი პირველი ანბანი!

წარმართული „ორო“-სა და „მზ“-ს კომპოზიტი მაინც არსებობს ძველ ქართულში, იგი საქართველოს მთაშია შემორჩენილი: მზორა (მზორო, მზ-ორო) – ხატისთვის შეთქმული მოზვერი (მთიულეთი), ხზო (ქართულ კილო თქმათა სიტყვის კონა).

ეს წარმართული კომპოზიტია, ერთი მხრივ, ორო – მენჰირის ჩრდილის ტრიალი, მეორე მხრივ, მისი ბრუნვის 47 გრადუსიანი რკალური გადახრა – მზ. (ეს უკვე მეორე ათასწლეულის შემდეგი დროა, ცარგვალზე ასეთი სურათი ამ დროიდან გვაქვს).

მთელი აქ მოტანილი ლექსიკა ხელოვნურად, ნათელხილვითაა შექმნილი.

ასე იქმნებოდა თანამედროვე რელიგიის საფუძვლები იბერიაში.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Chkhenkeli T. (1989), Beautiful, Mighty. (in Georgian)
2. Crowley A. (1912). Gematria, Internet resource: <http://oto.ru//> ;;
3. Larichev V, (1986). The Wheel of Time. (In Russian)
4. Katelashvili Z, (2014). Zenaareli Chaldean-Georgians, (in Georgian)
5. Tsintsadze A, (2013). Expects him to come a second time today. (in Georgian)
6. Tsintsadze A. (2015), Georgian Hematry. (in Georgian)

ევროპელი ისტორიოგრაფები გიორგი სააკაძის შესახებ

ვაჟა ოთარაშვილი ეკა კვანტალიანი, ლექსო ოთარაშვილი

phmouravi@gmail.com

გიორგი სააკაძის ფენომენის კვლევის ცენტრი

რეზიუმე

ევროპელი ისტორიოგრაფების კვლევების საფუძველზე გიორგი სააკაძე სამშობლოში თუ საქართველოდან ირან-თურქეთში იძულებითი გადახვეწის დროს, სიკვდილის ბოლომდე, ჭეშმარიტი მართლმადიდებელი ქრისტიანია. იგი ერთგულია ქართველი ბაგრატიონი კანონიერი მეფეებისა... ევროპელ მოკავშირეებს ქრისტიანული კოალიციის და, თანამედროვე სიტყვებით რომ ვთქვათ, ქრისტიანული ევროკავშირის შექმნას სთავაზობს მუსულმანური აგრესიის წინააღმდეგ და ანტიირანული რევანშისტის ემზადება, მტკიცედ იცავს ქრისტიანობას და სპეცრაზმშიც ქრისტიანი მეომრები ჰყავს... აგრეთვე, ძალზედ მიღებული და სანდო პიროვნებაა მაშინდელი ევროპის პირველი პირების, მეფეების თუ რომის პაპისათვის და ევროპელი მისიონერების საშუალებით პირველ სარწმუნო ინფორმაციას საქართველოსა თუ აზიის ამ რეგიონის შესახებ სწორედ გიორგი სააკაძე აწვდის ევროპას.

საკვანძო სიტყვები: ევროპა. ისტორიკოსები. გიორგი სააკაძე.

1. შესავალი

ცნობილი ევროპელი მეცნიერ-მკვლევარები, ისტორიკოსები თუ მისიონერები (პიეტრო დელა ვალე, მამა ვინცენტი ჰორმუზელი, ბართოლომეო ფერო, კლოდ მალენგრი, არქანჯელო ლამბერტი, დონ პიეტრო ავიატაბალე, ჯოვანი ტადეო დე სენ ელიზეო, დუშ ანჟუში, კრისტეფორო კასტელი, ლუსიენ-ლუი ბელანი, ჯოზეფ კარსტი, მარი ბროსე, ალდო კასტელანი, რაფაელა სეტი, დონალდ რეიფილდი, რუდი მათი და სხვ.) თავიანთ საისტორიო კვლევებსა თუ ნაშრომებში, მოიხსენიებენ გიორგი სააკაძეს, როგორც საქართველოს ეროვნულ გმირს,

დიდებულ მებრძოლს და მხედართმთავარს. საარქივო მასალები დაცულია საფრანგეთის, ინგლისის, აშშ-ის, ბერლინის, ვენეციის, რომის, ვატიკანის, ავსტრიის, ესპანეთის, ჰოლანდიის, ირანის, თურქეთის და სხვ. ბიბლიოთეკებში, საარქივო თუ საუნივერსიტეტო საცავებში... ბევრმა ევროპელმა მისიონერმა და ისტორიოგრაფმა მიუძღვნა თავისი წერილები თუ კვლევები გიორგი სააკაძის პიროვნებას,

მაგრამ ახლა ჩვენ გამოვიყენებთ მხოლოდ რამდენიმე მათგანს: XVII ს-ის ცნობილი იტალიელი მოგზაურის და დიპლომატის, მრავალმხრივ განსწავლული მისიონერის პიეტრო დელა ვალეს, XIX ს-ის გამოჩენილი ფრანგი მეცნიერისა და ისტორიკოსის მარი ბროსეს და ასევე ცნობილი თანამედროვე იტალიელი მკვლევარის ალდო კასტელანის ნაშრომებსა და რაპორტებს ...

2. ძირითადი ნაწილი

თავდაპირველად აღსანიშნავია, რომ სწორედ მარი ბროსემ დაგვაცენა გიორგი სააკაძის ფენომენის კვლევისას სწორ გზაზე და მიგვითითა ევროპელ მისიონერთა ჩანაწერების ობიექტურობისაკენ. კერძოდ მარი ბროსეს რაპორტებში გიორგი სააკაძეზე ვკითხულობთ: „ქართველი პრინცი“ – იგივე მეჰრუ (მეჰრაბ), დიდი მოურავი გიორგი სააკაძეა, რომელიც პირადად იხილა სპარსეთში პიეტრო დელა ვალემ, არაერთხელ შეხვდა მას და მისდამი კეთილად იყო განწყობილი, სააკაძე ყოველთვის ქრისტიანი იყო, ქრისტიანად რჩებოდა და იყო ლუარსაბ მეფის ერთგული“. მერე, მარი ბროსე მიმოიხილავს სხვა უცხოურ წყაროებს და გაკვირვებით აღნიშნავს, შემდეგ: „ვერ ვიპოვე რაიმე საბუთი, რომ გიორგი სააკაძეს ოდესმე შეეცვალოს სარწმუნოება, ამას მხოლოდ ვახუმტი წერს თავის ქართლის ცხოვრებაში“ [Marie-Félicité Brosset „Histoire de la Géorgie depuis l' Antiquité jusqu' au XIXe siècle“, Volume 2, Saint-Petersbourg, 1856, pp.444-445].

იგივეს იმეორებს მარი ბროსე სხვა თავის მნიშვნელოვან წიგნში „გამოუქვეყნებელი მემუარები საქართველოსა და ქართული ენის შესახებ“, რუსი, 1833 წ. გვ. IV, სადაც მოყვანილია თეიმურაზ ბაგრატიონის შემდეგი ქართული ხელნაწერი [ვაჟა ოთარაშვილი, „მიტროპოლიტ იოსებ ტფილელის (სააკაძის) ცხოვრება და მოღვაწეობა“, თბ. 2019 წ, გვ.200]: „მოურავზედ ქების ლექსები არის ნათქვამი. გიორგი სააკაძეს არც ერთი მაჰმადიანი სჯული არ მიუღია (ლაპარაკია შიიტობაზე და სუნიტობაზე – ვ.ო.) არც სპარსეთში და არც ოსმალეთში. არც არავინ არის ამის მნახველი... საიშვიათო ფასდაუდებელი კაცი იყო, და ზნეობით სრული“ [Marie-Félicité Brosset „Mémoires inédits, relatifs l' histoire et à la langue géorgiennes“, Roissy, 1833, p. IV].

გიორგი სააკაძეს, იგივე დიდ მოურავს – სხერტისჭალის, ტაშისკარის, მარტყოფის, მარაბდის, ქსნის, ქარჩოხის, ლისის, სამცხის ბრძოლების გმირს, ჭკვიან მტრად და გონიერ მოღალატედ აღიქვამენ, ირან-თურქეთის მეისტორიენიც და აფასებენ მის ქრისტიანობა – „გურჯობას“ და უზარმაზარ ნიჭს...

პიეტრო დელა ვალე (1586 -1652 წწ.) კი XVII საუკუნის გამოჩენილი იტალიელი არისტოკრატიული ოჯახის წარმომადგენელი, რომელსაც ქართველი თინათინ-მარიუჩა ჰყავდა ცოლად, გახლდათ ცნობილი მოგზაური, პილიგრიმი, ისტორიკოსი, ლიტერატორი, მოყვარული მუსიკოსი, ასტროლოგი, მათემატიკოსი, დიპლომატი... რომის პაპის ყველაზე სანდო ინფორმატორი აღმოსავლეთის ქვეყნების საქმეში, რომელიც პირადად იცნობდა გიორგი სააკაძეს.

იტალიელი მისიონერი – პიეტრო დელა ვალე, 1620 წლის მოვლენების აღწერისას, 1621 წლის 23 თებერვლით დათარიღებულ წერილში, გიორგი სააკაძესთან დაკავშირებით ბევრ საიდუმლოს ხდის ფარდას. ხაზგასმით უნდა აღინიშნოს, რომ ქართულმა ისტორიოგრაფიამ უნდა გამოიყენოს, სწორედ, პიეტრო დელა ვალეს ეს წერილი (რელაცია), დათარიღებული 1621 წლის 23 თებერვლით [პიეტრო დელა ვალე „მოგზაურობანი _სპარსეთი“, რომი, გამოიცა იტალიის დედოფლის მფარველობით და განსაკუთრებული ლიცენზიითა და პრივილეგიით (ძველ იტალ. ენაზე), 1658 წ. გვ.164-177; Viaggi (La Persia) di Pietro Della Valle il Pellegrino: la Turchia; la Persia, e l'India, Volume 3.1658, Rome, pp.164-177; VIAGGI PIETRO DELLA VALLE IL PELLEGRINO DESCRITTI DA LUI MEDESIMO IN LETTERE FAMILIARI ALL' ERUDITO SUO AMICO MARIO SCHIPANO ,DIVISI IN TRE PARTI:LA TRUCHIA, LA PERSIA E L'INDIA,volume secondo, G. GANCIA, 1843, FOREIGN BOOKSELLER 73, King's Road (London); BRIGHTON, pp.146-157]. ამ წერილში გადმოცემული ამბების თვითმხილველი და მონაწილე თვით იტალიელი მისიონერია, ხოლო

გიორგი სააკაძესთან მიმართებაში ჩანს დელა ვალეს გულწრფელი და მეგობრული დამოკიდებულება, აღფრთოვანება სააკაძის პიროვნებისადმი, დიდი მოურავის უდრეკი ქრისტიანული მრწამსი, მისი ერთგულება ქრისტიან ბაგრატიონთა სამეფო დინასტიისადმი (ლუარსაბ II , თეიმურაზ I), ქართველ უფლისწულთა დასაჭურისებით გამოწვეული წუხილი და ყველაზე მთავარი ის, რომ 1620 წელს სექტემბრის თვეში, გიორგი სააკაძე უკვე საუბრობს შაჰ-აბასის მიმართ შურისძიებაზე, მისი ტირანიის მოშორებაზე და აჯანყებაზე. ე.ი. მარტყოფის გრანდიოზული და ბრწყინვალე გამარჯვებამდე დაახლოებით 4-5 წლით ადრე, დიდ მოურავს საბოლოოდ უკვე გადაწყვეტილი აქვს შაჰ-აბასის ყიზილბაშური იმპერიის დამხობა, უფრო მეტიც სააკაძე სთავაზობს იტალიელ მისონერს ევროპულ-კათოლიკური და ქართული მართლმადიდებლური ქრისტიანული ძალების გაერთიანებას მათი საერთო მაჰმადიანი მტრების (სპარსეთი, თურქეთი) წინააღმდეგ და აწვდის ნოვაციურ იდეას საქართველოსთან ერთად ქრისტიანული ევროპული კავშირის ანუ ევროკავშირის შექმნისა!

პიეტრო დელა ვალეს აღნიშნულ 1620 წლის 23 თებერვლით დათარიღებულ რელაციაში „XII წერილი ისპაჰანიდან“ [Viaggi (La Persia) di Pietro Della Valle il Pellegrino: la Turchia; la Persia, e l'India, Volume 3.1658, Rome, pp.164-177 ; VOYAGES PIETRO DELLA VALLÉ, GENTILHOMME ROMAIN, Dans la Turquie , l'Egypte, la Palestine, la Perse, les Indes Orientales, & autres lieux; Tome cinquième; Rouen; chez Robert Machuel; Avec Aprobation & Privilège du Roy, 1745, pp.142-161; ვაჟა ოთარაშვილი „გიორგი სააკაძის ფენომენი და თარხან-მოურავები“, ტ. II. თბ. 2021წ. გვ.470] ჩანს, გიორგი სააკაძის ბუმბერაზი და გასაოცარი აზროვნების მასშტაბები, რითაც, ფაქტობრივად, საქართველოს ეროვნული გმირი თავის ეპოქას წინ დიდად უსწრებს!

საინტერესოა, სხვათა შორის, პიეტრო დელა ვალეს ახლად აღმოჩენილი დღიურები, რომელიც ალდო კასტელანის კომენტარებით გამოიცა 1996 წელს „ამონარიდები პიეტრო დელა ვალეს გამოუქვეყნებელი დღიურიდან“, რომელიც შესულია „იტალიური დაზვერვის ისტორიის კრებულში“ აქ მოთხრობილია „ავტორის (პიეტრო დელა ვალეს) გადმოცემები ხალხთა დიდი აღიანსის შექმნის მცდელობის შესახებ, საერთო თურქული მტრის წინააღმდეგ, რომელშიც კასპიის ზღვის სანაპიროებზე კაზაკებზე ჩაერთვნენ... ეს მცდელობაც ჩაეშალათ, მაშინ მალე შორსმჭვრეტელი დელა ვალე სხვა პროექტებს მიმართავს ...“(ერთ-ერთი ასეთი პროექტი კი გიორგი სააკაძესთან ერთად ევროპული ქრისტიანული კავშირია მუსულმანური აგრესიის წინააღმდეგ ევროპასა და აზიაში, რომელზეც საუბრობს ისპაჰანში კარმელიტების მესაზე დიდ მოურავთან „ბატონ მეჰრატთან“, როგორც მას პიეტრო დელა ვალე უწოდებს და რომელზეც ზემოთ ვისაუბრეთ – ვ.ო.). ალდო კასტელანი აგრეთვე გვთავაზობს შაჰ-აბასის კარზე სტუმრების აუდიენციის ნახაზს, რომელიც პიეტრო დელა ვალემ გააკეთა თავისი ხელით და უნდა გამოეცა „მოგზაურობანის“ IV-ტომში და ვერ გამოსცა გარდაცვალების გამო. კასტელანი სტუმართა განლაგების სურათ-ნახატს გვთავაზობს, სადაც დიდი მოურავი საპატიო ადგილზე ბრძანდება შაჰის მარცხნივ, იგი წერს: „გთავაზობთ საკუთრივ პიეტრო დელა ვალეს ორიგინალური ნახატების „კალმის ესკიზებს“... ეს რეპროდუქციები (გადამუშავებულია, სიცხადისთვის), რომელიც წარმოადგენს შაჰის Divan-chanè-ს, ანუ სამეფო პალატებს... ნახატები არასდროს გამოქვეყნებულა (ქართულად ქვეყნდება პირველად – ვ.ო.) ... რამდენიმე არსებული ვარიანტის განხილვის მიხედვით, (პიეტრო დელა ვალეს წიგნში) მივუთითეთ იმ ადგილზე, რომელიც სავარაუდოდ სათანადოდ მიიჩნეოდა (1618წ.)... ამ ნახაზის ჩასამატებლად...“ ჩვენი ვარაუდით კი აღნიშნული ნახაზი შედგენილია 1618-1621 წლებში, რადგან ზუსტად ემთხვევა პიეტრო დელა ვალეს შაჰის კარზე ცხოვრების პერიოდს და მისი და კარმელიტი მამების ერთობლივ აუდიენციას შაჰ-აბასის სამეფო პალატებში, სპარსეთის ხელმწიფის თათბირზე (კერძოდ 1621 წლის 5 ივნისს), სადაც გიორგი სააკაძეც ბრძანდებოდა. ნახაზზე გამოსახულია – შაჰ-აბასის ტახტრევანი... დიდვეზირები, სტუმრები, ბალები... და ა.შ. [„ამონარიდები პიეტრო დელა ვალეს გამოუქვეყნებელი დღიურიდან“, ალდო კასტელანის კომენტარებით, 1996 წ. Nuovo Rinascimento, (იტალ.ენაზე), გვ.2-9, 45; „(იტალიის) დაზვერვის ისტორიის კრებული“, ტ. XXI, 1996, გვ. 153-214 ; Aldo Castellani, „Estratti dal diario inedito di Pietro Della Valle“, 1996, Nuovo Rinascimento, pp .2-9,45; «Miscellanea di storia delle esplorazioni», 1996, T. XXI, pp. 153-214].

უაღრესად მრავლისმეტყველად არის აღწერილი შაჰ-აბასის კარზე მყოფი გიორგი სააკაძის (იგივე ქართველი პრინცის) ეს ფაქტი, როგორც პიეტრო დელა ვალეს, ასევე კარმელიტ მამა ვინსენტის (მამა ვინცენტ ჰორმუხელის) მიერ, რომელიც შევიდა 1939 წელს ლონდონში პირველად გამოცემულ წიგნში „კარმელიტების ქრონიკა სპარსეთში და პაპის მისია XVII-XVIII სს“ [„A Chronicle of the Carmelites in Persia and the Papal Mission of the XVII th and XVIII th centuries,” Editor Herbert Chick, vol. I, London, 1939,pp.248-253].

3. დასკვნა

ამრიგად, ევროპელი ისტორიოგრაფების კვლევების საფუძველზე, შეიძლება დავასკვნათ, რომ გიორგი სააკაძე სამშობლოში თუ საქართველოდან ირან-თურქეთში იძულებითი გადახვეწის დროს, სიკვდილის ბოლომდე, ჭეშმარიტი მართლმადიდებელი ქრისტიანია, რჯული არ შეუცვლია, მას კარგი დამოკიდებულება აქვს და კვლავ მორჩილი მსახურია ირანის კარზე დატუსაღებული ლუარსაბ II-ისა და ფიქრობს ქართლის სამეფოში მის დაბრუნებაზე, ერთგულია საერთოდ ქართველი ბაგრატიონი კანონიერი მეფეებისა, მძიმედ განიცდის და სწუხს ქეთევან დედოფლის დატყვევებაზე და თეიმურაზ I-ის ბავშვებისადმი არაადამიანურ და სასტიკ მოპყრობაზე, გეგმავს მტარვალ შაჰზე და ყიზილბაშებზე შურისძიებას და ევროპელ მოკავშირეებს ქრისტიანული კოალიციის და, თანამედროვე სიტყვებით რომ ვთქვათ, ქრისტიანული ევროკავშირის შექმნას სთავაზობს მუსულმანური აგრესიის წინააღმდეგ და ანტიირანული რევანშისთვის ემზადება...იგი მტკიცედ იცავს ქრისტიანობას და სპეცრაზმშიც ქრისტიანი მეომრები ჰყავს...აგრეთვე, ძალზედ მიღებული და სანდო პიროვნებაა დიდი მოურავი მაშინდელი ევროპის პირველი პირების, მეფეების თუ რომის პაპისათვის და ევროპელი მისიონერების საშუალებით, პირველ სარწმუნო ინფორმაციას საქართველოსა თუ აზიის ამ რეგიონის შესახებ სწორედ გიორგი სააკაძე აწვდის ევროპას.

ლიტერატურა – References :

1. Otarashvili V. (2019). The life and activity of Metropolitan bishop Iosef Tfileli (Saakadze). Tbilisi, 200 p.
2. Otarashvili V. (2021). The phenomenon of Giorgi (George) Saakadze and The Tarkhan-Mouravi. Tbilisi, T.II,pp.401-465
3. Marie-Félicité Brosset. (1856). Histoire de la Géorgie depuis l. Antiquité jusqu 'au XIXe siècle“, Vol.2, Saint-Pétersbourg, pp.444-445
4. Marie-Félicité Brosset. (1833). Mémoires inédits, relatifs l. histoire et à la langue géorgiennes, Roissy, IV
5. Viaggi (La Persia) di Pietro Della Valle. (1658). il Pellegrino: la Turchia; la Persia, e l'India, Vol.3, Rome, pp.164-177;
6. Viaggi Pietro Della Valle IL (1843). Pellegrino Descritti da Lui Medesimo in Lettere Familiari all' Erudito Suo Amico Mario Schipano ,Divisi in tre Parti: la Truchia, la Persia e L'INDIA; Vol.2, G. Gancia, Foreign Bookseller 73, King's Road(London); Brighton, pp.146-157
7. Viaggi (La Persia) di Pietro Della Valle il Pellegrino (1658). la Turchia; la Persia, e l'India, Vol.3, Rome, pp.164-177
8. Voyages Pietro Della Vallé. (1745). Gentilhomme Romain, Dans la Turquie , l'Egypte, la Palestine, la Perse, les Indes Orientales, & autres lieux; Tome cinquième; Rouen; chez Robert Machuel; Avec Aprobation & Privilège du Roy, 1745, pp.142-161
9. Aldo Castellani (1996). Estratti dal diario inedito di Pietro Della Valle. Nuovo Rinascimento, pp.2-9,45; «Miscellanea di storia delle esplorazioni», T. XXI, pp. 153-214
10. Herbert Chick. (1939). A Chronicle of the Carmelites in Persia and the Papal Mission of the XVII th and XVIII th centuries. Editor H. Chick, Vol. I, London, pp.248-253.

EUROPEAN HISTORIANS ABOUT GIORGI SAAKADZE

Vazha Otarashvili, Eka Kvantaliani, Lekso Otarashvili
phmouravi@gmail.com
Giorgi Saakadze Phenomenon Research Center

Summary

Based on the research of European historians, we can conclude that Giorgi Saakadze is a true Orthodox Christian in his homeland, as well as during his forced resettlement from Georgia to Iran-Turkey and until the end of his life. He is loyal to the Bagratians of the legitimate kings of Georgia, He plans to take revenge on Shah Abbas and proposes a Christian coalition to the European allies, and in modern terms, a Christian European Union against Muslim aggression and prepares for an anti-Iranian revenge. He strongly defends Christianity and has Christian warriors in the special forces ... He is also a very respected and trustworthy person for the first people of Europe at that time, the kings or the Pope, and it was through European missionaries that Giorgi Saakadze provided Europe with the first reliable information about Georgia or that region of Asia.

კვების პროდუქტებში ნიტრატების განმსაზღვრელი ხელსაწყოების შემუშავების ზოგიერთი თვალსაზრისი

თამაზ ძაგანია, ზაალ აზმაიფარაშვილი, ელგუჯა ბუცხრიკიძე,
ვლადიმერ ფადიურაშვილი, ოლღა მელიქიძე, თამარ ქოზაშვილი

z.azmaiparashvili@gtu.ge, kozashvilitamar@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია კვების პროდუქტებში ნიტრატების განმსაზღვრელი ხელსაწყოების შემუშავების ზოგიერთი თვალსაზრისი, სირთულეების წარმოჩენა და მათი აღმოფხვრის გზები, ინჟინრული მიდგომით მიღებული შედეგების გადამოწმება და საჭიროების შემთხვევაში კორექტირება, რაც გააუმჯობესებს ხელსაწყოების ხარისხს და მოხილობას.

საკვანძო სიტყვები: ნიტრატები, მიკროპროცესორი, პოტენციალი, ელგამტარობა, პორტატული.

1. შესავალი

თანამედროვე ნანოტექნოლოგიების პერიოდში ხელსაწყოთმშენებლობაში ფართოდ გამოიყენება მიკროპროცესორული ტექნიკა; მისი გამოყენება საზომ ხელსაწყოებს გარდაქმნის ინტელექტუალურ მოწყობილად, რომელსაც შეუძლია საზომი სისტემის სრული ავტომატიზაცია, ინფორმაციის დამუშავება და გაზომვის შედეგის დისპლეიზე სასურველ ფორმაში წარდგენა. დღეისათვის უდავოა ინჟინერიისა და ტექნოლოგიების სამეცნიერო მიმართულების მიღწევების ინტეგრირების აქტიურობა სხვადასხვა დარგებში, მათ შორის, ხელსაწყოთმშენებლობაში, სადაც თანამედროვე მიკროელექტრონიკამ განუსაზღვრელად გაზარდა ინფორმაციის მიღებისა და დამუშავების სფერო.

2. ძირითადი ნაწილი

მიწის სასოფლო-სამეურნეო კულტურა წარმოადგენს მკვეთრად განსაზღვრულ ტექნოლოგიურ პროცესს, რომელიც მოითხოვს მეცნიერულ მიდგომას, რომლის გარეშეც შეუძლებელია სოფლის მეურნეობის განვითარების სწორი მიმართულების განსაზღვრა. დღეს არ შეიძლება დავკმაყოფილდეთ იმით, რასაც ბუნება იძლევა, საჭიროა მოვახდინოთ ნიადაგის შემადგენლობისა და ხასიათის შეცვლა, მისი ეფექტურობის გაზრდა ნაკლოვანებათა ლიკვიდაციის გზით. საჭიროა ნიადაგის უარყოფითი მხარეებისა და თვისებების გამოსწორება, რაც მიიღწევა ნიადაგში ორგანული სასუქების ზომიერად შეტანის ხარჯზე. ვინაიდან ნიადაგში ორგანული სასუქების ჭარბი რაოდენობით შეტანა აუარესებს ნიადაგის აგრონომიულ თვისებებს და ამავე დროს ხდება პროდუქტების გაჯერება მომწამვლელი ქიმიკატებით, შედეგად ვიღებთ ადამიანთა მოწამვლას. ასეთ მომწამვლელ ნივთიერებებს მიეკუთვნება ნიტრატები და მისი სხვადასხვა სახის ნაერთები და მინარევები. ნიტრატები არსებობს ორნარი: მეტალების ნიტრატები, რომლებიც წარმოადგენენ აზოტმჟავის მარილებს და ორგანული ნიტრატები ეთერებისა და ანჰიდრიდების სახით. მათი წყალში ადვილად ხსნადობის გამო, ნიადაგი იოლად ითვისებს მათ სასუქების სახით და ჭარბი მიწოდებისას ხდება მათი კვების პროდუქტებში გაჯერება, რაც წარმოადგენს საწამლავს და საშიშროებას ცოცხალი ორგანიზმებისათვის.

სსსკ „ანალიზი ხელსაწყოში“ შექმნილია ნიტრატების გამზომი ხელსაწყო ორი ვარიანტი ექსპრეს ანალიზისთვის, როდესაც ხდება სოფლის მეურნეობის პროდუქტების ხარისხის შემოწმება.

ასეთ ხელსაწყოებში გამოიყენება ელექტროდული სისტემები, რომელიც შედგება მემბრანული იონსელექციური ელექტროდისაგან და დამხმარე ელექტროდისაგან. მისი გამოყენება შეიძლება სტაციონალურ ლაბორატორიებში და აგრეთვე საველე პირობების დროს. ლაბორატორიულ პირობებში ხელსაწყო იკვებება ცვლადი ძაბვის წყაროდან (220ვ, 50ჰც) , ხოლო საველე პირობებში მუშაობისას, ავტონომიური ხელსაწყოს კვების ძაბვა შეადგენს მუდმივ 9 ვ.-ს

რაც შეეხება მიკროპროცესორულ ნიტრატომზომს, მისი ტექნიკური სიახლე არის სიზუსტის ამაღლება, სტრუქტურული სქემის ანალოგური ნაწილის გამარტივება, მომხმარებელი ოპერატორისთვის ინტუიტიურად გასაგები და მოქნილი ვიზუალური ინტერფეისი, ტემპერატორული ცდომილების ციფრული (ავტომატური)კორექცია. მისი მუშაობის პრინციპი ეფუძნება საანალიზო ხსნარში ჩაშვებულ ელექტროდზე (გალვანურ) მოქმედი წყალბადის იონების აქტიურობის შედეგად გამომუშავებული პროპორციული ემპ-ის გაზომვის მეთოდს. ხელსაწყოს აგრეთვე გააჩნია რეალური დროის საათი და გრძელვადიანი კალენდარი, რაც აუცილებელია კალიბრების პროცედურის მიზანმიმართულად ჩატარებისათვის. 1-ელ ნახაზზე მოცემულია ლაბორატორიული მიკროპროცესორული ნიტრატომზომის მუშაობის ალგორითმის ბლოკ-სქემა, მე-2 ნახაზზე – მისი ფოტოსურათი, ხოლო მე-3 -ზე კი საყოფაცხოვრებო დანიშნულების ანალოგური პორტატული ნიტრატტესტის ფოტო.

მიკროპროცესორულ ლაბორატორიულ ხელსაწყოს გააჩნია გრაფიკული დისპლეი, სადაც აისახება როგორც გაზომვის შედეგები, ასევე ძირითად მენიუს ვიზუალური ინტერფეისი. ძირითად მენიუს გააჩნია ოთხი პუნქტი: ერთჯერადი გაზომვა, მრავალჯერადი გაზომვა, პარამეტრები და კალიბრირება. ერთჯერადი გაზომვის შედეგად ეკრანზე გამოდის გაზომვის შედეგის რამოდენიმე პარამეტრი: pNO_3 , ელექტროდის ძაბვა, კონცენტრაცია მგ/ლ და ტემპერატურა. მრავალჯერადი გაზომვის დროს გარკვეული პერიოდით ციკლურად ხდება გაზომვა.

პარამეტრების მენიუში გადასვლისას ეკრანზე აისახება შემდეგი პარამეტრები: k, b, ინტერფეისის ენა (ინგლისური, რუსული, ქართული), ქარხნულ მდგომარეობაზე დაბრუნება, დროისა და თარიღის დაყენება. მენიუს სხვადასხვა პუნქტებზე გადასვლა და ასევე პარამეტრების დაყენება ხორციელდება წინა პანელზე გამოტანილი ე.წ. ენკოდერის

საშუალებით, რომელსაც გააჩნია ბრუნვის ორი მიმართულება და აღჭურვილია ჩაშენებული მიკროკონპით. ენკოდერის მრგვალი სახელურის დისკრეტული ბრუნვით მიიღწევა კურსორის ვერტიკალური და ჰორიზონტალური გადაადგილება, ხოლო კონკრეტული რეჟიმის ამორჩევის ფიქსაცია ხორციელდება ენკოდერში შაშენებული მიკროკონპის საშუალებით, ამისათვის საჭიროა ენკოდერის სახელურზე თითის ხანმოკლე დაჭერა ვერტიკალური მიმართულებით.

კალიბრების რეჟიმში შესვლისათვის აუცილებელია პაროლის კოდის შეტანა, რათა თავიდან ავიცილოთ უცხო პირის მიერ არასანქცირებული მოქმედებები. კალიბრირება ხდება დიალოგურ რეჟიმში. ჯერ ელექტროდი უნდა იყოს ჩაშვებული პირველ საკალიბრო სითხეში, შემდეგ კი მეორეში. ოპერაციების სწორად ჩატარების შემდეგ მიღებული საკალიბრო სიდიდეები ინახება ენერგოდამოუკიდებელ მეხსიერებაში, რაც იძლევა კალიბრირებული მონაცემების საიმედო შენახვის საშუალებას.

ნიტრატ-იონების გაზომვი ხელსაწყოს დანიშნულებასაა გაზომოს ნიტრატის იონების კონცენტრაცია კვების პროდუქტებში, ნიადაგში, ზედაპირულ და ჩამდინარე წყლებში და სხვადასხვა საინტერესო სინჯებში. მიკროპროცესორული ნიტრატომზომის გამოყენება შესაძლებელია ისეთ სფეროებში, როგორცაა კვების მრეწველობა, სოფლის მეურნეობა, ეკოლოგია და სხვა.



ნახ.2. ნიტრატ-იონების მიკროპროცესორული გამზომი ლაბორატორიული ხელსაწყო

საყოფაცხოვრებო პოტრატული ნიტრატტესტის დანიშნულებაა კვების სხვადასხვა პროდუქტებში სწრაფად და საიმედოდ შეაფასოს ნიტრატ-იონების შემცველობის დონე და მიღებული შედეგი ასახოს ორფეროვანი ინდიკაციის სახით (მწვანე, წითელი).



ნახ.3 საყოფაცხოვრებო ნიტრატტესტი

3. დასკვნა

განხილულია სასოფლო-სამეურნეო კვების პროდუქტებში ნიტრატების გამზომი ხელსაწყოების ვარიანტების შერჩევის მიდგომები და ეფექტურობა, რომ მრეწველობის განვითარებასთან ერთად იზრდება მოთხოვნილება საზოგადოების ჯანმრთელობის სფეროში, რაც მოითხოვს მომწამვლელი ნივთიერებების დასაშვები ნორმების მუდმივ კონტროლს და მაკონტროლებელი ხელსაწყოების მუდმივ სრულყოფასა და საექსპლუატაციო პირობების გაუმჯობესებას, რათა სოფლის მეურნეობის პროდუქტების მწარმოებელს გააჩნდეს სრული ინფორმაცია ნიადაგის მდგომარეობის, სარწყავი წყლის ხარისხის, მოყვანილ პროდუქტებში მომწამვლელ ნივთიერებებზე და მინერალური კვების რეჟიმზე. ვინაიდან ქიმიური სასუქების არარაციონალური და უპასუხისმგებლო გამოყენება იწვევს ნიტრატების შემცველობის ზრდას კვების პროდუქტებში.

ლიტერატურა - References – Литература :

1. Fadiurashvili V. (2007). Fundamentals of Ecological Expertise. GTU, Tbilisi (in Georgian)
2. Fadiurashvili V., Kolomikov S. (2011). Methodical instructions for conducting physico-chemical examination in expert laboratories, GTU, Tbilisi (in Georgian)
3. Fadiurashvili V., Dolidze V., Iashvili N., Makhashvili S. (2015). Fundamentals of Electrochemical Systems in Electrochemical Processes", - GTU, Tbilisi (in Georgian)
4. Azmaiparashvili Z., Tomaradze O. (2017). Sensors and Intelligent Measuring Instruments. GTU, Tbilisi (in Georgian).

SOME ASPECTS OF THE DEVELOPMENT OF DEVICES FOR THE DETERMINATION OF NITRATES IN FOOD PRODUCTS

Tamaz Dzagania, Zaal Azmaiparashvili, Elguja Butskhrikidze,
Vladimer Phadiurashvili, Olga Melikidze, Tamar Kozashvili

z.azmaiparashvili@gtu.ge, kozashvilitamar@gmail.com

Georgian Technical University

Summary

This article discusses some aspects of the development of devices for the determination of nitrates in food products, highlights the difficulties and ways to eliminate them, verifies the results obtained using the engineering approach, and, if necessary, corrects, which will improve the quality and portability of the device.

Data mining კონცეფცია, გამოყენება და მონაცემთა დამუშავების ეტაპები

დავით კაპანაძე, თეა თოდუა, თალიკო ჟვანია, მზია კიკნაძე
david@gtu.ge, tea.todua@gtu.ge, t.zhvania@gtu.ge, m.kiknadze@gtu.ge

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია მონაცემთა მეცნიერების აქტუალობის, კონცეფციების და პრინციპების, მონაცემების მოძიების, დამუშავების და მოდელირების მონაცემთა შენახვის არსის, ღირებულების და მისი გამოყენების შესახებ საკითხები. წარმოდგენილია Data Mining-ის ეტაპები, რომლებიც გამოიყენება მონაცემების დამუშავებისა და მათგან ცოდნის მისაღებად. გადმოცემულია ინფორმაცია იმ ალგორითმებისა და ტექნიკური საშუალებების შესახებ, რომლებიც საშუალებას მოგვცემს ავაწყოთ სისტემები, არსებული მონაცემების საფუძველზე „ჭკვიანი“ გადაწყვეტილებების მიღების შესაძლებლობებით.

საკვანძო სიტყვები: მონაცემთა მეცნიერება. მონაცემა მოპოვება. დიდი მონაცემები. მონაცემთა ანალიზი.

1. შესავალი

დღეისათვის დიდი მოცულობის მონაცემების ეფექტურად დამუშავება მეტად მნიშვნელოვანი ამოცანაა. მონაცემთა მეცნიერება, მსოფლიოში როგორც დარგი პოპულარული გახდა და საქართველოშიც დაიწყო განვითარება. მონაცემთა მეცნიერების შექმნის საფუძველი გახდა მონაცემთა სწრაფი ზრდა, მომავლისთვის მოსალოდნელია მონაცემთა მოცულობა ყოველ ორ წელიწადში გაორმაგდეს. ეს გამოწვეულია იმ ცხოვრების წესით, რომელშიც უკვე ბოლო ორი ათწლეულია ვცხოვრობთ. მონაცემთა ასეთი დიდი რაოდენობის საცავების შექმნა გამოწვეულია ინტერნეტის განვითარებით და ყველა სახის ინფორმაციის ციფრული სახით იმპლემენტაციით.

დიდი მოცულობის ინფორმაციის დამუშავებისა და მათი ანალიზით შესაძლებელი გახდა ახალი ღირებული ცოდნის მიღება, სწორედ ამიტომ ხშირად ამ მეცნიერებას ცოდნის „მანიინგსაც“ - მოპოვებას უწოდებენ, XXI საუკუნეში, ინტერნეტის გამოყენებით, ინფორმაცია იქცა ყველაზე შემოსავლიან პროდუქტად, განსაკუთრებით დიდია მისი როლი ბიზნესის განვითარებასა და მართვაში,

2. მონაცემთა მეცნიერება და მისი დანიშნულება

მონაცემთა მეცნიერების საშუალებით შეგვიძლია მივიღოთ ცოდნა დიდ მონაცემებზე, მათი გამოყენებით იქმნება ჭკვიანი პროგრამები, რომლებთაც შესაძლებელია გარემოზე დაკვირვება, ისინი გადაწყვეტილებას იღებს ადამიანისგან დამოუკიდებლად. უდიდესი როლი ითამაშა მონაცემთა მეცნიერებამ ხელოვნური ინტელექტის განვითარებაში. მონაცემთა მეცნიერება გამოიყენება ჩვენთვის კარგად ნაცნობ სერვისებშიც, რომელსაც ყოველდღე ვიყენებთ. ასეთია მაგალითად, ოპტიმალური ფასის მოდელირების ამოცანა, რომელიც გულისხმობს, რომ გამოითვალოს, პროდუქციის ოპტიმალური ფასი. რეკომენდაციების სისტემა, რომელსაც Youtube იყენებს [1,2].

მონაცემთა მეცნიერებებს აქვს რამდენიმე დარგი. მათგან ყველაზე ხშირად გამოყოფენ: მონაცემთა ანალიზს (Data Mining) და დიდ მონაცემებს (Big Data).

მონაცემთა ანალიზი გულისხმობს საწყისი, საჭირო მონაცემების მოპოვების პროცესს. მონაცემების გაფილტვრის, შემდეგ ხდება მათი კვლევა და ანალიზი, ხორციელდება მონაცემებს შორის დამოკიდებულების დადგენა, შესაბამისი ცვლადების მოძებნა და მათი საშუალებით სხვადასხვა დამოკიდებულებისა თუ ლოგიკის დანახვა და მათი წარმოდგენა სხვადასხვა გრაფების სახით. მონაცემებიდან იღებენ და აანალიზებენ კვლევების საჭირო, მნიშვნელოვან ინფორმაციებს. მონაცემთა ანალიზის საშუალებით მეცნიერები, მკვლევარები, თუ პოლიტიკოსები, მეტად ინფორმირებული არიან გადაწყვეტილების მიღებაში. მონაცემთა ანალიზის მთლიანი ციკლი შვიდ ეტაპად იყოფა.

დიდი მონაცემები (*Big Data*) წარმოადგენს მონაცემთა სიმრავლეს, რომელიც შეგროვება, მართვა და დამუშავება ტიპიური, ტრადიციული მონაცემთა ბაზებისა და შესაბამის პროგრამების შესაძლებლობებს ბევრად აღემატება. თუმცა დიდი მონაცემების განმარტება არ იქნება სრულყოფილი თუ მას მხოლოდ მოცულობით ჭირილში განვიხილავთ. დიდი მონაცემები დასახასიათებლად მნიშვნელოვანია:

სიჩქარე (Velocity) - დასამუშავებელ მონაცემთა შემოდინების სიხშირე. მონაცემთა შემოდინება პაკეტებად ხდება, თუმცა დღეს ინფორმაციის დიდი ნაწილის გენერირება რეალურ დროშიც ხდება. მაგალითად, სოციალურ ქსელებში შეტყობინებები, მესიჯები, ლაივ კამერების ვიდეოები და ა. შ. [2]

არაერთგვაროვნება (Variety). დიდი მონაცემები შეიძლება იყოს, სტრუქტურირებული ან არასტრუქტურირებული. [2]

არასტრუქტურირებულ მონაცემთა მოცულობა უკანასკნელ წლებში ძალზე გაიზარდა. მაგალითად, ვებ გვერდები და მისი ლოგები, სურათები, ხმოვანი ჩანაწერები. მათ, სტრუქტურირებულთან შედარებით, არ გააჩნია მკაფიოდ განსაზღვრული წესების ერთობლიობა.

სტრუქტურირებული მონაცემები გასაანალიზებლად უფრო მოსახერხებელია, რადგან მათი შენახვა ხდება მონაცემთა ბაზაში. არ აქვს მნიშვნელობა ბაზის ტიპს, რელაციურია თუ არარელაციური. კვლევის დაწყებამდე მონაცემები სხვადასხვა მონაცემთა ბაზებიდან „თავს იყრის“ მონაცემთა საცავში (*Data Warehouse*), სადაც ხდება მათი ერთი ტიპის ფორმატზე დაყვანა.

დიდი მონაცემების დამუშავება არსებული მონაცემთა ბაზების სტანდარტში არ ჯდება, რადგან სტანდარტული ბაზა მრავალჯერ მცირეა დიდ მონაცემებთან შედარებით. მათი დამუშავება ხდება ახალი მიდგომებით. ამ ეტაპზე გამოიყენება - მაგალიტად, Hadoop-ი და spark.



მონაცემთა მეცნიერება შეიქმნა სხვადასხვა დისციპლინის ბიზნესი, მედიცინა, კომპიუტერული მეცნიერება და სხვა დამხმარე მექანიზმად. ასევე შეიძლება ითქვას, რომ ის სხვადასხვა მეცნიერების დახმარებით შეიქმნა: მათემატიკა, სტატისტიკა, ინფორმაციული ტექნოლოგიები, ბიზნესი. თუმცა მომავალში ის იქნება განუყოფელი ნაწილი სხვა დარგებისგან (ნახ.1).

ნახ.1. მონაცემთა მეცნიერების ადგილი სხვადასხვა მეცნიერებებს შორის

3. Data Mining-ის გამოყენება და დანიშნულება

Data Mining-ს აქვს ფართო გამოყენება. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მისი გამოყენება და როლი ბიზნესისთვის. რადგან მისი საშუალებით ვიღებთ დიდ ცოდნას ადამიანთა მოთხოვნილებების შესახებ. შესაბამისად ბიზნესს შემგომში უადვილდება თავისი პროდუქტისა თუ მომსახურების გაყიდვა, რაც თავისთავად იწვევს გაყიდვების გაზრდას. მაგალითისთვის: „Youtube-ისთვის ვიდეოს რეკომენდაციების სისტემა საიტის შემოსავლის ერთ-ერთი მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს. მომხმარებლები ვიდეოების 70%-ს სწორედ ამ სისტემის დახმარებით ნახულობენ და საშუალოდ ითვლება, რომ ერთი მომხმარებელი Youtube-ის აპლიკაციაში ერთ საათზე ოდნავ მეტ დროს ატარებს მხოლოდ იმიტომ, რომ უწყვეტად უყურებს რეკომენდირებულ ვიდეოებს. რეკომენდაციების სისტემა შექმნილია და ვითარდება მონაცემთა მეცნიერების დახმარებით. მსგავსად მუშაობს ფეისბუქიც, მასში სახის ამოცნობის ფუქციონალი მონაცემთა მეცნიერების გზით არის შექმნილი.

data mining-ის და big data- აქტიურად გამოიყენება საარჩევნო სისტემებშიც და ზოგადად პოლიტიკაშიც, მაგალითად, ამერიკის პრეზიდენტის წინა არჩევნები, სადაც, როგორც ამბობენ საარჩევნო სისტემაში გამოყენებული იყო ფეისბუქის მონაცემები.

მას დიდი როლი აქვს მედიცინაში, ვინაიდან, ამ დარგის მეშვეობით შესაძლებელი გახდა დიაგნოზის წინასწარ უფრო სიზუსტით დასმა, სწორი მკურნალობა და გენეტიკური დარღვევის წინასწარ განსაზღვრა.

აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ მონაცემთა მეცნიერება ჯერ კიდევ განვითარების საწყის ეტაპზეა. ამიტომ ჯერ კიდევ არ შეგვიძლია ვთქვათ ამ დარგის გამოყენების ყველა სფეროს შესახებ, რაც მას შეიძლება ჰქონდეს, თუმცა ბევრი მეცნიერი დღეს უკვე თანხმდება, რომ მონაცემთა მეცნიერება, მანქანური სწავლება და ხელოვნური ინტელექტი მომავალში ყოველდღიური ცხოვრების განუყოფელი ნაწილი იქნებიან.

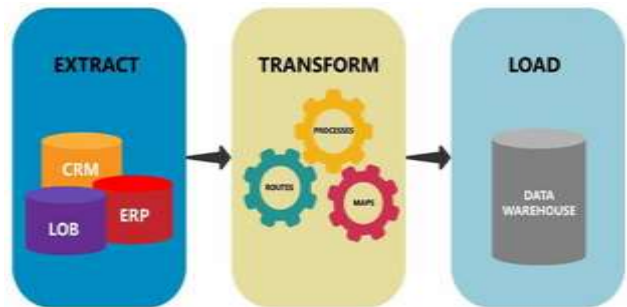
4. Data mining -ის ეტაპები

Data mining გახლავთ პროცესი როდესაც დიდი მონაცემებითა და მონაცემთა ანალიზით ვაწარმოებთ მნიშვნელოვანი და ღირებული ინფორმაციის აკუმულირებას. უნდა აღვნიშნო, რომ ეს პროცესი სულაც არ არის მარტივი, ის საკმაოდ კომპლექსურია და შედგება რამდენიმე ეტაპისგან, თითოეულ ეტაპზე დაშვებული შეცდომა მნიშვნელოვნად ცვლის ზოგად სურათს, ამიტომ აუცილებელია სიფრთხილე ყოველ ეტაპზე თითოეული პროცესის ბოლოს საჭიროა გადამოწმდეს მიღებული შედეგები.

Data mining იყოფა შვიდ ეტაპად, პირველი 4 არის მონაცემების მომზადების ეტაპი, დიდი მონაცემების ეტაპი, ხოლო დანარჩენი მიეკუთვნება მონაცემთა ანალიზის ეტაპებს.

მონაცემების მობილიზებისა და გასუფთავების ეტაპი: ამ ეტაპზე ხდება მონაცემების მობილიზება და შეგროვება. ამ ეტაპზე მნიშვნელობა არ აქვს მონაცემების სტრუქტურას იქნება ის სტრუქტურირებული (სხვადასხვა მონაცემთა ბაზები) თუ არა სტრუქტურირებული (ტექსტურ, ხმოვანი და სხვადასხვა ფაილური სისტემები), პირველ საფეხურზე ხდება შეგროვებული მონაცემების არასაჭირო ინფორმაციისგან გასუფთავება.

მეორე ეტაპი მონაცემების დასაწყობება: ამ ეტაპზე ხდება ინფორმაციის ერთად თავმოყრა Data warehouse, რადგან შესაძლოა გვექონდეს რამდენიმე მონაცემთა ბაზა ან სხვა არასტრუქტურირებული მონაცემები, რის გამოც აუცილებელია ამ ინფორმაციის ერთ ადგილზე გადატანა, ხოლო ამ ადგილს ეწოდება მონაცემთა საწყობი (Data warehouse), თუმცა მანამდე საჭიროა ეგრედ წოდებული ეტლ (extract, transform and load) წარმოება (data – extract, transform and load, ნახ.2), რომელიც შედგება თავის მხრივ სამი ეტაპისგან:



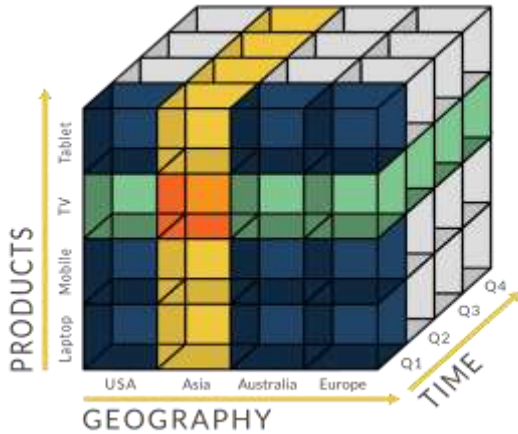
ETL - Extract, Transform, Load

ნახ.2 ETL-ის ეტაპები

- *ინფორმაციის ამოღება (extract)* - ხდება „გასუფთავებული“ ინფორმაცია მიღება სხვადასხვა მონაცემთა ბაზებიდან.
- *ტრანსფორმაცია (transform)* - ვინაიდან, მონაცემები შეიძლება იყოს არასტრუქტურირებული ან სტრუქტურირებული, საჭიროა მონაცემთა გარდაქმნა, ტრანსფორმაცია ყველა მონაცემი უნდა გადავიდეს სასურველ ფორმატში.
- *მონაცემების „დასაწყობება“ მონაცემთა საცავში (data warehouse)* - მონაცემების გასუფთავების, ამოღებისა და ტრანსფორმაციის შემდეგ შეგროვებული ინფორმაცია უნდა განთავსდეს ერთ მთლიან მონაცემთა საცავში, საიდანაც შემდეგ ხდება მონაცემების შესწავლა და მათგან ღირებული ინფორმაციის მიღება. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ მონაცემთა საწყობში ინფორმაციის ცვლილება აღარ ხდება (ჩაწერა, განახლება, წაშლა), თუმცა იმ ბაზებში საიდანაც გადმოვიტანეთ ინფორმაცია იქ შესაძლებელია მათი განახლება, საჭიროებისამებრ.
- *სასურველი ინფორმაციის სელექცია:* მეორე ეტაპის შემდეგ უკვე გვაქვს ყველა ის საჭირო ინფორმაცია, რომელიც გვჭირდება კვლევის დასაწყებად, თუმცა საქმის დეტალებისა და მიზნების

გაცნობის შემდეგ უნდა მოხდეს სელექცია სხვადასხვა ინფორმაციისა, რაც უშუალოდ გამოგვადგება მიზნის მიღწევაში. ხშირად ამ ეტაპის დროს გამოიყენებენ, ეგრედ წოდებულ ოლაპს (OLAP).

ჩვეულებრივი მონაცემთა ბაზებში და მათ შორის მონაცემთა საწყობში (Data Warehouse) მონაცემები წარმოდგენილია ორ განზომილებიან ტიპებად, ხოლო ოლაპის ყველაზე მთავარი იდეა და გამოყენება



მდგომარეობს იმაში, რომ მისი დახმარებით ჩვენ შეგვიძლია მონაცემები გარდავქმნათ მრავალ განზომილებიანად, ეს საშუალებას გვაძლევს მარტივად დავინახოთ ბევრი რამ და ახლებურად შევხედოთ მას და მათ შორის კავშირებსაც რაც საბოლოოდ ჯამში ქმნის დიდ ღირებულებას. ოლაპის მაგალითი, სამ განზომილებიანი მონაცემთა სტრუქტურა წარმოდგენილია მე-3 ნახაზზე, სადაც პროდუქტის, დროისა და გეოგრაფიის მიხედვით ნათლად ჩანს სამი ცვალების ურთიერთმიმართება.

ნახ.3. OLAP კუბი

მესამე ეტაპზე OLAP -ის გამოყენება ყოველთვის არ ხდება, თუმცა ის გამოიყენება საკმარისად ხშირად. თუ ამ ეტაპზე არ ხდება მისი გამოყენება, მაშინ შეგვიძლია მარტივად ამოვარჩიოთ ის მონაცემები, რაც მეტადაა ღირებული კვლევისთვის, შესაბამისად ხდება სელექცია და ახალი ორგანზომილებიანი მონაცემების დაკომლექტება.

- *მონაცემების ტრანსფორმაცია, სორტირება და მომზადება* დათა მაინინგის დასაწყებად: ამ ეტაპზე ხდება არჩეული მონაცემების ტრანსფორმაცია და სორტირება, რაც მონაცემებში კავშირების დანახვის და პერსპექტივის გაუმჯობესების საშუალებას გვაძლევს.

- *დამუშავებული ინფორმაციისთვის შესაბამისი ლოგიკური ფონის შერჩევა:* ამ ეტაპზე იწყება მონაცემების დამუშავებით ღირებული ცოდნის მიღების პროცესი. უკვე გვაქვს ყველა ის ღირებული ინფორმაცია, რაც არის საჭირო რომ მივიღოთ მონაცემებზე დაკვირვებით ცოდნა, თუმცა სანამ რაიმე შედეგს მივიღებთ, მონაცემებზე დაკვირვებით უნდა მოიძებნოს ინფორმაციის კავშირები და შეირჩეს სხვადასხვა პატერნი, რათა ეს მონაცემები უშუალოდ გადავტესტოთ ამ მიდგომებისა და ფორმულების მიხედვით.

- *მონაცემების დამუშავება და მონაცემებიდან ცოდნის მიღება:* შერჩეული ფონის შემდეგ აუცილებელია უშუალოდ მონაცემებზე, კვლევა და დაკვირვება, რათა მივიღოთ რაიმე დასკვამდე და შედეგამდე, ანუ ეს ეტაპი არის მთავარი კვლევის დრო სადაც ხდება საბოლოო დასკვნის მიღება.

- *მიღებული ცოდნის გასაგებ ფორმატში გადატანა ეს იქნება ჩარტები თუ სხვა:* ამ ეტაპზე უკვე მიღებულია დასკვნა და შედეგი, და საჭიროა მიღებული ცოდნის რაიმე გასაგებ ფორმატში გადატანა, მაგალითად ყველაზე პოპულარული გახლავთ ჩარტების გამოყენება, რისი მეშვეობითაც ყველას შეუძლია გააანალიზოს მიღებული შედეგი, და მასზე დაკვირვებით გამოიტანოს შესაბამისი დასკვნები.

ლიტერატურა – References:

1. Franks B. (2012), Taming the Big Data Tidal Wave: Finding Opportunities in Huge Data Streams with Advanced Analytics, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
2. Data Mining: Concepts and Techniques Second Ed., Jiawei Han Univ., of Illinois at Urbana-Champaign Micheline Kamber
3. <http://myweb.sabanciuniv.edu/rdehkharghani/files/2016/02/The-Morgan-Kaufmann-Series-in-Data-Management-Systems-Jiawei-Han-Micheline-Kamber-Jian-Pei-Data-Mining.-Concepts-and-Techniques-3rd-Edition-Morgan-Kaufmann-2011.pdf>
4. R for Data Science Import, Tidy, Transform, Visualize, and Model Data, Hadley Wickham and Garrett Grolmund.

5. <http://barbra-coco.dyndns.org/yuri/R/R%20for%20Data%20Science-%20Import,%20Tidy,%20Transform,%20Visualize,%20and%20Model%20Data.pdf>

6. <https://www.kaggle.com/> Kaggle, a subsidiary of Google LLC, is an online community of data scientists and machine learning practitioners. Kaggle allows users to find and publish data sets, explore and build models in a web-based data-science environment, work with other data scientists and machine learning engineers, and enter competitions to solve data science challenges.

DATA MINING CONCEPT, USE AND STAGES OF DATA PROCESSING

David Kapanadze, Tea Todua, Taliko Zhvania, Mzia kiknadze
david@gtu.ge, tea.todua@gtu.ge, zhvaniataliko08@gtu.ge, m.kiknadze@gtu.ge

Georgian Technical University

Summary

Efficient processing of large volumes of data is a very important task. Data science as a field become very popular in the world. The article discusses actuality of data science, conceptions and principles, data retriever, processing and modeling, data storage, value and use of data. There are discusses stages of Data mining, that are used for processing of data and to gain knowledge from it. The article also discusses the algorithms and technical means that allow us to build systems, that can make smart decisions based on existing information.

ბიზნესპროცესების მენეჯმენტის ხარისხის შეფასება 6-Sigma მეთოდით

ლილი პეტრიაშვილი, მარინა ქაშიბაძე, ნანა მაღლაკელიძე
l.petriashvili@gtu.ge, m.kashibadze@gtu.ge, n.maglakelidze@gtu.ge
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

ბოლო პერიოდში პანდემიის გავლენამ მნიშვნელოვანი ცვლილებები გამოიწვია კომპანიების სტრუქტურულ მენეჯმენტში. გამომდინარე იქიდან, რომ თანამედროვე ეპოქა გამოიჩინა ცვლილებების სწრაფი ტემპით, ნებისმიერი ორგანიზაციისთვის არსებითად მნიშვნელოვანია, ცვლილებების და გარე ფაქტორების ზემოქმედების არა მარტო იდენტიფიცირება და მათზე რეაგირება, არამედ წინასწარ განჭვრეტა და ზოგჯერ მათი გამოწვევაც კი. ამ მიდგომის თანახმად ბიზნეს - პროცესების ეფექტურად მართვის მამოძრავებელი ძალა არის ბაზრის და ზოგადად გარემოს დინამიკური ანალიზი და შეფასება, რაც კომპანიებს ეხმარება აღიჭურვონ, მართვის ისეთი ინსტრუმენტებით, რომლებიც უზრუნველყოფს მათ წარმატებას სწრაფად ცვალებად გარემოში და კონკურენტულ ბრძოლაში. აუცილებელი გახდა ციფრული ტრანსფორმაცია, რაც გადარჩენის ერთ-ერთ გზად დაისახა, რადგან ბოლო პერიოდში თითქმის ყველა სახის ოპერაციები გადავიდა ონლაინ ჭრილში. ჩატარებული კვლევების და ანალიზის შედეგად გამოვლინდა, რომ კომპანიებმა რომელთაც სწორად და დროულად მოახდინეს პროცესების რეინჟინინგი და ეფექტურად გამოიყენეს საინფორმაციო ტექნოლოგიების დანერგვის და არსებული მდგომარეობის შეფასების ეფექტური ტექნოლოგიები, მით უფრო შეამცირეს გაკოტრების რისკების ალბათობა. რაც უფრო მეტად არის კომპანია ონლაინ სერვისების მომხმარებელი და ონლაინ სივრცეში ინტეგრირებული, მით უფრო მეტად იზრდება საიმედოობის შეფასება და უსაფრთხოების რისკები. მიუხედავად იმისა, რომ თანამედროვე ტექნოლოგიების დანერგვას და მათ გამოყენების პროცესს მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება კომპანიის სტრატეგიულ და ტაქტიკურ განვითარებაში.

საკვანძო სიტყვები: ISO. Six Sigma. DMAIC. ხარისხი. სტანდარტი.

1. შესავალი

დღეს ერთ-ერთი თანამედროვე მიდგომა, რომელიც დიდი ყურადღებს იმსახურებს ტექნოლოგიების დანერგვის და შეფასებისთვის არის 6-Sigma მოდელი, რომელიც ეხმარება კომპანიებს, საიმედოობის, საქმიანი პროცესების მართვის, ხარისხის ამაღლების და ამ პროცესების სწორად მართვაში. 6 Sigma ორგანიზაციებს აძლევს საშუალებას მოახდინონ ტექნოლოგიური ტრანსფორმაცია, რაც მნიშვნელოვანწილად აუმჯობესებს კომპანიის მოგების მაჩვენებლებს, ინარჩუნებს სტაბილურობას, ზრდის პროდუქციის და მომსახურების ხარისხს და ასევე ამაღლებს თანამშრომელთა მოტივაციას. იგი მოიცავს იმ მეთოდებსა და ინსტრუმენტებს, რომელიც უზრუნველყოფს პროცესების მართვის გაუმჯობესებას. მას შეიძლება ვუწოდოთ გლობალური მეთოდოლოგია, საოპერაციო მართვის გასაუმჯობესებლად [1].

6-Sigma მეთოდის გამოყენება ბიზნეს – პროცესების მართვაში უზრუნველყოფს შეცდომების აღმოფხვრას და განსაზღვრავს მკაფიო სტრატეგიას, რომელიც ფოკუსირებულია უსარგებლო აქტივობების და არასაჭირო რესურსების ხარჯვის იდენტიფიცირებაზე. აღნიშნული მეთოდის გამოყენების ძირითადი, სტრატეგიული უპირატესობაა მომხმარებელთა კმაყოფილება და საოპერაციო ხარჯების შემცირება, რომელიც იწვევს შემოსავლების ზრდას და პროდუქტიულობის გაუმჯობესებას. 6 Sigma მეთოდი განსაზღვრავს რამდენად ეფექტურად სრულდება ანალიტიკური პროცესები და რამდენად სწორად იგეგმება ბიზნესპროცესები. აღნიშნული მეთოდით სამუშაო პროცესების შეფასებისას იყენებენ სამ განსხვავებული ფერის ქამარს, რომელიც შეესაბამება, ყვითელი, მწვანე და შავი ფერის დონეებს:



ყვითელი ქამარი - ფასდება პროექტში ცვლილებების შეტანის შესაძლებლობად;

მწვანე ქამარი - მენეჯმენტის და ანალიზური ჯგუფი, აფასებს რამდენად სწორად იმართება პროცესები;

შავი ქამარი - ფასდება პროექტთან დაკავშირებული ყველა სირთულე. ასევე შესაძლებელია 6-Sigma მეთოდის სამივე ასპექტების ერთობლივად გამოყენება [2].

6-Sigma მეთოდის გამოყენებით, შესაძლებელია ყველა სახის ინდუსტრიულ სფეროში, საქმიანი პროცესების განახლება და მართვა. ცნობილია წარმოდგენილი მეთოდის გამოყენების ე.წ. „ბენეფიტები“: პროდუქტიულობის გაზრდა; ხარისხის გაუმჯობესება; ოპერაციული ხარჯების შემცირება; მომხმარებელთა კმაყოფილება; გუნდის წევრებს შორის კომუნიკაციის გაუმჯობესება.

ჩამონათვალი კომპანიებს აძლევს შეაძლებლობას, მომავალი საქმიანობა დაგეგმონ ეფექტურად და ადაპტირება მოახდინონ გარემო ფაქტორებთან. 6 Sigma – ს გამოყენება უზრუნველყოფს ბიზნეს გეგმის ეფექტურობის და ანალიტიკური შესაძლებლობების გაფართოებას, ასევე ამცირებს დანახარჯებს და ზრდის შემოსავალს. თვალნათლივ წარმოადგენს, თუ როგორ უნდა მოახდეს პროცესების რაციონალიზაცია და პერსონალის ჩართულობის გაზრდა. ასევე მომსახურების პროცესის და პროდუქციის ხარისხის გაუმჯობესება.

2. ძირითადი ნაწილი

ბიზნეს - პროცესების მართვაში 6 Sigma მოდელს იყენებენ შეცდომების იდენტიფიცირების, არსებული ხარვეზების გამოსწორების და სტანდარტებთან შესაბამისობაში მოყვანისთვის. მასში ინტეგრირებულია ხარისხის ISO სტანდარტით აღიარებული სხვადასხვა მეთოდი და ინსტრუმენტი.

ექვსი სიგმა მეთოდოლოგიის გამოყენებისას კომპანიაში ტარდება მიმდინარე ბიზნეს - პროცესების მართვის ხარისხზე ორიენტირებული სტრატეგიული კონტროლი, სადაც იდენტიფიცირებული პრობლემა ნაწილდება ხუთ ბიჯად: განსაზღვრა, გაზომვა, ანალიზი, გაუმჯობესება და კონტროლი ამ პროცესს ასევე DMAIC (Define, measure, analyze, improve, and control) - ს მეთოდოლოგიასაც უწოდებენ. აღნიშნული მეთოდი, როგორც აღვნიშნეთ ორიენტირებულია ხარისხის მართვის სტრატეგიის განსაზღვრაზე და მიმდინარე პროცესების გაუმჯობესებაზე, რომლის მუშაობის ალგორითმი მოცემულია 1-ელ ნახაზზე

განსაზღვრა - ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კომპონენტია, სადაც უნდა მოხდეს დასახული მიზნის და არსებული პრობლემების განსაზღვრა. პრობლემა უნდა შეფასდეს რაოდენობრივად რადგან მდგომარეობის რიცხვითი მნიშვნელობით წარმოდგენა, ზუსტად ახდენს გატარებული ღონისძიებების შემდეგ არსებული პირობების გაუმჯობესების ან პრობლემის აღმოფხვრის შემდეგ მდგომარეობის შეფასებას. ასევე განსაზღვრის ეტაპზე უნდა მოხდეს ბიზნეს - პროცესებითან დაკავშირებული საკითხების შეფასება და წარმოდგენა.

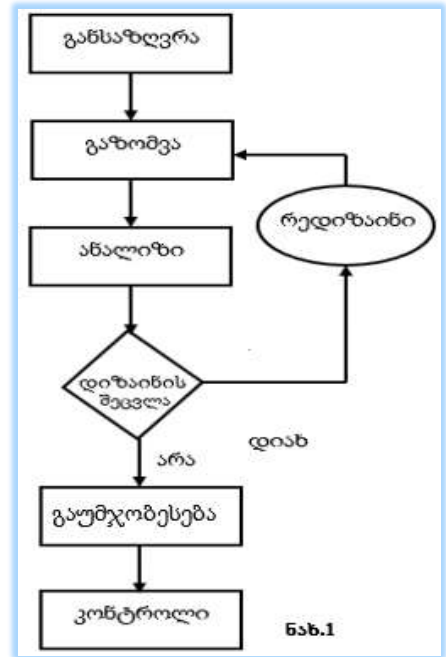
გაზომვა - განსაზღვრის ეტაპის შემდეგ, პროცესი გადადის გაზომვაში ანუ მდგომარეობის რიცხვითი ფორმატით ასახვაში. მაგალითად, თუ განსაზღვრა, რომ "წარმოებაში გამოშვებული პროდუქციის რაოდენობა, ბოლო ორი თვის განმავლობაში 12 პროცენტით გაიზარდა“, მაშინ უნდა ჩატარდეს დამატებითი გაზომვები, რათა გამოვლინდეს, ზუსტად რა დროს და დროის ერთეულში რა სიხშირით მოხდა დაზიანება, ასევე შეფასდეს დაზიანების მაჩვენებელი და ზიანის დონე და ა.შ.

ანალიზი - სხვადასხვა პერიოდში ჩატარებული ერთი ან რამდენიმე გაზომვის შედეგი თავს იყრის ცენტრალიზებულ მონაცემთა ბაზაში მათი შემდგომი ანალიზისთვის.

გაუმჯობესება - მოცემულ ბიჯზე ხდება გაანალიზებული შედეგების საფუძველზე არსებული მდგომარეობის შეფასება და გასაუმჯობესებელი ღონისძიებების დაგეგმვა. ტარდება საპილოტე კვლევები, იკვეთება თუ რომელი გადაწყვეტილების მიღებაა საუკეთესო. შერჩევის ყველაზე შესაფერისი გადაწყვეტის შემთხვევაში, გუნდს შეუძლია განახორციელოს გაუმჯობესების გეგმა და პროექტის დასრულების ვადები.

კონტროლი - მოცემული ეტაპების გავლის შემდეგ აუცილებელია მთელი რიგი კონტროლის მექანიზმების შემუშავება და წარმოდგენა, რათა გაზომვებით მიღებული შედეგები ზუსტად შეესაბამებოდეს დაგეგმილს. კონტროლის ღონისძიებების შესრულებისას შეიძლება დაგეგმილი იყოს კონკრეტული ვადები, მაგალითად, ყოველთვიური, ყოველდღიური და ყოველწლიური და ა.შ. უნდა ტარდებოდეს პერიოდული მონიტორინგი. ანგარიშში წარმოდგენილი უნდა იყოს კარგად ფორმირებული დოკუმენტირებული შედეგები [3].

6-Sigma-ს გამოყენება ნაყოფიერია კომპანიების ყოველდღიური საქმიანობის შეფასებისთვის, რადგან მისი ერთ-ერთი ძლიერი მხარე შესრულებულ სამუშაოზე გამოყოფილი დროის შეფასებაში მდგომარეობს, რაც კომპანიებს ეხმარება ოპტიმალურად გადაანაწილონ დრო შესასრულებელი სამუშაოს პროპორციულად. იგი ასევე უზრუნველყოფს ხარვეზების შემცირებას, რომელიც ორგანიზაციებს აძლევს საშუალებას არჩევანი გააკეთონ მომხმარებელთა მოცდილებაზე და მათ კმაყოფილებაზე. ორგანიზაციებში პროგრამული უზრუნველყოფის დანერგვისას აუმჯობესებს, როგორც დანერგვის ისე მისი გამოყენების ხარისხს, რადგან მასში ინტეგრირებული საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი პროტოკოლები, გამორიცხავს შემთხვევითობას და ზუსტად მორგებულია იმ გარემოზე რაც ჭირდება ორგანიზაციას პროდუქტიულობის გაზრდისა და მდგრადობის შენარჩუნებისთვის. ექვსი სიგმას უპირატესობებში შედის გამჭვირვალობა, არჩევანი ენერგოეფექტურობაზე, ხარვეზების გამორიცხვა და არსებულთან შედარებით უკეთესი შედეგები, მომავალში გაუმჯობესების პერსპექტივით [4]. მისი გამოყენება კომპანიების ავტომატიზირებულ პროცესების მენეჯმენტში საკმაოდ ეფექტურია, გარდა იმისა რომ პროცესში გამოყენებულია მაღალი დონეზე სერტიფიცირებული პროდუქტები ასევე შესაბამის განყოფილებას ხელმძღვანელობენ მენეჯერები, რომლებსაც აქვთ სერტიფიცირება, ექვსი სიგმას სიგელით, არიან მაღალ ანაზღაურებადი, დიდ მნიშვნელობას ანიჭებენ სამუშაოს შესრულების



ეფექტურობას და პროფესიონალ კადრებს, რომელთა მონიტორინგით ხდება პროცესების ავტომატიზაცია და წარმადობის მაჩვენებლის განსაზღვრა.

როგორც აღვნიშნეთ 6-Sigma-ს გამოყენების მიზანია ბიზნეს - პროცესების მართვა და პროდუქტიულობის გაზრდა მასში ინტეგრირებული საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი პროტოკოლებით. მაგ., თუ როგორ უნდა გავხადოთ მდგრადი სტატისტიკური პარამეტრი, რომელიც ანალიზებს მონაცემთა გავრცელებას ან განაწილებას, რაც რეალურად ხელს უწყობს პროდუქტიულობის ეფექტურობის გაზრდას. ვარიაციის გაზომვისთვის და პროდუქტიულობა შეფასებისთვის 6-Sigma მეთოდში გამოიყენება მათემატიკური მოდელები, მაგ., როცა მოცემულ დიაპაზონში გასაზომი ცვლადი სიდიდეებია (x_1, x_2, x_3, \dots)

$$\text{დიაპაზონი: } R = X_{MAX} - X_{MIN}; \text{ ვარიაცია: } \sigma^2 = \frac{\sum(x_1 - \bar{X})^2}{n-1}$$

$$\text{სტანდარტული გადახრის მაჩვენებელი: } \sigma = \sqrt{\frac{\sum(x_1 - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\text{გრძელვადიანი სტანდარტული გადახრის მაჩვენებელი: } \sigma_{LT} = \sqrt{\frac{\sum(x_1 - \bar{X})^2}{n-1}}$$

$$\text{მოკლევადიანი სტანდარტული გადახრის მაჩვენებელი: } \sigma_{ST} = \frac{\sum R_1}{1,128(n-1)}, \text{ სადაც } R \text{ არის დიაპაზონი}$$

ყოველ ორ მომდევნო გასაზომ სიდიდეს შორის.

უნდა აღინიშნოს, რომ „Six Sigma“ - ს გამოყენება ეფექტურად ხდება ფინანსური სერვისის ინდუსტრიაში, რომელიც ამცირებს ხარჯებს და აუმჯობესებს ხარისხს 20% -იდან 50% მდე. იგი შეიძლება ჩაითვალოს, როგორც საერთო ენა ორ დაინტერესებულ მხარეს შორის, რომლის ერთ მხარეს საინფორმაციო ტექნოლოგიებია, ხოლო მეორე მხარეს კომპანიის დაქვემდებარებაში არსებული სხვადასხვა პროექტის განხორციელებაში ჩართული ადამიანები და რესურსები [5]. Six Sigma - ს გამოყენებისას, შეფასების პროცესში ინტეგრირებულია IT ტექნოლოგიები, რაც მიზნად ისახავს გაიზომოს და გააუმჯობესდეს, როგორც შიდა პროცესები, როგორცაა ქსელის სიჩქარე, პროგრამული უზრუნველყოფის გამართულობა და საიმედოობა, ასევე ბიზნეს - პროცესების მენეჯმენტის საკითხები. ასეთ დროს პარალელურად ხდება, როგორც ტესტირების პროცესი ასევე პროგრამული უზრუნველყოფის დანერგვა და მისი ტექნოლოგიურად გაუმჯობესება.

3. დასკვნა

ბიზნეს - პროცესების მართვაში 6 Sigma მეთოდი გამოიყენება, როგორც კომპანიის სასიცოცხლო ციკლის გაუმჯობესების ინსტრუმენტი, რომელიც ახდენს არსებული პრობლემის იდენტიფიცირების და მათი გადაჭრის ეფექტური გზების მოძიებას. იგი ორგანიზაციებს აძლევს საშუალებას გააუმჯობესონ ბიზნეს - პროცესები, ისე რომ მაქსიმალურად დაცული იყოს მათ მიერ შერჩეული ტექნოლოგიის თუ სხვა სახის პროგრამული პროდუქტის საერთაშორისო სტანდარტი. აღნიშნული მეთოდოლოგია კომპანიებში უზრუნველყოფს, როგორც არსებული ისე დაგეგმილი ტექნოლოგიების თუ სხვადასხვა სერვისების დანერგვის ეფექტურობის განსაზღვრას, მათი თანამედროვე სტანდარტების შესაბამისობის გათვალისწინებით. იგი აუმჯობესებს თანამედროვე ტექნოლოგიების, როგორც დანერგვის ისე მისი გამოყენების ხარისხს, რადგან მასში ინტეგრირებული საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი პროტოკოლები, გამორიცხავს შემთხვევითობას და ზუსტად მორგებულია იმ გარემოზე რაც ჭირდება ორგანიზაციას პროდუქტიულობის გაზრდისა და მდგრადობის შენარჩუნებისთვის. 6 Sigma წარმოადგენს ინსტრუმენტთა ერთობლიობას, რომელთა გამოყენებით ხდება ბიზნეს - პროცესების გაანალიზება და შეფასება, თუ რამდენად სწორედ და საერთაშორისო ISO სტანდარტებთან შესაბამისობაში არის მოცემული ტექნოლოგიური პროცესი მართული.

ლიტერატურა - References:

1. Aveta Business Institute Limited - Six Sigma Online, 'The History And Development Of Six Sigma'. [Online]. Available: <http://www.sixsigmaonline.org/six-sigma-trainingcertification-information/articles/the-history-and-development-of-six-sigma.html>. [Accessed: 15-Jun-2019]

2. D.R. Christian, Jr. (2018). Implementing Quality in Laboratory Policies and Processes: Using Templates, Project Management, and Six Sigma. Boca Raton, London, New York: CRC Press, Taylor & Francis Group
3. <https://www.isoconsulting.ge/qmstrainings-ge>.
4. Process Quality Associates Inc. The Evolution of Six Sigma. (2019). Internet resource: <http://www.pqa.net/ProdServices/sixsigma/W06002009.html>
5. Sue Reynard. (2007). Making a Profit from Game-changing Inventions. SixSigma Magazine. pp.20–27, Feb-

SIX SIGMA METHOD FOR EVALUATING THE QUALITY OF BUSINESS PROCESS MANAGEMENT

Lily Petriashvili, Marina Kashibadze, Nana Maghlakelidze
l.petriashvili@gtu.ge, _m.kashibadze@gtu.ge, n.maghlakelidze@gtu.ge

Georgian Technical University

Summary

The discussed methodology ensures the determination of the effectiveness of the introduction of both existing and planned technologies or various services in the companies, taking into account the compliance with their modern standards. It improves the quality of both the introduction and use of modern technologies, because the protocols integrated in it meet the international standards, eliminate randomness and are precisely adapted to the environment that the organization needs to increase productivity and maintain sustainability. 6 Sigma is a set of tools used to analyze business processes and evaluate how well a given technological process is managed in accordance with international ISO standards.

კიბერუსაფრთხოების მნიშვნელობა და გამოწვევები XXI საუკუნეში

ემელიანე გოგილიძე, ნათია გოგილიძე
emelianegogilidze@yahoo.com, nataligogilidze@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე

განხილულია კიბერუსაფრთხოების პრობლემები, დღეს არსებული მდგომარეობა და კიბერდანაშაულთან ბრძოლის მეთოდები. XXI საუკუნეში, მსოფლიო ინტერნეტიზაციამ წარმოშვა „კიბერსივრცე“ და „კიბერდანაშაული“. იგი ინფორმაციული და ტექნოლოგიური ინფრასტრუქტურის ურთიერთკავშირში არსებული კომპლექსია, რაც გულისხმობს: გლობალურ ინტერნეტსა და ტელეკომუნიკაციის ქსელებს, კომპიუტერულ სისტემებს, პროცესორებს, სერვერებს და მაკონტროლირებელ მოწყობილობებს, რომლებიც მრეწველობის სხვადასხვა დარგში გამოიყენება. ახალი ტექნოლოგიების განვითარებასთან ერთად იზრდება საფრთხეები, რომლებიც აზიანებს „კიბერსივრცეს“ და მის მომხმარებელს. სახელმწიფოს პირდაპირი მოვალეობაა ეროვნული უსაფრთხოების უზრუნველყოფა, კრიტიკული ინფორმაციისა და ინფორმაციული ინფრასტრუქტურის დაცვა, როგორც უცხო სახელმწიფოს, ისე არასამთავრობო სუბიექტებისა და დაჯგუფებების მხრიდან ხელყოფისგან, რათა თავიდან იქნას აცილებული საიდუმლო ინფორმაციის მოპარვა ან ქსელის დაზიანება/განადგურება.

საკვანძო სიტყვები: კიბერსივრცე. კიბერუსაფრთხოება. კიბერდანაშაული. კიბერშეტევა.

1. შესავალი

სახელმწიფოს უსაფრთხოების რეალურ საფრთხეს წარმოადგენს „კიბერშეტევები“, რომლებიც მიმართულია ისეთი სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ინფრასტრუქტურის განადგურებისკენ, როგორებიცაა: სატელეკომუნიკაციო ქსელების, ენერგოგენერირების და ნავთობ-გადამამუშავებელი, ელექტრომომარაგების, საფინანსო, ჯანდაცვისა და სატრანსპორტო სისტემები.

კიბერდანაშაულთან ბრძოლისას მთავარი პრობლემა ის არის, რომ რთულია შემსრულებლებთან ვინაობისა და ადგილსამყოფელის დადგენა. დამნაშავეს ან დამნაშავეთა ჯგუფს შეუძლია დამალოს არამართო თავისი მონაწილეობა „კიბერშეტევაში“, არამედ ქსელის სხვა მომხმარებლად ან ანონი-მურად დაფიქსირდეს.

2. ძირითადი ნაწილი

კიბერუსაფრთხოების სტრატეგიის პრინციპები და რეკომენდაციები. კიბერუსაფრთხოება სახელმწიფო მნიშვნელობის სტრატეგიული პრობლემაა. კიბერუსაფრთხოების ეროვნული სტრატეგია ემსახურება სახელმწიფოს ინფორმაციული სისტემებისა და მთლიანად, ინფრასტრუქტურის უსაფრთხოებისა და სანდოობის გაზრდას, რომელიც ამავდროულად მაქ-სიმალურად ამცირებს რისკებს. კიბერსტრატეგია ეს არის მოდელი, რომელიც საშუალებას იძლევა კიბერუსაფრთხოების საკითხების მოგვარებას ქვეყნის შიგნით. როგორც წესი, თითოეული ქვეყნის კიბერუსაფრთხოების სტრატეგიებს გააჩნია საერთო პრინციპები, რომელიც შიძლება შემდეგნაირად ჩამოყალიბდეს:

- სახელმწიფო მოდელისა და პოლიტიკის შემუშავება, რომელიც მიმართულია კიბერუსაფრთხოების უზრუნველყოფაზე;
- სახელმწიფო პარტნიორობაზე დაფუძნებული შესაბამისი მექანიზმის განსაზღვრა, რომელიც კერძო და სახელმწიფო სექტორის დაინტერესებულ მხარეებს საშუალებას აძლევს განიხილონ და დაამტკიცონ პოლიტიკა დაკავშირებული კიბერუსაფრთხოების პრობლემებთან;
- აუცილებელი პოლიტიკისა და მექანიზმების რეგულაციების დაგეგმვა/განსაზღვრა, როლე-ბის, უფლებებისა და პასუხისმგებლობის მკვეთრი გამოიჯენა კერძო და სახელმწიფო სექტორისთვის;
- საერთაშორისო დონეზე თანამშრომლობა, ინფორმაციის გაცვლაზე კიბერდანაშაულის შესახებ და აუცილებელი საკანონმდებლო ბაზის არსებობა. ეს საშუალებას იძლევა განხორციელდეს თანამშრომლობა საერთაშორისო დონეზე.
- კრიტიკული ინფორმაციის ინფრასტრუქტურის (CII – Critical Information Infrastructure Protection) განსაზღვრა. მათ შორის ძირითადი აქტივების, მომსახურებისა და ურთიერთდამოკიდებულების განვითარება;
- მზადყოფნის ამაღლება, ინციდენტებზე რეაგირების დროის მაქსიმალურად შემცირება, დაზიანებული კრიტიკული ინფორმაციის ინფრასტრუქტურის დროული აღდგენისა და დაცვის მექანიზმების გეგმის შემუშავება. ორგანიზაციული სტრუქტურების ინტეგრაციის აუცილებელი განსაზღვრა, რომელთა ვალდებულებებში შედის ამაღლებული მზადყოფნის საშუალებების, დაცვის მექანიზმებისა და დაზიანებული ინფრასტრუქტურის დროული აღდგენის გეგმების დამუშავება, დანერგვა და ტესტირება;
- კომპლექსური კვლევების ჩატარება და პროგრამების განვითარებაზე მუშაობა, რომელიც მიმართულია კიბერსივრცის უსაფრთხოების პრობლემების გადაჭრაზე. ინტელექტუალური რესურსების განვითარება [1,2].

2.1. კიბერუსაფრთხოების სახეობები

აშშ-ს კონტროლის პალატის (United States Government Accountability Office, Information Security: Cyber Threats and Vulnerabilities Place Federal Systems at Risk (Washington DC: US GAO, 2009) დადგენილებით კიბერუსაფრთხოები შემდეგნაირად კვალიფიცირდება:

- სახელმწიფო - უცხოქვეყნების სადაზვერვო სამსახურები კომპიუტერულ ტექნოლოგიებს იყენებენ ინფორმაციის შეგროვებისა და ჯაშუშობისთვის. სახელმწიფო, სადაზვერვო სამსახურებით ანხორციელებს კიბერშეტევებს მოწინააღმდეგე სახელმწიფო(ებ)ზე დეზინფორმაციის, დესტაბილიზაციის, დამინების ან ფართომასშტაბიანი კიბერომის წარმოების მიზნით. ამისთვის ხშირად ხდება

მოქალაქეთა პერსონალური მონაცემების მოპარვა/ გამოყენება. მსგავსი ქმედებების გაკონტროლება ძალიან რთულია;

➤ *კორპორაციები, კომპანიები* - სამრეწველო/კორპორაციული ჯაშუშობა და დივერსიული საქმიანობა, რაშიც ისინი ხშირად იყენებენ ჰაკერებსა და ორგანიზებულ დამნაშავეთა ჯგუფებს. ასევე შეუძლიათ დაარღვიონ ადამიანის უფლებები პიროვნების პერსონალური მონაცემების შეგროვებით-სა და ანალიზის გზით, ან ზოგ შემთხვევაში მოცემული მონაცემების გაცვლა სახელმწიფო ორგანოებთან ან სხვა დაინტერესებულ პირებთან;

➤ *ჰაკერები* - მათი უმრავლესობის ქმედებას კრიმინალური ხასიათი აქვს. საკმარისია მხოლოდ ინტერნეტიდან შესაბამისი ინსტრუქციებისა და პროტოკოლების გადმოწერა და მათი გამოყენება საიტზე კიბერშეტევის ორგანიზებისთვის. ამის გამო, კიბერშეტევის განხორციელება მომხმარებელი-სთვის ადვილად ხელმისაწვდომია. ჰაკერთა მომსახურებით სარგებლობენ არამარტო კორპორაციები და კომპანიები, არამედ სადაზვერვო ან სხვა სახის სპეციალური სამსახურებიც;

➤ *„ჰაკტივისტები“* - სოციალური პროტესტის გამოხატვა, რომელიც მიმართულია გარკვეული Web-გვერდების ან საფოსტო სერვისების წინააღმდეგ. პოლიტიკური მიზნებიდან გამომდინარე ჰაკტივისტები მიისწრაფვიან დააზიანონ ან საერთოდ მწყობრიდან გამოიყვანონ ზოგიერთი Web-გვერდი;

➤ *ტერორისტები* - ცდილობენ მნიშვნელოვანი ობიექტები გამოიყვანონ მწყობრიდან, გაანად-გურონ ან გაომიყვანონ თავიანთი მიზნებისთვის. მათი ქმედება სერიოზული საფრთხის ქვეშ აყენებს სახელმწიფოს ეროვნულ უსაფრთხოებას, იწვევს მსხვერპლს, ასუსტებს ეკონომიკას, ზიანს აყენებს საზოგადოების მორალურ მდგომარეობასა და ამცირებს მათ სანდოობას ხელისუფლების მიმართ;

➤ *ბოტნეტი (Internet bot-სპეციალური პროგრამა, რომელიც ავტომატურად ან დავალებით ასრულებს იგივე მოქმედებებს, რასაც ჩვეულებრივი მომხმარებელი)* - ფარულად დაყენებულია მსხვერპლის/ობიექტის კომპიუტერში, რაც ბოროტმოქმედს საშუალებას აძლევს დავირუსებული კომპიუტერის რესურსებით, შეასრულოს გარკვეული ქმედებები;

➤ *ფიშერები (Phishing - ინტერნეტ სივრცეში მაქინაციების სახეობა, რომლის მიზანია კონკრეტული მომხმარებლის კონფიდენციალური მონაცემების - ე.წ. Login-ისა და პაროლის, მიღება)* - ფიზიკური პირები, რომლებიც იყენებენ ფიშინგის ტექნოლოგიებს პერსონალური რეკვიზიტების მოპარვისა და ფასიანი ინფორმაციების გაყიდვის მიზნით. თავიანთი მიზნების მისაღწევად ფიშერები ხშირად იყენებენ Spam-ებს და ჯაშუშურ პროგრამებს;

➤ *პედოფილები* - აქტიურად იყენებენ ინტერნეტს საბავშვო პორნოგრაფიის გასავრცელებლად, ასევე სოციალურ ქსელებს პოტენციური მსხვერპლების გასაცნობად;

➤ *„ნიგერიული წერილები 419“ (Scam 419)* - მაქინაციის სახეობა, რომელიც განვითარდა E-mail-ის მასიური დაგზავნით. სახელწოდება მიიღო იმის გამო, რომ განსაკუთრებულად განვითარდა ნიგერიაში, საიდანაც საერთაშორისო მასშტაბები მიიღო.

როგორც წესი, ზემოთ მოცემულ კიბერსაფრთხეების წარმოშობის წყაროების ყველა სახეობას, მიზნის მისაღწევად, აქტიურად იყენებს არამარტო კრიმინალური სამყარო, არამედ სახელმწიფო სადაზვერვო ან სხვა სახის სპეცსამსახურები.

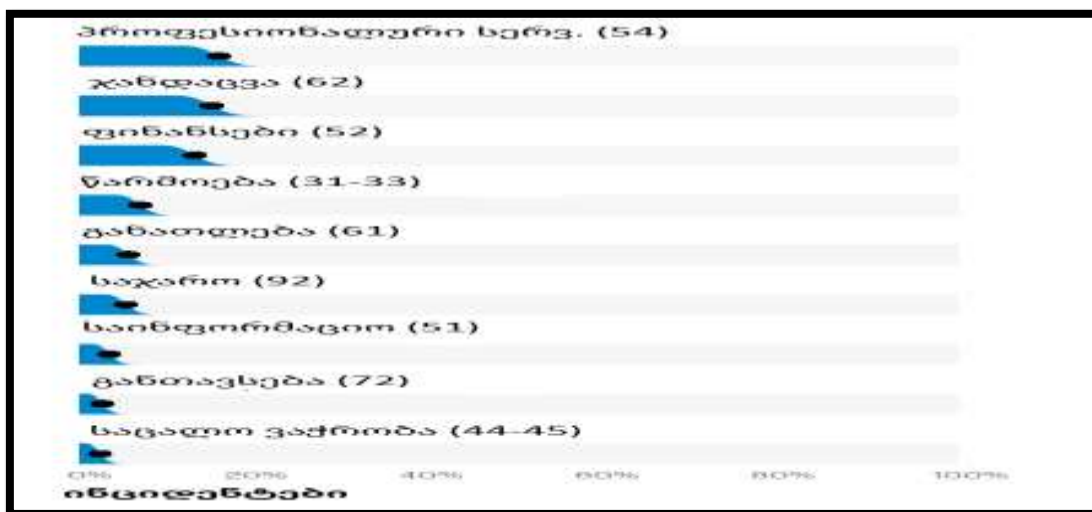
2.2. კიბერსაფრთხეებთან ბრძოლა

ყოველდღიურად ათასობით კიბერშეტევა ხდება როგორც საჯარო, ისე კერძო სექტორზე. კიბერშეტევების სამიზნე შეიძლება იყოს კონფიდენციალური ინფორმაციის წყაროები და ის ძირითადად ხორციელდება დანაშაულის მიზნით (ნახ.1):

ინციდენტები:	სულ	მცირე	დიდი	უცნობი	დარღვევა:	სულ	მცირე	დიდი	უცნობი
განთავსება (72)	87	38	9	40		61	34	7	20
ადმინისტრაციული (56)	90	13	23	54		17	6	6	5
აგროკულტურა (11)	4	2	0	2		2	2	0	0
მშენებლობა (23)	31	11	13	7		11	7	3	1
განათლება (61)	382	24	11	347		99	14	8	77
გართობა (71)	6,299	6	6	6,287		10	2	3	5
ფინანსები (52)	927	50	64	813		207	26	19	162
ჯანდაცვა (62)	466	45	40	381		304	29	25	250
საინფორმაციო (51)	1,094	30	37	1,027		155	20	18	117
მუზეუმები (55)	4	1	3	0		2	1	1	0
წარმოება (31-33)	352	27	220	105		87	10	22	55
მაინინგი (21)	28	3	6	19		15	2	5	8
სხვა სერვისები (81)	78	14	5	59		54	6	5	43
პროფესიონალური სერვ. (54)	670	54	17	599		157	34	10	113
საჯარო (92)	23,399	30	22,930	439		330	17	83	230
უძრავი ქონება (53)	22	9	5	8		14	6	3	5
საგადო ვაჭრობა (44-45)	234	58	31	145		139	46	19	74
ვაჭრობა (42)	34	5	16	13		16	4	8	4
ტრანსპორტი (48-49)	112	6	23	83		36	3	9	24
კომუნალური (22)	23	3	7	13		8	2	0	6
უცნობი	7,350	0	3,558	3,792		289	0	109	180
სულ	41,686	429	27,024	14,233		2,013	271	363	1,379

ნახ.1. კიბერდანაშაულების სტატისტიკა, 2 თვის ინტერვალი (აშშ)

ინციდენტების ყველაზე დიდი რაოდენობა, საჯარო და გართობის სექტორზე მოდის. კვლევამ აჩვენა, რომ ფინანსურად მოტივირებული კიბერშეტევების რაოდენობა მთლიანი შეტევების 15%-ია, რომელთა 2/3 წარმატებით სრულდება. წარმატებულ შეტევაში უაღრესად დიდია ფინანსურად მოტივირებული კიბერშეტევის (Financial Motivation Cyber Attack) მაჩვენებელი. FMCA-ის ინციდენტები არაპროპორციულ გავლენას ახდენს პროფესიონალურ სერვისებზე, ჯანდაცვასა და ფინანსებზე. ეს ნიშნავს, რომ ცხრილის ზედა ნაწილში მოცემული ინდუსტრიებიდან მოპოვებული ინფორმაცია უფრო მეტად ღირებულია. ამიტომ, ამ ინდუსტრიებს მონაცემთა დაცვის მაღალი დონე უნდა ჰქონდეს (ნახ.2):



ნახ.2. კიბერშეტევის FMCA-ის ინციდენტების მაჩვენებლები, 1 თვის ინტერვალი (რუსეთი)

კიბერსაფრთხეებთან ბრძოლისას პრობლემას წარმოადგენს ის ფაქტი, რომ ინფორმაციული და საკომუნიკაციო ქსელების უმეტესობა კერძო სექტორის საკუთრებაშია, როცა მათ უსაფრთხოებაზე პასუხისმგებლობა ეკისრება სახელმწიფოს. პროცესში კერძო სექტორის მონაწილეობა გაცილებით ართულებს ქსელების დაცვასა და უსაფრთხოებას. სახელმწიფოს და კერძო სექტორს გააჩნიათ სხვადასხვა ინტერესები და მიზნები, რაც ამცირებს კიბერსივრცის დაცვის ეფექტურობას.

ეს პროცესი კიდევ უფრო რთულდება, როცა საკითხი იღებს გლობალურ ხასიათს, რომლის გადაწყვეტაში დიდი როლი ენიჭება საერთაშორისო ნორმებს, სუბიექტებსა და სტანდარტებს. ამ უკანა-სკნელმა შეიძლება შეასრულოს გარკვეული კატალიზატორის როლი მოცემულ პროცესში, მიმარ-თული როგორც ეროვნული, ისე საერთაშორისო სამართლებრივი ბაზის სრულყოფისა და ჰარმო-ნიზაციისკენ, სადაც იგულისხმება კიბერდამნაშავეთა სამართლებრივი დევნა, მონაცემთა შენახვა და დაცვა, ასევე ქსელის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის პრინციპები და კიბერშეტევებზე ოპერატიუ-ლი რეაგირება.

აუცილებელია ინტერნეტ-მომხმარებლის ცნობიერების ამაღლება ისეთ საკითხებში, როგორც-ცა: კომპიუტერული მაქინაციები, პირადი რეკვიზიტების მოპარვა, ინტერნეტში არსებული დანაშა-ულებები, ინტერნეტის ეთიკა და სხვ.

ინტერნეტში მილიარდობით ადამიანის პირადი ინფორმაცია ინახება, რასაც შესაბამისი დაცვა სჭირდება. სწორედ ამას ითვალისწინებს ISO სტანდარტი (ISO/IEC 27701), რომლის მიზანია ინტერნეტ-სივრცისა და პერ-სონალური ინფორმაციის დაცვა [3].

3. საქართველოს კიბერუსაფრთხოების სტრატეგია, პოლიტიკა და გამოწვევები

საქართველოში არ არსებობს ერთიანი ორგანო, რომელიც კოორდინაციას გაუწევს ქვეყნის კიბერსივრცის დაცვასა და უზრუნველყოფს კიბერუსაფრთხოებასთან დაკავშირებულ ღონისძიებებს, სამინისტროებსა და უწყებებს შორის. განხორციელებულმა საკონსტიტუციო ცვლილებებმა და უშიშროების საბჭოს ალტერნატიული ორგანოს უსაფრთხოებისა და კრიზისების მართვის საბჭოს შექმნამ, გამოიწვია მოცემული საკითხის დროებით ღიად დატოვება. კერძოდ, უშიშროების საბჭომ, რომელმაც შეიმუშავა კიბერუსაფრთხოების სტრატეგია, და რომლის ფარგლებშიც უნდა ყოფი-ლიყო კიბერსივრცის დაცვის საკითხებზე მომუშავე უწყებათაშორისი კომისია, თავისი ფუნქციები მოცემულ სფეროში გადასცა უსაფრთხოებისა და კრიზისების მართვის საბჭოს, სადაც ჯერჯერ-ობით ამ მიმართულებით წინსვლა არ არის. მიუხედავად ამისა, კანონში „ინფორმაციული უსაფრ-თხოების შესახებ“ განსაზღვრულია კიბერუსაფრთხოებაზე პასუხისმგებელი და მაკოორდინირებე-ლი სახელმწიფო ორგანო.

„საქართველოს კიბერსივრცეში ინფორმაციული უსაფრთხოების წინააღმდეგ მიმართული ინცი-დენტების მართვას, ინფორმაციული უსაფრთხოების კოორდინაციისკენ მიმართულ სხვა, მასთან დაკავშირებულ საქმიანობას, რომელიც კიბერუსაფრთხოების პრიორიტეტული საფრთხეების აღმოფხვრას ემსახურება, ახორციელებს მონაცემთა გაცვლის სააგენტოს კომპიუტერულ ინციდენტებზე დახმარების ჯგუფი, რომლის მოვალეობაა: ინფორმაციული უსაფრთხოების დაცვის შესახებ რეკომენდაციების გაცემა, კომპიუტერული ინციდენტების ანალიზი, აღრიცხვა, მათი დროული გა-მოვლენა, რეაგირება, კოორდინაციის უზრუნველყოფა და სხვ.

2014 წ. თავდაცვის სამინისტროს ფარგლებში შეიქმნა სსიპ „კიბერუსაფრთხოების ბიურო“, რომელიც ქვეყნის კიბერუსაფრთხოებაზე პასუხისმგებელი და რომლის მიზანია კიბერდამნაშა-ულთან ბრძოლის ერთიანი სახელმწიფო პოლიტიკის გატარება, ინფორმაციული უსაფრთხოების პოლიტიკის შემუშავება და მისი განხორციელების ხელშეწყობა, ბიუროს კომპეტენციას მიკუთვ-ნებული სფეროს მარეგულირებელი კანონმდებლობის შემუშავება და სრულყოფა და კანონმდებ-ლობით დადგენილი სხვა საქმიანობის განხორციელება. უკანასკნელ პერიოდში, საქართველოში საგანგაშოდ გაიზარდა კიბერშეტევების რაოდენობა, რომლებიც აზიისა და აფრიკის ქვეყნებიდან ხორციელდება. უმეტესად გვხვდება ე.წ. "ფიშინგ" შეტე-ვები. 2021 წ. პირველი 3 თვის მონაცემებით საქართველოში საბანკო ანგარიშებზე კიბერშეტევათა რიცხვი 211%-ით გაიზარდა; დაზარალებულთა რაოდენობა - 457 [4,5,6,7].

3. დასკვნა

ინფორმაციული და კიბერუსაფრთხოების პროფესიონალი სპეციალისტების არსებობა მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს უსაფრთხოების დონეს და აჩქარებს თავდაპირველი მდგომარეობის აღდგენას მინიმალური დანაკარგებით, კიბერშეტევის შემდეგ. კიბერუსაფრთხოების სტრატეგიაში აუცილებლად უნდა განისაზღვროს ინფორმაციული უსაფრთხოების სპეციალისტების საგანმანათლებლო პროგრამების განვითარება, რომელიც ხელს შეუწყობს კიბერუსაფრთხოების სანდო და პროფესიული ფუნდამენტის შექმნას. კიბერსივრცეში არსებული საფრთხეები და რისკები არცთუ ისე დიდი ხნის წინ წარმოიშვა, თუმცა, ინტერნეტისა და ტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ, დადებითი პროცესების პარალელურად, გამოიწვია კიბერდანაშაულის ზრდა. კიბერსივრცეში საფრთხეების შესამცირებლად, მსოფლიო-ომ დაიწყო ორგანიზაციული სტრუქტურული ერთეულების შექმნა/განვითარების პროცესი.

აუცილებელია შეიქმნას საერთაშორისო კიბერდანაშაულებთან ბრძოლის სააგენტო, სადაც ყველა სუვერენული სახელმწიფო იქნება გაერთიანებული, კიბერკვიმინალთან საბრძოლველად და ერთმანეთისთვის გამოცდილების გასაზიარებლად. ევროინტეგრაციის გზაზე საქართველო ვალდებულია, უსაფრთხოების შესაბამისი ნორმები დაიცვას; იგულისხმება კიბერსივრცის დაცვა. საჭიროა საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი ეროვნული კიბერკანონმდებლობის შექმნა, საერთაშორისო თანამშრომლობის ხარისხის გაზრდა, საზოგადოების ცნობიერების ამაღლება და საგანმანათლებლო სისტემის შემუშავება. მნიშვნელოვანია საერთაშორისო ცოდნის და გამოცდილების გათვალისწინება, რაც ხელს შეუწყობს კიბერუსაფრთხოების სფეროში საქართველოს ორგანიზაციული და სტრუქტურული სუბიექტების განვითარებას, კოორდინირებული მუშაობის ამაღლებასა და ეფექტური ღონისძიებების გატარებას, კრიტიკული ინფორმაციული ინფრასტრუქტურისა და პერსონალური თუ სხვა სახის მონაცემთა დაცვის მიმართულებით. სწორი კიბერსტრატეგიის გარეშე შეუძლებელია კიბერდანაშაულებთან ბრძოლა. ამისთვის აუცილებელია საქართველოში პროფკადრების მომზადება და მოსახლეობის მაქსიმალური ჩართულობა კიბერუსაფრთხოების პროცესში. სახელმწიფოს მხრიდან ფინანსურთან ერთად, სხვა ყველა აუცილებელი მხარდაჭერის გამოხატვაა საჭირო, რადგან კიბერკვიმინალი მარტო საბანკო სფეროს არ გულისხმობს, იგი ტერორიზმის ერთ-ერთი განხრაცაა. ყურადღების ოდნავმა „კიბერმოდუნებამაც“ კი, შეიძლება სავალალო შედეგებამდე მიგვიყვანოს.

ლიტერატურა – References

1. Democratic Governance Challenges of Cyber Security, Buckland B.S., Schreier F., Winkler T.H. (2010). DCAF Horizon 2015 Working PaperSeries
2. <http://genevasecurityforum.org/files/DCAF-GSF-cyber-Paper.pdf>;
3. <http://www.dcaf.ch/Publications/Democratic-Governance-Challenges-of-Cyber-Security>;
4. Law on Information Security, 19/06/2012;
5. http://www.economy.ge/uploads/kanonmdebloba/kavshirgabmuloba/informaciuli_usaftrxoeba.pdf;
6. Approval of the Statute of the Legal Entity of Public Law - Cyber Security Bureau. (2014). Order of the Minister of Defense of Georgia №8, 2014, February 6 35212&lang=ge.

THE IMPORTANCE AND CHALLENGES OF CYBERSECURITY IN THE XXI CENTURY

Gogilidze Emeliane, Gogilidze Natia
emelianegogilidze@yahoo.com, nataligogilidze@gmail.com
Georgian Technical University

Summary

The article discusses problems of cybersecurity, its present-day trends and methods of fighting cyber-crime. Internet globalization created cyberspace and cyber-crime in 21st century. Cyber-space is a complex existing between information and technology infrastructure involving global internet and telecommunication networks, computer systems, processors, servers and controllers used in different fields of industry. The development of new technology causes the increase of the threats to cyberspace and its users. It is the prime responsibility of a state to ensure national security, protection of critical information and information infrastructure from malicious use by foreign states or individuals or group in order to prevent the stealing of classified information or damaging/destroying of the network.

მუნიციპალური „ცხელი ხაზის“ სერვისების დამუშავების ავტომატიზაცია

ლია ტუღუში

lia.tughushi@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი. თბილისი,

რეზიუმე

განხილულია მუნიციპალური მომსახურების ავტომატიზებული სისტემის აგების საკითხები სატელეფონო „ცხელი ხაზის“ პროცესების მოდელირებისა და პროგრამული რეალიზაციის საფუძველზე. მოქალაქის მომსახურება ხდება არა ინტერნეტით ან სხვა საჭიროებებით, არამედ მხოლოდ სატელეფონო ზარით. ზარის განხორციელების შემდგომ პროცესების სრულად ავტომატიზაციის საფუძველზე მოქალაქეს მიეწოდება სრულყოფილი სერვისი. გათვალისწინებულია მოქალაქეთა მომსახურება „ერთი ზარის პრინციპის“ დანერგვით. კერძოდ, მოქალაქე განახორციელებს ზარს და იგი მიიღებს არა მხოლოდ კონსულტაციას და განმარტებას, არამედ ზარის ავტომატიზაციის შედეგად მიიღებს მზა - შესრულებულ სამუშაოს.

საკვანძო სიტყვები: მუნიციპალური მმართველობა. ცხელი ხაზი. საქმიანი პროცესი. სერვისი. ავტომატიზაცია. ერთი ზარის პრინციპი.

1. შესავალი

პანდემიის პირობებში მუშაობის გამოცდილებამ კიდევ უფრო მეტად დაგვანახა ელექტრონული სერვისების გაუმჯობესების და განახლების აუცილებლობა. როგორცაა, მაგალითად, მოქალაქეთა ფექტიანი მომსახურებისთვის საჭიროა სატელეფონო მომსახურების ავტომატიზაცია.

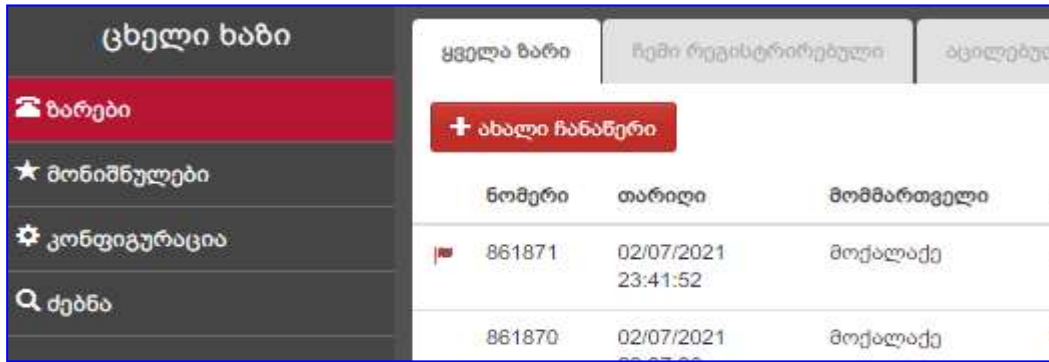
აღნიშნული საქმიანი პროცესის (ნაკადის - Workflow) ტექსტური აღწერა ასეთია: „მოქალაქის მიერ ‘ცხელ ხაზზე’ განხორციელებული ზარის შედეგად მიღებული შეტყობინება ელექტრონული პროგრამის საშუალებით დაუყოვნებლივ, ავტომატურად გადაეცემა შესასრულებლად შესაბამის სამსახურს. მსგავსად იმისა, როგორც ყველა საჯარო სექტორში არსებობს „დოკუმენტბრუნვის“ სისტემა, საჭიროა ცხელ ხაზზეც დაინერგოს ე.წ. „შეტყობინება ბრუნვის–ბარათების“ სისტემა. კერძოდ ელექტრონული პროგრამის საშუალებით ბარათი პროგრამულად დაეწეროს არსებულ სტრუქტურაში მომუშავე შესაბამის თანამშრომელს“.

2. ძირითადი ნაწილი

➤ **პროგრამის აღწერა:** ცხელი ხაზის პროგრამა შექმნილია დისტანციური მომსახურების სამსახურის და შემსრულებელ სამსახურებს შორის ურთიერთკავშირის გაუმჯობესების მიზნით [1]. პროგრამა საშუალებას იძლევა, დროულად მოხდეს მოქალაქეთა მომსახურების პროცესში გამოვლენილი, თითოეული პრობლემური საკითხის წერილობით დაფიქსირება და შესაბამის სამსახურთან გადამისამართება.

პროგრამაში ავტორიზაციის გავლის შემდეგ, მთავარ გვერდზე ხდება მოდულის – „ცხელი ხაზის“ არჩევა. პროგრამის სტრუქტურა შედგება ოთხი ბლოკისგან (ნახ.1).

- ზარები;
- მონიშნულები;
- კონფიგურაცია;
- ძებნა.



ნახ.1

ზარების ბლოკი მოიცავს მიღებული დავალებების ტაბს. ეს არის ცხრილი, სადაც მოცემულია ყველა ის დავალება, რომელიც დაეწერა შემსრულებელს. მიღებული დავალებების ტაბში შეგვიძლია ვნახოთ თითოეული ზარის საინფორმაციო ბარათი. ასევე ზარების ბლოკში არის საინფორმაციო ბარათების ექსელის პროგრამაში პორტირების შესაძლებლობა.

ცხელ ხაზზე შემოსული ზარები იყოფა 2 ტიპად: *კონსულტაცია* და *ინციდენტი*. პროცესის ბიზნეს წესები კი ასე გამოიყურება:

- შემსრულებლებთან ხვდება მხოლოდ ინციდენტის ტიპის ზარები ბარათების სახით;
- შემსრულებლები მიმაგრებულენია კონკრეტულ თემატიკებზე, თავიანთი სამსახურის მიერ და ეს საკითხი თანხმდება ყველა სამსახურთან ინდივიდუალურად;
- ერთ საკითხზე შეიძლება იყოს რამდენიმე შემსრულებელი;
- ყველა შემსრულებელი პასუხისმგებელია მხოლოდ თავისი მიმართულებით;
- შემსრულებელს ცხელი ხაზის პროგრამაში ბარათის მიღება ეცნობება როგორც პროგრამაში, ასევე გაეგზავნება SMS შეტყობინება.

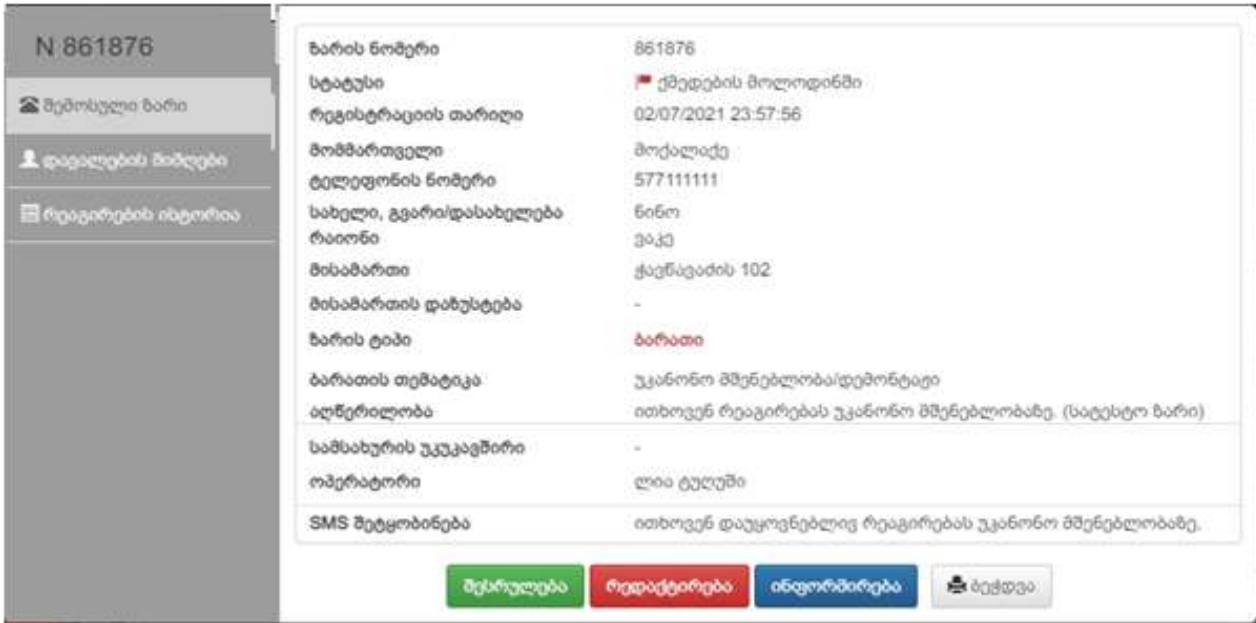
➤ **ზარის სტატუსები:** ყველა ზარს აქვს მიმაგრებული ფერადი დროშა. დროშა აღნიშნავს ზარის სტატუსს. დროშების ფერი განსხვავდება სტატუსის მიხედვით. კერძოდ: მწვანე – შესრულებული; წითელი – მიმდინარე; ლურჯი – აცილებული; ნარინჯისფერი – ნაწილობრივ შესრულებული; გაუქმებული – ამ შემთხვევაში დროშა არ არის. იმ შემთხვევაში, როდესაც ცხელი ხაზის ოპერატორი თავად ასრულებს შემსრულებლისთვის გასაგზავნ ბარათს, შემსრულებელს პირდაპირ დასრულებული ეწერება.

➤ **ზარის საინფორმაციო ბარათი:** ზარის საინფორმაციო ბარათის საშუალებით შემსრულებელს აქვს ინფორმაცია დარეგისტრირებული ზარის შინაარსსა და მოქალაქის მონაცემების შესახებ. ზარის საინფორმაციო ბარათზე მოცემული დილაკები კი შემსრულებელს აძლევს შესაძლებლობას განახორციელოს შესაბამისი რეაგირება.

საინფორმაციო ბარათის დილაკების საშუალებით შემსრულებელს შეუძლია განახორციელოს შემდეგი ქმედებები: შესრულება – შესაბამისი რეაგირების შემდეგ საქმის დასრულება; აცილება – საქმის აცილება, რომელიც შემსრულებლის კომპეტენციას არ ეხება; ინფორმირება – ინფორმაციის დამატება; ბეჭდვა – მოცემული ინფორმაციის დაბეჭდვა (ნახ.2).

საინფორმაციო ბარათზე ქმედების განხორციელებისას შემსრულებელს აქვს შესაბამისი კომენტარის გაკეთების შესაძლებლობა მაგალითად: ვხსნით ზარის საინფორმაციო ბარათს > ვირჩევთ „ინფორმირების დილაკს“ > ვავსებთ აღწერის ველს > ვაჭერთ შენახვას

იგივე ფანჯარას გამოგვიტანს „აცილების“ ან „შესრულების“ დილაკის არჩევის შემთხვევაშიც. საჭიროებებიდან გამომდინარე შესაძლებელია კომენტარის გაკეთება. შემსრულებელი გარკვეული სამუშაოს შესრულების შედეგს უკუკავშირით აცნობებს მოქალაქეს ან ქოლ ცენტრს სამუშაოს შესრულების თაობაზე.



ნახ.2

➤ საინფორმაციო ბარათს აქვს შემდეგი ტაბები: შემოსული ზარი – გვიჩვენებს ინფორმაციას ზარის შესახებ; დავალების მიმღები - გვიჩვენებს შემსრულებელს, ვისაც დაეწერა საქმე; რეაგირების ისტორია - გვიჩვენებს თუ ვის გადაეცა პირველად ზარი, მოხდა თუ არა აცილება და ა.შ

➤ ძებნა – ძებნის ბლოკის დახმარებით შესაძლებელია მონაცემების სხვადასხვა პარამეტრით გაფილტვრა და განაცხადის მოძებნა.

შესაძლოა განვიხილოთ შემსრულებლისთვის ინფორმაციის მიწოდების ალტერნატიული გზა. კერძოდ, კონკრეტული აუდიო ჩანაწერის ოპერატიულად მიწოდება. გარდა აუდიო ჩანაწერისა შესაძლებელია შემსრულებელს გადაეგზავნოს მოქალაქის მიერ მოწოდებული სხვა აუცილებელი მასალაც. როგორცაა მაგალითად, არსებული ინციდენტის ამსახველი ფოტოსურათი, რომელსაც მოქალაქე მიაწვდის ქოლ-ცენტრს და ქოლ-ცენტრი კი შემსრულებელს. აღნიშნულის საფუძველზე შემსრულებელი მყისიერად რეაგირებს ინციდენტზე. ასევე მუშავდება იდეა ბარათების პროგრამის სატელეფონო აპლიკაციის შექმნის თაობაზე. რადგან სავსე შემსრულებლები, რომლებიც მუდმივად მოძრაობენ მუნიციპალიტეტის ტერიტორიაზე, არ იმყოფებიან კომპიუტერთან, იყენებენ მეტად ინფორმირებულები და შეტყობინებების ნახვა და მათზე რეაგირება შეეძლოთ სატელეფონო აპლიკაციით.

მიზანშეწონილია პროგრამას მუნიციპალური რგოლების გარდა დაემატოს გარე მოხმარების სერვისიც. გარე სტრუქტურები, სხვადასხვა სამინისტროები და ორგანიზაციები უნდა ჩაერთონ ბარათების-შეტყობინებების მიღება-გადაცემის ელექტრონულ პროგრამაში.

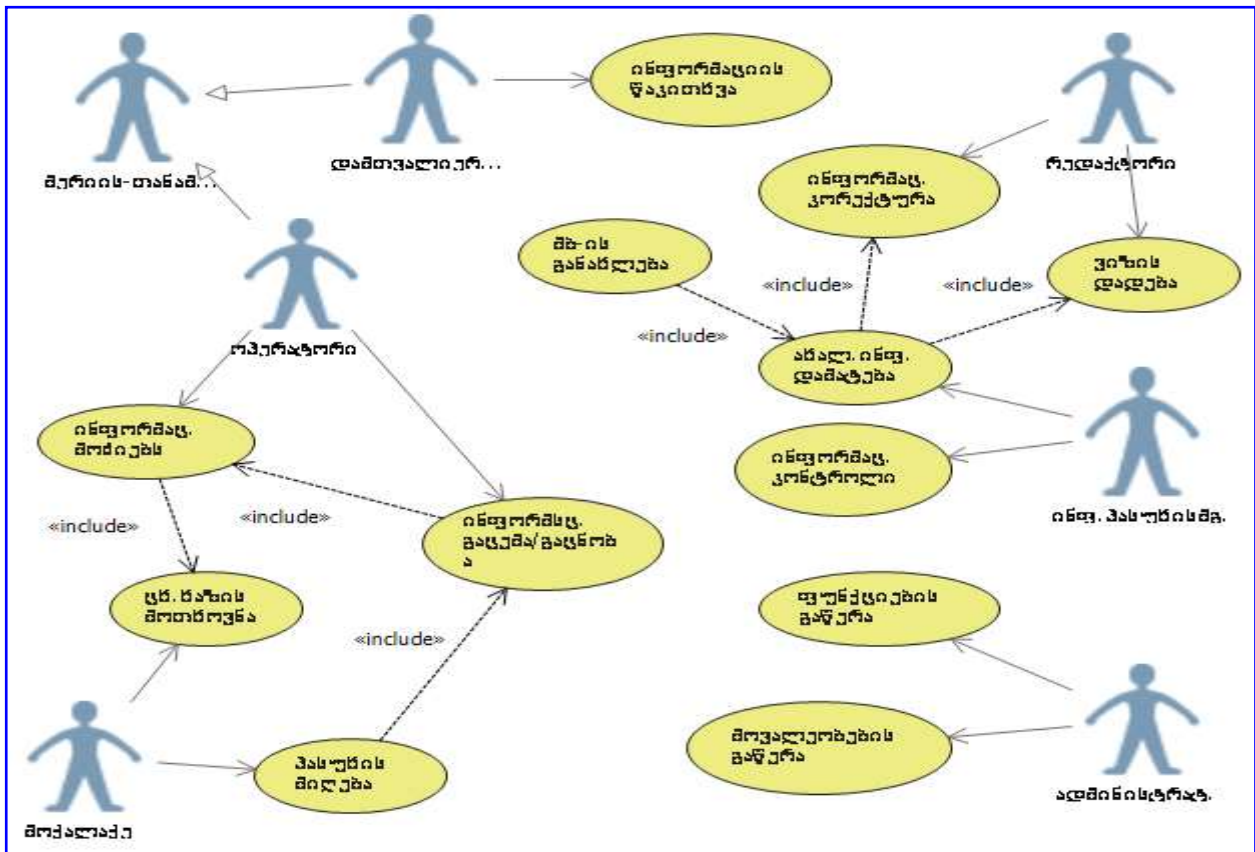
აღნიშნული ელექტრონული პროგრამის დანერგვის დროს მნიშვნელოვანია ასევე შეტყობინების გადაცემის შემდეგ შემსრულებლის მხრიდან უკუკავშირის ვადების დადგენა. ეს პროგრამის დანერგვის მეორე ეტაპზე განიხილება. თემატიკის მიხედვით თითოეულ სამსახურთან ინდივიდუალურად უნდა მოხდეს შეტყობინებაზე რეაგირების გონივრული ვადების დადგენა. შემსრულებელს ექნება ვალდებულება მიღებულ შეტყობინებაზე რეაგირება მოახდინოს დადგენილ ვადაში წინააღმდეგ შემთხვევაში პროგრამა დამატებით მონიშნავს შეტყობინებას როგორც ვადაგადაცილებულს, რაც გამოიწვევს გარკვეულ პასუხისმგებლობას შემსრულებლის მხრიდან, რადგან მოქალაქის მიერ მოთხოვნილი საკითხი საჭირო ვადებში მუნიციპალიტეტმა არ შეასრულა. პროგრამას ექნება მუნიციპალიტეტის ზედა რგოლისთვის დათვალისწინებული რეჟიმში ყველა ასეთი შეტყობინებების ნახვის საშუალება. შესაბამისად მოქალაქის მხრიდან მოთხოვნილი საკითხის არ შესრულება მკაცრად გაკონტროლდება.

აღნიშნული სერვისით მოქალაქისთვის აღარ არის აუცილებელი ამა თუ იმ მუნიციპალიტეტში ფიზიკურად მისვლა და რიგებში დგომა. ამისთვის არც კომპიუტერი და ინტერნეტი მისთვის საჭირო. საჭიროა მხოლოდ სატელეფონო ზარის განხორციელება მუნიციპალიტეტში. მოქალაქე, რომელიც იძულებულია საგანგებო პირობების დროს დარჩეს სახლში, საჭიროებს უფრო მეტად ისარგებლოს სხვადასხვა ქოლ-ცენტრით და სატელეფონო მომსახურებით.

➤ მუნიციპალური ინფორმაციის თავმოყრა ერთ სივრცეში – „საინფორმაციო ბაზაში“, საიდანაც იგი ხელმისაწვდომი ხდება ნებისმიერი მოქალაქისთვის. ამ მოდულს პირობითად ვუწოდოთ „MERIAPEDIA“ - მერიის ვიკიპედია - თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგია, ჰიპერტექსტური გარემო, რომელშიც მრავალ ადამიანს ერთდროულად შეუძლია ტექსტური ინფორმაციის შექმნა, რედაქტირება და სტრუქტურირება.

ელექტრონული მოდული „მერია-პედია“ მერიის სარგებლობაში არსებული საინფორმაციო ბაზაა, რომლის უმთავრესი მიზანიც არის მერიის კუთვნილებაში არსებული ყველა სახის ინფორმაციისა და მონაცემის სწრაფი და ოპერატიული მოძიების შესაძლებლობის უზრუნველყოფა [2].

სისტემის მომხმარებლებია: ქ. თბილისის მუნიციპალიტეტის მერია (ადმინისტრაცია, სამსახურები, დაფუძნებული იურიდიული პირები და გამგეობები); რედაქტორი; ადმინისტრატორი და სხვ. (ნახ.3).



ნახ.3. მერიის „ცხელი ხაზის“ ფრაგმენტის UML_UseCase დიაგრამა: როლები და ფუნქციები (აგებულია Visual Studio.NET 2015 გარემოში) [3]

საინფორმაციო ბაზასთან კავშირი უნდა დაამყაროს საქართველოს ყველა მუნიციპალიტეტმა. მისი შესაბამისი სამსახური უზრუნველყოფს ბაზაში მუდმივად განახლებული ინფორმაციის ჩატვირთვას. აღნიშნულ ინფორმაციას კორექტირებას გაუწევს სპეციალური სარედაქციო ჯგუფი. ხოლო შემდეგ დაზუსტებულ ინფორმაციას განათავსებს შესაბამის ადგილას.

ყველა სამსახურისათვის აღნიშნულ მოდულს განსხვავებული დატვირთვა გააჩნია:

- **ცხელი ხაზი და მომსახურების სფერო** – მომსახურების სფეროს წარმომადგენელი სამსახურებისათვის აღნიშნული მოდული გახლავთ ინფორმაციის მიღების წყარო, რომლის მეშვეობითაც შესაძლებელია ნებისმიერი საკითხის ირგვლივ სრულფასოვანი, ამომწურავი და რაც მთავარია, სანდო ინფორმაციის მოპოვება. აღნიშნულ ინფორმაციაზე სრულად არის პასუხისმგებელი „ინფორმაციის მფლობელი“ (ინფორმაციის მწარმოებელი) სამსახური;

- **ინფორმაციის მფლობელი სამსახურები** - მოდულით „მერია პედია“ სარგებლობა სავალდებულოა მერიის დაქვემდებარებაში არსებული ნებისმიერი სტრუქტურული ერთეულისათვის და დაფუძნებული იურიდიული პირისათვის. თითოეულ ხსენებულ სტრუქტურულ ერთეულს აღნიშნულ მოდულში უნდა ჰქონდეს თავისი გვერდი, განყოფილება, თუ კაბინეტი, საიდანაც მას ექნება სხვადასხვა სახის და დანიშნულების ინფორმაციის განთავსების შესაძლებლობა. სამსახურის დაქვემდებარებაში არსებულ ყველა თანამშრომელს შესაძლოა ჰქონდეს სამსახურის კუთვნილი ყველა ინფორმაციისა და მონაცემის ნახვის უფლება, მაგრამ სამსახურის სახელით ინფორმაციის დამატების უფლება უნდა ჰქონდეს მხოლოდ ამ უფლების მატარებელ კონკრეტულ პიროვნებებს.

მოდულში არსებული როლები და ფუნქციები ასახულია მე-3 ნახაზზე. მოდულის მთავარ გვერდს პირობითად ექნება შემდეგი სახე (ნახ.4).

ნახ.4. მთავარი გვერდის ინტერფეისი

3. დასკვნა

ამგვარად მუნიციპალური „ცხელი ხაზის“ სერვისების დამუშავების ავტომატიზაცია სერვის ორიენტირებული არქიტექტურის საფუძველზე, მკვეთრად აუმჯობესებს მოქალაქეებისთვის მუნიციპალური სერვისის მიღების შესაძლებლობას. გახდის მას უფრო მარტივს და ხელმისაწვდომს.

ლიტერატურა – References:

1. "Hotline" - Electronic Program - (Instruction for Services). MSDA. Tbilisi Municipality City Hall. Hotline: 2722222. Internet resource: <https://tbilisi.gov.ge/page/3172> (10.05.2021)
2. Petriashvili L., Surguladze G. (2017). Data Management Modern Technologies (Oracle, MySQL, MongoDB, Hadoop). ISBN 978-9941-27-176-2. GTU, Tbilisi, 2017. -202 p., (in Georgian)
3. Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G. (2017). Hybrid Software Technologies and Data Engineering for Management Information Systems. Monograph, ISBN 978-9941-20-790-7. GTU, „Techn.Univ.“, Tb., -1001 p., (in Georgian)

AUTOMATION OF PROCESSING MUNICIPAL "HOTLINE" SERVICES

Lia Tughushi

lia.tughushi@gmail.com

Georgian Technical University

Summary

Municipal service's automatized system's construction issues, with the evidence of telephonic "hotline"s processes model and program's realization is discussed in the article. Citizen does not get the service with the internet and other necessities. They get service only with the phone calls. After making the call, process is fully automatic and that is the evidence for the citizen to get the full service. Service "with the principle of one call" is considered to be installed. In particular, citizen will make a phone call and will get already ready-done work, with the information and consultation.

საექსპერტო სისტემები განათლების სისტემაში

თინათინ კაიშაური, ია ირემადე, თამარ ნასყიდაშვილი

t.kaishauri@gtu.ge, i.iremadze@gtu.ge, tamarnasyidashvili@gmail.com

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

რეზიუმე:

განხილულია განათლების სფეროში საექსპერტო სისტემების შემუშავების და გამოყენების პრობლემები, აგრეთვე ამგვარი სისტემის გამოყენების კონკრეტული მაგალითები. სტატიის ავტორების მიერ შემოთავაზებულია არამკაფიო ლოგიკის აპარატის გამოყენების აუცილებლობა ქვესისტემის ინტელექტუალური შემუშავების და პროექტირებისათვის.

საკვანძო სიტყვები: ინფორმაციული ტექნოლოგიები. საექსპერტო სისტემა. არამკაფიო ლოგიკა. განათლების სისტემა.

1. შესავალი

ოთხმოციანი წლების დასაწყისში ხელოვნური ინტელექტის მიმართულებით კვლევებმა სულ უფრო ფართომასშტაბიანი ხასიათი მიიღო თითქმის ყველა სამეცნიერო და საზოგადოებრივ სფეროში. კვლევის პროცესში წარმოქმნილი პრობლემების გადაჭრის მნიშვნელოვანი ფაქტორი აღმოჩნდა საექსპერტო სისტემების ფორმირება, რომელსაც ხშირად სამეცნიერო წრეებში მოიხსენიებენ როგორც „ცოდნის ინჟინერია“. სახელწოდება შემოტანილი იქნა ე.ფეიჰანზაუმის მიერ. საექსპერტო სისტემები - პროგრამების ერთობლიობაა, რომლებიც ამოცანის ამოხსნისას, ზოგიერთ შემთხვევაში ითავსებენ საგნობრივი სფეროს ექსპერტის ფუნქციებს და პროცესის ერთგვარ იმიტაციას წარმოადგენენ; სახელწოდებაც შესაბამისად აქედან მომდინარეობს.

ყოველი საექსპერტო სისტემა გარკვეული ურთიერთდაკავშირებული ქვესისტემების კლასია, რომელშიც მოიაზრება ადამიანური რესურსი, როგორც ცოდნის ინჟინერია, დიალოგის ანუ შეკითხვების ფორმირების ქვესისტემისა და წესების ნაკრები, რომლებიც მნიშვნელოვანია დასკვნის მიღების პროცესისთვის. საექსპერტო სისტემების შემუშავება და გამოყენება წარმოადგენს ეკონომისტების, ფინანსისტების, პედაგოგების, მედიკოსების, ფსიქოლოგების, პროგრამისტების, ლინგვისტების ინტერესების სფეროს; თუმცა უნდა აღინიშნოს, რომ ამ ინტერესს აქვს არასაკმარისი ფინანსური მხარდაჭერა. აუცილებელია სახელმძღვანელოებისა და ლიტერატურის რესურსის გაზრდა, სიმბოლური პროცესორების და ხელოვნური ინტელექტის მუშა სადგურების გაფართოება, კვლევების დაფინანსება აღნიშნულ სფეროში, საექსპერტო სისტემების შემუშავებისათვის მჭირია პროგრამული პროდუქტები სამამულო ბაზარზე, ხოლო ის რაც არსებობს იმდენად ძვირია, რომ კვლევისა და ანალიზის ეფექტის შედეგების გამოყენებას ხდის პრაქტიკულად მიუწვდომელს.

თეორიული კვლევის ანალიზმა და პედაგოგიურმა პრაქტიკამ აჩვენა, რომ არასაკმარისი ყურადღება ეთმობა დისტანციურ სწავლებაში საექსპერტო სისტემების შემუშავებას. განათლების სფეროში საექსპერტო სისტემები ხშირ შემთხვევაში გამოიყენება ცოდნის ბაზის ასაგებად, საგნობრივი სფეროს შინაარსის მინიმალური აღწერილობით, რაოდენობრივი და ხარისხობრივი შეფასების გათვალისწინებით.

განათლებაში, საექსპერტო სისტემების გამოყენება შესაძლებელია დავშალოთ ორგანული: წარდგენის პირველ ჯგუფს მიეკუთვნება საექსპერტო სისტემებთან მომუშავე ავტორი-მკვლევარები, რომლებიც იკვლევენ თეორიულ-პედაგოგიურ ასპექტებს განათლებაში; მეორე ჯგუფში მოიაზრებიან ავტორები, რომლებმაც არსებული ტექნოლოგიების საფუძველზე, პედაგოგებთან ერთად შეიმუშავეს კონკრეტული საექსპერტო საწვრთნელი (მწვრთნელი) სისტემები. მესამე ჯგუფში კი ავტორები, რომლებიც იკვლევენ განათლებაში საექსპერტო სისტემების შექმნის ახალ მიდგომებს.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, წარდგენის პირველი ჯგუფი ორიენტირებულია საექსპერტო სისტემებში გამოყენებული თეორიული და პედაგოგიურ ასპექტების ანალიზისთვის. დიაგნოსტიკების

ჩასატარებელი საექსპერტო სისტემა, სწავლების საფეხურებისა და პროფესიული კუთვნილების გათვალისწინებით რეალიზდება მაპროფილებელი სასწავლო ინფორმაციის ფრეიმული მოდელის საფუძველზე, რაც გულისხმობს საგანმანათლებლო პროცესში სუბიექტების, კერძოდ, საწვრთნელის (სასწავლო პროცესში ჩართული (მსმენელის) სუბიექტის), მწვრთნელის (მასწავლებლის), კოგნიტოლოგი მწვრთნელის (კოგნიტოლოგი პედაგოგის) ჩართულობას.

დამოუკიდებლად მომუშავე სტუდენტებისთვის ცნობილია საექსპერტო სისტემის გამოყენების შემთხვევები, შემუშავებული პროფესიული მეთოდური უნარების ფორმირების ტექნოლოგიებით. სპეციალიზებულ მწვრთნელ საექსპერტო სისტემას, სტუდენტის დამოუკიდებლად მუშაობის პროცესში აქვს უნარი წარმოადგინოს ინდივიდუალურად სხვადასხვა სირთულის დავალებები, გამოიმუშაოს რეკომენდაციები მათი შესრულების დონის მიხედვით, კონსულტაციის სახით გაუწიოს დახმარება, განახორციელოს ცოდნისა და უნარების კონტროლი, მათ მიერ შესასრულებელი მეთოდური დავალებების სხვადასხვა სტადიებზე.

პედაგოგიური განათლების უწყვეტობისთვის შემუშავებულია ისეთი მოდელი, რომელშიც განხილული საექსპერტო სისტემა, უზრუნველყოფს სასწავლო ინფორმაციის სტრუქტურირებას და სწავლების შემჭიდროვებული ვადების არსებობისას ქმნის თითოეული სტუდენტისთვის ინდივიდუალურ სასწავლო გეგმას, რაც თავის მხრივ ამაღლებს სწავლების პროცესის, სწავლებისა და თვითგანათლების ეფექტურობას.

ისეთი საექსპერტო სისტემის მოდელის შემთხვევაში, რომელიც გამოიყენება სტუდენტთა განათლების და ღია სწავლების პროცესის ანალიზისთვის, საექსპერტო სისტემის რეალიზაციისთვის განიხილება კომპიუტერული სისტემების მაკონტროლებელი სტრუქტურული მიდგომასტუდენტთა ინტელექტუალური სწავლების შესაქმნელად. ამგვარად, მსგავსი მიდგომა შესაძლებელს ხდის, სასწავლო მასალის სტრუქტურის მოდელის საფუძველზე, შემუშავდეს სტუდენტთა ცოდნის ანალიზის ეფექტური საშუალებები. განხილულ მოდელში, სასწავლო მასალის შინაარსი მოცულობასთან ერთად მიღებული ცოდნის სტრუქტურულ ერთეულს წარმოადგენს.

ასევე საინტერესოა საექსპერტო სისტემის მოდელი უმაღლესი განათლების სფეროში ინფორმაციული ტექნოლოგიების მხარდაჭერისთვის. ექსპერტულობის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ მწვრთნელი საექსპერტო სისტემა წარმოადგენს მასწავლებელს (მწვრთნელს) და ახდენს სწავლებას (წვრთნას) სწავლების მეთოდური ინსტრუქციების გათვალისწინებით, რომელიც თავის მხრივ ეხმარება პედაგოგს წარდგენაში, ხოლო მეორე - ბადეში, რომელიც შეივსება დიალოგურ რეჟიმში საწვრთნელის მიერ). ხდება იმიტაციური მოდელი - სისტემის აგება, რომელიც ეხმარება უნივერსიტეტის (სასწავლებლის) შერჩევაში. სასწავლო პროცესზე დაკვირვებისა და შეფასებისთვის გამოიყენება ინფორმაციული საშუალებები და მათემატიკური მოდელები - მონაცემთა ბაზების სამართავად, კვლევის პროცედურების განსახორციელებლად და შესაბამისი სტატისტიკური შედეგების გასაანალიზებლად, აგრეთვე სასწავლო პროცესის ხარისხის განსასაზღვრად, რეკომენდაციების შესამუშავებლად და ოპტიმალური გადაწყვეტილებების მისაღებად.

შემუშავებულია ასევე მომავალი პედაგოგის პედაგოგიური დონის მომზადების ხარისხის შესაფასებელი საექსპერტო სისტემა, რომელიც დაყვანილია პედაგოგის სასკოლო განათლების დონეზე. ამ მიმართულებით, განხილული ლიტერატურის ანალიზის საფუძველზე, ერთ-ერთი მიდგომა მსგავსი საექსპერტო სისტემის შესაქმნელად წარმოადგენს მცდელობას, გამოყენებული იქნას არამკაფიო ლოგიკის მეთოდი, რომელსაც საფუძველად უდევს არამკაფიო სიმრავლეთა თეორია, სადაც განიხილება რამდენიმე მიზეზი, რის გამოც უპრიანია არამკაფიო ლოგიკის გამოყენება:

- კონცეპტუალურად მარტივია გამოყენებისათვის;
- მოქნილი სისტემაა და მდგრადია არაზუსტი შემავალი მონაცემების მიმართ;
- შეუძლია არაწრფივი ფუნქციების მოდელირება;
- გათვალისწინებულია სპეციალისტ-ექსპერტების გამოცდილება;

- გამოყენებულია ადამიანური ურთიერთობებისთვის განკუთვნილი ბუნებრივი ენა.

ლოგიკური ცვლადები, რომლებიც აღწერენ სტუდენტის ცოდნის დონეს, განიხილება შემდეგი სახის ცვლადების ჯგუფები:

ცვლადების ჯგუფი შეფასებებისთვის.

ცვლადების ჯგუფი, რომლებიც წარმოადგენს ფსიქოლოგიურ ტესტებს და მიმართულია უნარების გამოსავლენად ურთიერთკავშირით: სწავლება (წვრთნა) - ინტელექტი.

ცვლადების ჯგუფი საწვრთნელი ლოგიკური უნარებისთვის.

ცვლადების ჯგუფი, საწვრთნელის ინტერესთა სფეროს დიაგნოსტიკის შედეგებისთვის. აღწერილი ცვლადთა ჯგუფებით შექმნილი

სისტემის პროტოტიპი იძლევა არჩევითი საგნების (პროფესიული მიმართულებების) შერჩევის მექანიზმის ფორმირების საშუალებას.

– აბიტურიენტი შედის სისტემის სასტარტო გვერდზე, შეაქვს სასკოლო შეფასებების მონაცემები და/ან ეროვნული გამოცდების შედეგები, მიმდინარე მოსწრების შედეგები. სისტემა ამოწმებს მონაცემების მართებულობას არამკაფიო ლოგიკის მეშვეობით;

– მომხმარებელი გადის პიროვნული განსაკუთრებულობის ფსიქოლოგიურ, სასწავლო (საწვრთნელ) უნარებისა და ინტერესთა სფეროს გამოსავლენ ტესტირებას;

– ავტომატიზებული საექსპერტო სისტემა ამოწმებს შეესაბამება თუ არა მოცემული ატრიბუტები სასწავლებლის მოთხოვნებს. თუ „კი“, მაშინ საგანმანათლებლო გარემოს მაკონტროლირებლის დახმარებით ხდება მომხმარებლის ცოდნის კორექცია, იქმნება ოპტიმალური პირობები არსებული „ზღვარის“ გადასალახად, ამას გარდა მომხმარებელი აქვს საშუალება განაცხადოს შემოთავაზებული მიმართულების „ზღვარზე“ უარი და განაგრძოს სწავლა იქ, სადაც მიღწეული აქვს ის შედეგები, რაც დააფიქსირა სისტემაში;

– შემდგომი ტესტირებები ხდება ნახევარ წელიწადში ერთხელ. ტესტირების შედეგები იძლევა საშუალებს თვალი მიედევნოს სტუდენტის განვითარების დინამიკას, შეირჩეს სამომავლო პროფესიონალის ფორმირების ოპტიმალური სტრატეგია.

საინტერესოა საექსპერტო სისტემის მოდელის კიდევ ერთი შემთხვევა- უმაღლესი სკოლის საგანმანათლებლო პროცესის მონიტორინგის საექსპერტო სისტემა, ინტელექტუალური სისტემების მოდელირების არამკაფიო მიდგომების საფუძველზე. ამგვარი მიდგომა მოიაზრებს „ლინგვისტური“ ცვლადების გამოყენებას, რომელთა ურთიერთობა აღიწერება არამკაფიო გამოთქმებითა და არამკაფიო ალგორითმებით.

სასწავლო პროცესის მონიტორინგის სისტემა შესაძლებელია წარმოვადგინოთ რამდენიმე ეტაპით, როგორცაა:

- სწავლის შედეგების მიღწევა;
- სწავლების მიზნები და მეთოდები;
- შეფასების კომპონენტები;
- შეფასების კრიტერიუმები.

ცოდნის შეფასება ხორციელდება ადაპტირებული ტესტირების მეშვეობით, არამკაფიო ლოგიკის ალგორითმებზე დაყრდნობით: ნებისმიერი დონის, ნებისმიერი სირთულისთვის, პედაგოგისთვის (ექსპერტისთვის) აუცილებელია შემუშავდეს შესაბამის შეკითხვების ნაკრები. ამგვარი სისტემა შესაძლებლობას იძლევა სასწავლო პროცესი გახდეს მეტად მოქნილი, სადაც გათვალისწინებული იქნება სტუდენტთა ინდივიდუალურობა და აამაღლებს სტუდენტის შეფასების სიზუსტეს.

დღევანდელი არსებული მდგომარეობიდან გამომდინარე, განსაკუთრებით აქტუალურია კიდევ ერთი მიდგომა, რომელიც ითვალისწინებს დისტანციური სწავლების ინტელექტუალური სისტემის

პროექტირებას პრეცედენტების გაანალიზებით. გათვალისწინებული წესების არსებობით და დასკვნების გამოტანის ტექნოლოგიებით.

საექსპერტო სისტემები, წესების გათვალისწინებით დასკვნების სახით მოდულირებას უკეთებს ექსპერტის მიერ მიღებულ დედუქციური გადაწყვეტილების პროცესს. სისტემაში „ჩაყრილია“ წესების ნაკრები, რომელთა მეშვეობითაც შემავალ მონაცემებზე დაყრდნობით გენერირდება დასკვნა შემოთავაზებული მოდელის ადეკვატურობის შესახებ. თუმცა არსებობს ამ სისტემის ნაკლიც- დედუქციური მეთოდი სიმულაციას (ემულაციას) უკეთებს ერთ-ერთ ყველაზე იშვიათ მიდგომას, რომელსაც ექსპერტი გადაწყვეტილების მიღებისას უნდა ითვალისწინებდეს.

მონაცემების შეყვანა, პრეცედენტების გათვალისწინებით ანალოგიების მოძიების ხარჯზე კეთდება შედეგების გათვალისწინებით. ამგვარი მოდელი ეფექტურია იმ შემთხვევაში, როცა ცოდნის ძირითად წყაროს წარმოადგენს გამოცდილება და არა თეორია. გადაწყვეტილებები არაა უნიკალური მხოლოდ კონკრეტული სიტუაციისთვის და ის შეიძლება გამოყენებულ იქნას მსგავსი პრობლემების გადასაჭრელად; დასკვნის მიზანია არა სწორი გადაწყვეტილება, არამედ მოძიოს - საუკეთესო. ამ შემთხვევაში ტექნოლოგიის დანერგვა შეიძლება განხორციელდეს ნეიროქსელური ალგორითმების გამოყენებით.

დისტანციური სწავლების სისტემაში მნიშვნელოვანია ინტელექტუალური სისტემებისადმი ინტერესის გაძლიერება, დარგში ფართო მასებისთვის ცოდნის მიწოდება, თუ როგორ არის შესაძლებელი სასწავლო პროცესის ეფექტურად ორგანიზება ისე, რომ მიღწეული იქნეს განათლების სასურველი ხარისხი. როგორც ჩანს, პირველ რიგში, უნდა ვისაუბროთ განათლების ღია სისტემაში პედაგოგიური საგანმანათლებლო მოდელების კონსტრუირებაზე.

განათლებაში ახალი ტექნოლოგიები უნდა ემყარებოდეს „ახალი ამოცანების“ დანერგვის პრინციპს. მოწინავე ტექნოლოგიები ნერგავენ ახალ მეთოდებს, მიდგომებს, შესაძლებლობებს, რომლებიც განათლების სისტემისთვის ნაკლებად ცნობილია. ახლა უკვე აშკარა გახდა, რომ „ტრადიციული ლექცია“ და „ტრადიციული სახელმძღვანელო“ არაეფექტურია დისტანციური სწავლების დროს. ნებისმიერ დროს, ჩვენ გვჭირდება ხელმისაწვდომი თანამედროვე ინფორმაციის დინამიურ სისტემებზე ორგანიზებული და მიმართული წვდომა, გვჭირდება „ავტომატიზებული კონსულტაციები“, ერთობლივი პროექტის საქმიანობის ორგანიზების ახალი მეთოდები, ტექნიკა და ტექნოლოგიები.

დღეისათვის სასწავლო პროცესის ორგანიზებისათვის განათლების ღია სისტემებში დაგროვილია ინფორმაციული საშუალებებით ღია ინტელექტუალური ფუნქციების გადაცემის გარკვეული გამოცდილება. დისტანციური სწავლების, საექსპერტო სისტემის მოდელი ხელოვნური იმუნური სისტემების საფუძველზე, საშუალებას იძლევა, მსმენელის საგანმანათლებლო მიმართულების კუთვნილების მიუხედავად შეფასდეს მისი ინტელექტუალური პოტენციალი და მასთან შესაბამისობაში მოყვანილი იქნას ინტელექტუალური პროგრამული სწავლება, აგრეთვე მსმენელის კომპლექსური შეფასება, დიფერენციაცია და მიღებული ცოდნის ხარისხის განსაზღვრა. ჯგუფები განისაზღვრება ექსპერტების მიერ, რომლებიც შეესაბამებიან გარკვეულად განსაზღვრულ ცოდნას, პრაქტიკულ უნარებს, შემოქმედებით ჩვევებს, ლოგიკურ აზროვნებას და ა.შ. მოდელი ზოგადად შეიძლება წარმოვადგინოთ შემდეგი ქვესისტემების ბაზაზე:

– „ინფორმაციული ქვესისტემა“ - ინფორმაციის შენახვის მეთოდებისა და საშუალებების, მონაცემთა ბაზების, ცოდნის ბაზის შემუშავება. სასწავლო პროცესის უკეთ წარმართვისათვის არატრადიციული ელექტრონული სახელმძღვანელოების, ცნობარების, კატალოგების, ბიბლიოთეკების და ა.შ. ჩართულობა და გამოყენება;

– „ინფორმაციული ქვესისტემა“ - იმუნური ქსელის დასწავლა-გაწვრთნა, რეალური დროის რეჟიმისათვის მრავალგანზომილებიანი მონაცემების დამუშავება.

– "სასწავლო (საწვრთნელი) ქვესისტემა" ახდენს სასწავლო ინფორმაციის მიწოდების მეთოდების, საშუალებების შემუშავებას ინდივიდუალურობის მახასიათებლის გათვალისწინებით. ადგენს

მოთხოვნილი სამუშაოების მოცულობისა და მათი რეალიზაციის ვადებში შესრულების დამოკიდებულების გრაფიკს.

– „მაკონტროლირებადი ქვესისტემა“ განკუთვნილია მსმენელის ცოდნის კომპლექსური შეფასებისთვის, რომელის მიზანია პროგრამის და სასწავლო პროცესის ოპერატიულად კორექციისათვის.

– ამგვარად, მსმენელთა უზარმაზარი რაოდენობის ცოდნის შეფასების ოპერატიული ანალიზის შედეგად, შესაძლებელია სწრაფად განხორციელდეს სასწავლო პროცესის კორექცია, რადგან საექსპერტო სისტემა სთავაზობს პროგრამით გათვალისწინებულ ინდივიდუალური სწავლების გეგმას.

– დისტანციური სწავლების საექსპერტო სისტემების კვლევის ანალიზის საფუძველზე, აღმოჩნდა რომ წარმოიშვა ახალი, აქტუალური და ნაკლებად ცნობილი მიმართულება მეცნიერებაში. როგორც წესი, დისტანციურ სწავლებაში საექსპერტო სისტემის გაგების ქვეშ პედაგოგები მოიაზრებენ მსმენელთა ტესტირებასა და მათი ცოდნის ექსპერტიზას.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ დისტანციური სწავლებისათვის შემუშავებულია კომპლექსური ინტერნეტ-საექსპერტო სისტემები „Fin port Training System“ ბაზაზე. სისტემას აქვს შესაძლებლობა შეიმუშაოს სასწავლო კურსები, აწარმოოს სწავლება და ატესტაცია. პარალელურ რეჟიმში გააანალიზოს შედეგები და მაღალკავლიფიციური სპეციალისტების მიერ შემუშავებული ტესტებით სწავლების პროცესის ეფექტურობა ტესტირების საფუძველზე.

3. დასკვნა:

დისტანციური სწავლების ტექნოლოგიები იყენებს ისეთ ქვესისტემებს, რომლებიც გამიზნულია ორგანიზატორებისა და პედაგოგებისაგან რუტინული დატვირთვის მოსახსნელად. ეს დატვირთვა იზრდება იმის გამოც, რომ ადამიანი თვითონ ირჩევს სწავლების რიტმს, ტემპს და დროს. ინდივიდუალური მიდგომა დისტანციური სწავლების მთელ პერიოდში სხვადასხვა საგანმანათლებლო მეთოდების და საშუალებების გამოყენებისას, როგორცაა ლექცია, პრაქტიკული, პროექტირება, კონფერენცია და სხვ., ითხოვს განვითარებულ ავტომატიზებულ, „ინტელექტუალურ სუფლიორ“ სისტემებს. მხოლოდ უნიკალური საკითხებია მიმართული ექსპერტ-პედაგოგისკენ. პუბლიკაციების ანალიზის საფუძველზე მივდივართ იმ დასკვნამდე, რომ დისტანციური სწავლების ორგანიზებისას, ზემოთ მოყვანილი ინტელექტუალური ქვესისტემები შესაძლებელია ორგანიზებული იყოს სისტემაში ჩართული სხვადასხვა პროგრამული და თეორიული მოდულის საფუძველზე, რამდენადაც ეს ქვესისტემები ატარებს სხვადასხვა ინტელექტუალურ „დატვირთვას“: სადღაც, კონკრეტული ქვესისტემის პროექტირებისას საკმარისია გამოყენებული იქნას ტრადიციული ლოგიკა, ხოლო სხვა შემთხვევაში მოსახერხებელია შეიქმნას არამკავიო ლოგიკის აპარატის გამოყენების ქვესისტემა.

ლიტერატურა – References :

1. George F.Luger. (2016). Artificial Intelligence – Structures and Strategies for Complex Problem Solving, England-London, Seventh Edition
2. Gupta I., Nagpal G. (2020). Artificial Intelligence and Expert Systems Dulles, Virginia Boston, Massachusetts, New Delhi
3. Siena Sylvia, Kevin Tromp. (2020). Machine Learning: A Step-by-Step Guide from Beginners to Expert. Concepts and Techniques: Beginners, Intermediate & Advanced.

EXPERT SYSTEMS IN THE EDUCATION SYSTEM

Tinatina Kaishauri, Ia Iremadze, Tamar Naskidashvili

Summary

The article considers the problems of use and development of expert systems in education, as well as actual examples of use of such systems. The authors consider it necessary to use fuzzy logic to design and develop an intelligent subsystem.

იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი სახით

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: გ. სურგულაძე, ე. თურქია, გ. ნარეშელაშვილი,
ხ. ქრისტესიაშვილი, გ. მაისურაძე, გ. დალაქიშვილი

გადაეცა წარმოებას 04.06.2021 წ. ქალაქის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი
თაბახი 10,5. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 10. ტირაჟი 50 ეგზ.
იბეჭდება ავტორთა ხარჯით

სტუ-ს „IT-კონსალტინგის სამეცნირო ცენტრი“, თბილისი,
კოსტავას 77
