

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY  
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

ISSN 1512-3979 (print)  
EISSN 1512-2174 (online)

უ რ ო მ ე ბ ო

მართვის ავტომატიზებული სისტემები

TRANSACTIONS

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

Т Р У Д Ы

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

№ 2(29)



გამოიცემა 2006 წლიდან

პერიოდულობა:  
2 ნომერი წელიწადში

თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ  
2019

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
GEORGIAN TECHNICAL UNIVERSITY  
ГРУЗИНСКИЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

ISSN 1512-3979 (print)  
EISSN 1512-2174 (online)

უ რ ო მ ე ბ ო

მართვის ავტომატიზებული სისტემები

**TRANSACTIONS**

AUTOMATED CONTROL SYSTEMS

Т Р У Д Ы

АВТОМАТИЗИРОВАННЫЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

№ 2(29)



გამოიცემა 2006 წლიდან

პერიოდულობა:  
2 ნომერი წელიწადში

თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ  
2019

**სარედაქციო კოლეგია:**

- აზმაიფარაშვილი ზ., ახოზაძე მ., გასიტაშვილი ზ., გიგინეიშვილი ა., გიორგაშვილი ლ., გოგიჩაიშვილი გ., გოცირიძე ი., დადიანი თ., თევდორაძე მ., თურქია ე., იმნაიშვილი ლ., კაიშაური თ., კამკამიძე კ., კოტრიკაძე ქ., ლაშხი ა., ლომინაძე ნ., ლომინაძე თ., მძინარიშვილი ლ., ნატროშვილი დ., ოზგაძე თ., სამხარაძე რ., სესაძე ვ., სურგულაძე გ., ფრანგიშვილი ა.(თავმჯდომარე), შონია ო., ჩხაიძე მ., ცინცაძე ა., გ. ძიმიგური, წვერაიძე ზ.,
- ჩოგოვაძე გ., ანანიშვილი გ., ბოსიკაშვილი ზ., კაკუბავა რ., მელაძე ჰ., სალუკვაძე მ.,
- გერმანია: ბოტჰე კ., ვედეკინდი ჰ., დე-მეერი ჰ., მაიერ-ვეგენერი კ., რეისიგი ვ.
- აშშ: ტრივედი კ. (დუკეს უნივერსიტეტი), ჩიხრაძე ბ. (Amber Precision Instruments)
- კანადა: კაჩიბაია ვ. (IT Industry)
- რუსეთი: ბაბაიანი რ., ვასინი ა., შჩუკინი ბ., ფომინი ბ.

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., Gogichashvili G., Goziridze I., Dadiani T., Imnaishvili L., Kaishauri T., Kamkamidze K., Kotrikadze K., Lashkhi A., 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., Meladze G., Salukvadze M.
- Germany: Bothe K.(Humboldt univ. Berlin), De-Meer H.(Passau univ.), Meyer-Wegener K. (Erlangen univ.), Reisig W. (Humboldt univ.Berlin), Wedekind H.(Erlangen univ.)
- USA: Trivedi K. (Duke University), Chikhradze B. (Amber Precision Instruments)
- Canada: Kachibaia V. (IT Industry)
- 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/>

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

- Азмаипарашвили З., Ахобадзе М., Гаситашвили З., Гигинеишвили А., Гиоргашвили Л., Гогичаишвили Г., Гоциридзе И., Дадиანი Т., Имнаишвили Л., Каишаური Т., Камкамидзе К., Котрикадзе К., Лашхи А., Ломинадзе Н., Ломинадзе Т., Мдзинარიшвили Л., Натрошвили Д., Обгадзе Т., Прангишвили А. (председатель), Самхарадзе Р., Сесадзе В., Сургуладзе Г., Тевдორадзе М., Туркия Е., Шония О., Чхаидзе М, Цвераидзе З., Цинцадзе А.
- Чоговадзе Г., Ананишвили Г., Босикашвили З., Какубава Р., Меладзе Г., Салуквадзе М.
- Германия: Ботэ К., Ведекинд Х., Де-Меер Г., Меиер-Вегенер К., Рейсиг В.
- США: Триведи К. (Университет Дюке), Чихрадзе Б. (Amber Precision Instruments)
- Канада: Качибая В. (IT Industry)
- Россия: Бабаян Р. (ИПУ), Васин А. (МГУ), Щукин Б. (МИФИ), Фомин Б. (ЛЭТИ.С-т Петербург)

Ответственный редактор: Г. Сургуладзе.

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

**ISSN 1512-3979**

© გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2019  
Publishing House „Technical University“, 2019  
Издательство „Технический Университет“, 2019

**შინაარსი - CONTENTS- СОДЕРЖАНИЕ**

➤ მართვის ავტომატიზებული სისტემები TO მენეჯმენტის საინფორმაციო სისტემები: თანამედროვე მეტამორფოზა. გოჩა ჩოგოვაძე, არჩილ ფრანგიშვილი, გია სურგულაძე, ოთარ შონია // FROM AUTOMATED CONTROL SYSTEMS TO MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS: A MODERN METAMORPHOSIS. Chogovadze Gocha, Prangishvili Archil, Surguladze Gia, Shonia Otar // ОТ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ К ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ: СОВРЕМЕННАЯ МЕТАМОРФОЗА. Чоговадзе Г., Прангишвили А., Сургуладзе Г., Шония О.	7
<u><b>თეორიული ინფორმატიკა – COMPUTER SCIENCE – ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА</b></u>	
➤ წყალ-ტალახოვანი სელური ნაკადის დინამიკის მათემატიკური მოდელირება. თამაზ ობგაძე, არჩილ ფრანგიშვილი, ნაიდა ყულოშვილი // MATHEMATICAL MODELLING OF DYNAMICS MUD FLOW. Obgadze Tamaz, Prangishvili Archil, Kuloshvili Naida // МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ ГРЯЗЕВОГО СЕЛЕВОГО ПОТОКА. Обгадзе Т., Прангишвили А., Кулошвили Н.	19
➤ კომპოზიციური სითხის სტაციონარული ერთგანზომილებიანი დინამიკა დახრილ სიბრტყეზე. თამაზ ობგაძე, ნაიდა ყულოშვილი // STATIONARY ONE-DIMENSIONAL DYNAMICS OF COMPOSITE LIQUID ON THE INCLINED PLANE. Tamaz Obgadze, Naida Kuloshvili // СТАЦИОНАРНАЯ ОДНОМЕРНАЯ ДИНАМИКА КОМПОЗИЦИОННОЙ ЖИДКОСТИ НА НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ. Обгадзе Т., Кулошвили Н.	25
➤ ალბათური მოდელირება რთული სისტემების სტრუქტურულ მართვაში. რევაზ კაკუბავა, რევაზ მიქაძე, ზაურ ჯოჯუა, ნინო ჯოჯუა, ლუიზა სიხარულიძე // PROBABILITY MODELING FOR STRUCTURAL CONTROL OF COMPLEX SYSTEMS. Kakubava Revaz, Mikadze Revaz, Jojua Zaur, Jojua Nino, Sikharulidze Luiza // ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРУКТУРНОМ УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ. Какубава Р., Микадзе Р., Джоджуа З., Джоджуа Н., Сихарулидзе Л.	32
➤ SCADA სისტემაში მონაცემთა გაცვლის სიჩქარესა და საიმედოობას შორის დამოკიდებულების გამოკვლევა. ლევან იმნაიშვილი, მაგული ბედინეიშვილი, გოჩა ზედგინიძე // RESEARCH OF DEPENDENCIES BETWEEN DATA EXCHANGE RATE AND RELIABILITY IN SCADA SYSTEMS. Imnaishvili Levan, Bedineishvili Maguli, Zedginidze Gocha // ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ СКОРОСТЬЮ ОБМЕНА ДАННЫМИ И НАДЕЖНОСТЬЮ В СИСТЕМАХ SCADA. Имнаишвили Л., Бединеишвили М., Зедгинидзе Г.	38
➤ უპილოტო საფრენი აპარატების ესკიზური მოდელის ავტომატიზებული დაპროექტება Matlab და Catia პროგრამული პაკეტების გამოყენებით. ოთარ კემულარია // AUTOMATED CONCEPTUAL MODELING OF UNMANNED AIR VEHICLES (UAVS) USING MATLAB AND CATIA SOFTWARE PACKAGES. Kemularia Otar // АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ МАТЛАВ И САТИА. Кемулария О.	45
➤ ექსპერტული სისტემების გამოყენება სამოქალაქო ავიაციაში. დემურ ვეფხვაძე // USING EXPERT SYSTEMS IN CIVIL AVIATION. Vepkhvadze Demur // ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ. Вепхვაдзе Д.А.	51
➤ დაბალ-ღირებულებიანი, კომფორტული, ტრანსილუმინატორული ვენის საძებნი მოწყობილობის დიზაინის კონცეფცია. თოჰიდ თალებიფარი, ირინე გოცირიძე, სინა თალებიფარი // Concept Design of Low-Cost Handy Transilluminator Vein Finder. Tohid Talebifar, Irina Gotsiridze, Sina Talebifar // КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ДИЗАЙН, НЕДОРОГОГО, УДОБНОГО, ТРАНСИЛЛЮМИНАТОРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВЕН. Талебифар Т., Гоциридзе И., Талебифар С.	57
➤ კორპორაციული ბიზნესპროცესების მენეჯმენტი Agile/Kanban მეთოდისა და რიგების თეორიის გამოყენებით. გია სურგულაძე, ბეჟან გელაძე, თინათინ კაიშაური // CORPORATE BUSINESS PROCESS MANAGEMENT USING THE AGILE / KANBAN METHOD AND QUEUE THEORY. Surguladze Gia, Geladze Bezhan, Kaishauri Tinatin // УПРАВЛЕНИЕ КОРПОРАТИВНЫМИ БИЗНЕС-	64

ПРОЦЕССАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ AGILE/KANBAN И ТЕОРИИ ОЧЕРЕДЕЙ.  
Сургуладзе Г., Геладзе Б., Каишаури Т.

**ტექნიკური ინფორმატიკა – COMPUTER ENGINEERING – ТЕХНИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА**

- ფრაქტალური და ვეივლეტ ტექნოლოგიების შედარებითი ანალიზი გამოსახულებათა კომპიუტერული კოდირების შემთხვევაში. ირინა ჩხეიძე, ომარ ტომარაძე, გურამ კურტანიძე, გურამ მურჯიკნელი // COMPARATIVE ANALYSIS OF FRACTIONAL AND WAVELET TECHNOLOGIES IN COMPUTERIZED IMAGE ENCODING. Chkheidze Irina, Tomaradze Omar, Kurtanidze Gxxxxx, Murjikneli Guram // СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФРАКТАЛЬНЫХ И ВЕЙВЛЕТ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО КОДИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ. Чхеიძე И., Томарадзе О., Куртанидзе Г., Мурджикнели Г. 76
- კომპიუტერულ ქსელებში ხაზებზე დატვირთვების მოდელირება ერთი არაკრიტიკული ხაზის შემთხვევაში. რომან სამხარაძე, სერგო მიქელაძე, ლია გაჩეჩილაძე, მათა ქვეციშვილი // MODELING OF LOADS ON LINES IN COMPUTER NETWORKS IN CASE OF ONE UNCRITICAL LINE. Samkharadze Roman, Miqueladze Sergo, Gachechiladze Lia, Kevkhisvili Maya // МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЗОК НА ЛИНИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ В СЛУЧАЕ ОДНОЙ НЕКРИТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ. Самхарадзе Р., Микеладзе С., Гачечиладзе Л., Кевхишвили М. 82
- უსადენო ქსელის კონცეფციები სამხედრო გამოყენებაში. ზურაბ წვერაიძე, გიორგი თევდორაშვილი // WIRELESS NETWORK CONCEPTS IN MILITARY USE. Tsveraidze Zurab, Tevdorashvili Giorgi// КОНЦЕПЦИИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ В ВОЕННЫХ ЦЕЛЯХ. Цვერაიძე З., Тевдორაშვილი Г. 86
- საფრთხეები და თავდასხმები მობილურ უსადენო ქსელებში. ზურაბ წვერაიძე, გიორგი თევდორაშვილი // THREATS AND ATTACKS ON MOBILE WIRELESS NETWORKS. Tsveraidze Zurab, Tevdorashvili Giorgi // УГРОЗЫ И АТАКИ НА МОБИЛЬНЫЕ БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ. Цვერაიძე З., Тевдორაშვილი Г. 90
- ინფორმაციული ტექნოლოგიების პროექტირებაში კომპრომისული გადაწყვეტილების მიღება. ნოდარ ლომინაძე, გიორგი ბარკავა // COMPROMISING DECISION MAKING IN INFORMATION TECHNOLOGY DESIGN. Lominadze Nodar, Barkava George // КОМПРОМИСНОЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ДИЗАЙНА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ. Ломинадзе Н., Баркава Г. 96
- კრიპტოგრაფიული ალგორითმების სწრაფქმედების ექსპერიმენტული შედარება. გიორგი ბარკავა // EXPERIMENTAL COMPARISON OF SPEED OF CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS. George Barkava // ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ СКОРОСТИ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ. Баркава Г. 104

**პრაქტიკული ინფორმატიკა – PRACTICAL ENGINEERING – ПРАКТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА**

- IT სერვისების მართვის ფრეიმვორკების და პლატფორმების გამოყენების უპირატესობა თანამედროვე ბიზნეს გარემოში. თამუნა ხვედელიძე, თამარ ლომინაძე // Advantages of using IT services management frameworks and platforms in modern business environment. Khvedelidze Tamuna, Lominadze Tamar // Преимущества использования фреймворков и платформ управления ИТ-услугами в современной бизнес-среде. Хведелидзе Т., Ломинадзе Т. 110
- საფინანსო ორგანიზაციის მართვა მიკროსერვისული არქიტექტურის გამოყენებით. გაა სურგულაძე, გიორგი მღებრიშვილი // The management of the financial organization by the use of microservice architecture. Surguladze Gia, Mgebrishvili Giorgi // Управление финансовой организации при помощи микросервисной архитектуры. Сургуладзе Г., Мгебришвили Г. 117
- SELINUX, როგორც წვდომის გამოჯენის საშუალება ღრუბლოვანი გამოთვლებში. გიორგი იოსებიძე, ნიკოლოზ ბჟალავა // SELINUX, AS A MEANS OF ACCESS RESTRICTION IN CLOUD 124

COMPUTING. Iosebidge Giorgi, Bzhalava Nikoloz // SELINUX, КАК СРЕДСТВО РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ. Иосебидзе Г., Бжалава Н.

- ვიდეო მეთვალყურეობა, როგორც მომსახურება (VSaaS) ღრუბლოვანი გამოთვლებისათვის. ალექსანდრე კეკენაძე, ცოტნე ქორჩილავა, შოთა გრიგოლაშვილი // VIDEO SURVEILLANCE AS A SERVICE (VSaaS) FOR CLOUD COMPUTING. Kekenadze Aleksandre, Korchilava Tsotne, Grigolashvili Shota // ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ КАК СЕРВИС (VSaaS) ДЛЯ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ. Кекенадзе А., Корчилава Ц., Григолашвили Ш. 129
- სახელმწიფოს, საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სტრატეგიული მართვის კონცეპტუალური მოდელი სიტუაციური ცენტრის გამოყენებით. კორნელი ოდიშარია, სალომე ოდიშარია, ნანა მაღლაკელიძე // CONCEPTUAL MODEL OF STRATEGIC MANAGEMENT OF STATE, ENTERPRISE ECONOMIC SECURITY USING SITUATIONAL CENTER. Odisharia Korneli, Odisharia Salome, Maglakelidze Nana // КОНЦЕПЕУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВОМ, ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА. Одишария К., Одишария С., Маглакелидзе Н. 135
- დიდ მონაცემთა ანალიზის ტექნოლოგიები ელექტრონული განათლების სისტემაში. ლოლიტა ბეჯანიშვილი, მზიანა ნაჭყებია // BIG DATA ANALYSIS TECHNOLOGIES IN E-EDUCATION SYSTEM. Bejanishvili Lolita, Nachkebia Mziana // ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ. Бижанишвили Л., Начкебия М. 146

[გამოყენებითი ინფორმატიკა – APPLIED INFORMATICS – ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА](#)

- ფერმერის სახელმწიფო მხარდაჭერის საინფორმაციო სისტემის დაპროექტების შესახებ. თინათინ ქსოვრელი, ნინო თოფურია // ABOUT FARMER INFORMATIONAL STATE SUPPORT SYSTEM DESIGN. Ksovreli Tinatin, Topuria Nino // О РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ФЕРМЕРОВ. Ксоврели Т., Топурия Н. 150
- მეტროლოგია – საწარმოო ეკონომიკური პროცესების საფუძველი. ხათუნა ლომსაძე, ნაზიბროლა ერემეიშვილი //METROLOGY – THE BASIS OF PRODUCTION AND ECONOMIC PROCESSES. Lomsadze Khatuna, Eremishvili Nazibrola // МЕТРОЛОГИЯ - ОСНОВА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ. Ломсадзе Х., Эремеишвили Н. 155
- საწარმოო რესურსების მართვის სისტემა QuickBooks. ხატია ქრისტესიაშვილი, გულბაათ ნარეშელაშვილი, ნინო ქრისტესიაშვილი, მარინა კამიბაძე, მაია ოხანაშვილი // ENTERPRISE RESOURCE MANAGEMENT SYSTEM QUICKBOOKS. Nareshelashvili Gulbaat, Kristesiashvili Khatia, Kristesiashvili Nino, Kashibadze Marina, Okhanashvili Maia // СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ QUICKBOOKS. Кристесиашвили Х., Нарешелашвили Г., Кристесиашвили Н., Кашибадзе М., Оханашвили М. 158
- BUSINESS INTELLIGENCE ტექნოლოგიის გამოყენება სასწავლო სისტემებში SHAREPOINT SERVER-ის ბაზაზე. ნინო თოფურია, ნინო ლომიძე // BUSINESS INTELLIGENCE TECHNOLOGY FOR TRAINING SYSTEMS USING SHAREPOINT SERVER. Topuria Nino, Lomidze Nino // БИЗНЕС-АНАЛИТИКА В ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ НА БАЗЕ SHAREPOINT SERVER. Топурия Н., Ломидзе Н. 163
- სასწავლო დაწესებულებებში მიმდინარე პროცესების ავტომატიზებული მართვა. გაია სურგულაძე, სოფიკო პაპავაძე / AUTOMATED MANAGEMENT OF ONGOING PROCESSES IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS. Surguladze Gia, Papavadze Sopiko // АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕКУЩИМИ ПРОЦЕССАМИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ. 169  
174

- სხვადასხვა კომპონენტების განსაზღვრა ტექსტური ინფორმაციის შექმნისა და საგამომცემლო მარკეტინგის ბიზნეს პროცესების მოდელირებისას. დავითი გოგშელიძე, ანა გოგიშვილი // IDENTIFY VARIOUS COMPONENTS WHILE PROCESSING OF CREATING OF TEXTUAL DOCUMENTS AND PUBLISHING MARKETING UNITED SYSTEM. Gogshelidze Daviti, Gogishvili Ana // ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЕДИННОМ СИСТЕМЕ СОЗДАНИЕ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ И ИЗДАТЕЛЬСКОГО МАРКЕТИНГА. Гогшелидзе Д., Гогишвили А.

**178**
- კორპორაციული პროგრამული აპლიკაციების ხარისხის მართვის, დიზაინის და უსაფრთხოების ზოგიერთი ასპექტები. ნოდარ ხვედელიძე, გია სურგულაძე, გიორგი მაისურაძე // Some aspects of quality management, design and security of corporate software applications. Khvedelidze Nodar, Surguladze Gia, Maysuradze George // Некоторые аспекты управления качеством, проектирования и безопасности корпоративных программных приложений. Хведелидзе Н., Сургуладзе Г., Майсурадзе Г.

**183**
- გილოცავთ შობა - ახალ წელს !

**190**

## მართვის ავტომატიზებული სისტემები TO მენეჯმენტის საინფორმაციო სისტემები: თანამედროვე მეტამორფოზა

გოჩა ჩოგოვაძე, არჩილ ფრანგიშვილი,  
გია სურგულაძე, ოთარ შონია  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია საქართველოსა და კერძოდ, საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში მართვის ავტომატიზებული სისტემების სამეცნიერო-საინჟინრო მიმართულების შექმნისა და განვითარების მოკლე მიმოხილვა, თანამედროვე მდგომარეობა და სამომავლო პერსპექტივები. პირველ ეტაპზე გადმოცემულია მართვის ავტომატიზებული სისტემების, საწარმოო პროცესების ავტომატიზაციის სისტემების და მენეჯმენტის საინფორმაციო სისტემების სამეცნიერო-ტექნიკური მიმართულებების მსგავსებისა და განსხვავების, აგრეთვე მათი ევოლუციური განვითარების შედეგები. მეორე ეტაპზე გაანალიზებულია კომპიუტერული მეცნიერებების, კომპიუტინგისა და ინფორმატიკის სამეცნიერო-საგანმანათლებლო დისციპლინების სტრუქტურები და მათი ურთიერთმიმართების საკითხები. და ბოლოს, განხილულია კომპიუტერული პროგრამირების პერსპექტიული მეთოდოლოგიები Agile დეველოპმენტის ბაზაზე.

**საკვანძო სიტყვები:** განათლება. მეცნიერება. ინფორმაციული საზოგადოება. მართვის ავტომატიზებული სისტემები. მენეჯმენტის საინფორმაციო სისტემები. ინფორმაციული ტექნოლოგიები. კომპიუტერული პროგრამირების მეთოდოლოგიები.

### 1. შესავალი

თანამედროვე მსოფლიოსა და ჩვენ ქვეყანაშიც „ინფორმაციული საზოგადოების“ ჩამოყალიბების გლობალიზაციის პროცესი და მისი შემდგომი განვითარება მნიშვნელოვანი მიზანია, რომლის ძირითადი მოტივაცია ერთა დაახლოება და მშვიდობიანი თანაცხოვრებაა [1]. აღნიშნული მიზნის მიღწევის შედეგად მსოფლიოში მკვეთრად უნდა გაუმჯობესდეს პოლიტიკური, ეკონომიკური, სოციალური, ტექნიკური და კულტურული სფეროები ქვეყნებს შორის. სხადასხვა დარგის მეცნიერთა უპირველესი პრობლემა და მისი გადაწყვეტის ამოცანები „მშვიდობის კონცეფციის“ რეალიზაციის ხელშეწყობაა. საზოგადოების „ინფორმატიზაციის ხარისხის“ დონის ამაღლება კი ერთ-ერთი აუცილებელი კომპონენტია ამისათვის [2]. ინფორმაციული საზოგადოების (Information Society) შექმნის პროცესი უნდა განვიხილოთ როგორც მეტამეცნიერება ხალხთა ჰუმანიზაციისა და თანაარსებობის ჰარმონიზაციისათვის უახლესი საინფორმაციო ტექნოლოგიებისა და ინფორმატიკის დიდაქტიკის მეცნიერებათა კომპლექსური გამოყენების ბაზაზე.

წინამდებარე სტატიის მიზანია მოკლე ექსკურსის გაკეთება ჩვენ ქვეყანაში (მსოფლიოს მოწინავე ქვეყნების ფონზე) კომპიუტერული მეცნიერებების, ინფორმატიკის, კომპიუტინგის, მართვის ავტომატიზებული სისტემების, მენეჯმენტის საინფორმაციო სისტემების, ინფორმაციული სისტემებისა და ტექნოლოგიების, კომპიუტერული და პროგრამული ინჟინერიის და სხვა მეცნიერულ მიმართულებათა განვითარების შესახებ.



ანუ მოკლედ აღვწეროთ თუ „საიდან მოვდივართ და საით მივდივართ“, რითი შევდივართ 2020 ახალ ოცწლეულში ! ამ მიმართულებით საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის UNESCO-ს კათედრის ხელმძღვანელობით (აკადემიკოსი გოჩა ჩოგოვაძე) 2003 წლიდან მიმდინარეობს გარკვეული სამუშაოები სტუდენტთა განათლებისა და მეცნიერული კვლევების სფეროში [3]. შემუშავებულია ახალი სასწავლო პროგრამები, შესრულებულია სადოქტორო დისერტაციები ამ მიმართულებით, გამოქვეყნებულია მრავალი სახელმძღვანელო და მონოგრაფია „ინფორმაციული საზოგადოების“ ძირითად დისციპლინებში [4-6].

## 1. ძირითადი ნაწილი

### ➤ მართვის ავტომატიზებული სისტემები / მენეჯმენტის საინფორმაციო სისტემები

„მართვის ავტომატიზებული სისტემა“ არის ინფორმატიკის, როგორც ინტერდისციპლინური მეცნიერების ერთ-ერთი მიმართულება, რომელიც ადამიან-მანქანური სისტემების შექმნის თეორიასა და პრაქტიკას შეისწავლის, ეყრდნობა ეკონომიკურ-მათემატიკურ მეთოდებს და თანამედროვე კომპიუტერულ ტექნოლოგიებს *ორგანიზაციული სისტემების მართვის (მენეჯმენტის)* პროცესების ავტომატიზაციის მიზნით [7,8].

იგი აერთიანებს საკვლევი ობიექტის მართვის პროცესების შინაარსობრივ აღწერას (სემანტიკური მოდელირება), მათი გადაწყვეტის ალგორითმული სქემების აგებას (ლოგიკური მოდელირება) და კომპიუტერის ენაზე ამ უკანასკნელთა რეალიზაციას (ლინგვისტური მოდელირება). ეს საკითხები მჭიდრო კავშირშია პროგრამულ ინჟინერიასთან, როგორც მეცნიერული, ასევე აკადემიური თვალსაზრისით, რაც დასმული თემატიკის კვლევის ობიექტი და საგანია [5].

მართვის ავტომატიზებული (საინფორმაციო) სისტემა კონკრეტული სფეროს ორგანიზაციული მართვის (მენეჯმენტის, ბიზნეს-ადმინისტრირების) მხარდამჭერი პროგრამული აპლიკაციაა. ამიტომაც იგი განიხილება როგორც ინტერდისციპლინური მეცნიერული მიმართულება [13]. ბიზნეს-პროცესების მართვა (მენეჯმენტი) ლიტერატურაში მოიხსენიება აგრეთვე როგორც საქმიანი ნაკადების მართვა (Workflow Management) [14]. ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი და აქტუალური სამეცნიერო მიმართულება ამ თვალსაზრისით არის კორპორაციული ობიექტების დოკუმენტბრუნვის სისტემები [15], ERP/CRM სისტემები და სხვ. [16-18].

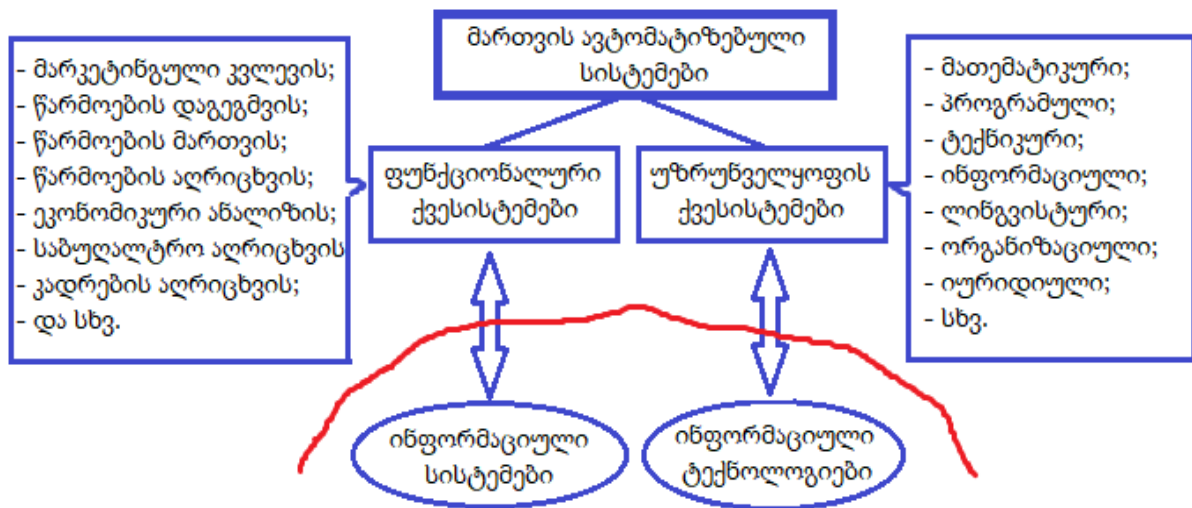
საბჭოთა კავშირში 60-იანი წლებიდან დომინირებდა ტერმინი „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“. დარგობრივი და სამრეწველო მართვის ავტომატიზებული სისტემების შექმნის ფუნდამენტური პრინციპები, აგრეთვე მენეჯერული და ეკონომიკური ინფორმაციული სისტემების შექმნის გამოცდილება ელ-გამოთვლითი მანქანებისა და ეკონომიკურ-მათემატიკური მეთოდების საფუძველზე, პირველად აღწერილი იყო ა. კიტოვის (მოსკოვი), ვ. გლუშკოვის (კიევი) და სხვათა შრომებში [19-21].

ჩვენ ქვეყანაში „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ კათედრა დაარსებულ იქნა (პირველად ამიერკავკასიაში) საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში აკადემიკოს გოჩა ჩოგოვაძის მიერ (1971). მის კალამს ეკუთვნის პირველი ქართული წიგნი „მართვის ავტომატიზებული სისტემების აგების საფუძვლები“ (1980) [22].

ამერიკულ და ევროპულ ქვეყნებში „მართვის ავტომატიზებული სისტემების“ ნაცვლად გამოიყენებოდა ტერმინი „Industrial Control System“ (ICS), რომელიც საწარმოო პროცესების ავტომატიზაციას, მისი მართვის ეფექტიანობის ამაღლებას მოიაზრებდა გამოთვლითი ტექნიკის ბაზაზე [23].

1-ელ ნახაზზე მოცემულია ტიპური (სტანდარტული) მართვის ავტომატიზებული სისტემის სტრუქტურა, ძირითადი ფუნქციონალური და უზრუნველყოფის ქვესისტემების სახით (ზედა ნაწილი). ფუნქციონალური ქვესისტემის შედგენილობა კი დამოკიდებულია კონკრეტულ მართვის სფეროსა და საავტომატიზაციო ობიექტის საზღვრებზე [22].

ნახაზის ქვედა ნაწილში ჩანს ორი ბლოკი: „ინფორმაციული სისტემები“ და „ინფორმაციული ტექნოლოგიები“. ეს ამერიკული კლასიკური ტერმინებია და სემანტიკურად შეესაბამება „ფუნქციონალურ“ და „უზრუნველყოფის“ ქვესისტემებს.



ნახ.1. მას ზოგადი სტრუქტურა

გარდა ამისა, უმაღლესი განათლების სფეროში აქტუალურად გამოიყენება დღეს ასევე ტერმინები: „კომპიუტერული მეცნიერებები“, „კომპიუტერული ინჟინერია“ და „პროგრამული ინჟინერია“ და სხვ. შეიძლება აქვე მოვიხსენიოთ ხელოვნური ინტელექტის სისტემები, კომპიუტერული უსაფრთხოების სისტემები და ა.შ.

„მენეჯმენტის საინფორმაციო სისტემა“ (MIS – Management Information Systems) არის ნებისმიერი კომპიუტერული სისტემა, რომელიც გამოიყენება ინფორმაციის შეგროვების, შენახვისა და საფუძვლიანი ანალიზის მიზნით, რათა ორგანიზაციის მენეჯერულმა სამსახურმა შეძლოს კომპანიაში ოპერაციების ოპერატიული მონიტორინგის განხორციელება და გონივრული ბიზნეს-გადაწყვეტილებების მიღება [9].

1960-იან წლებში, კომპიუტერული ტექნოლოგიების სწრაფი განვითარების საფუძველზე, გაიზარდა მოთხოვნილება კორპორაციული მენეჯმენტის მონაცემთა (ინფორმაციის) დამუშავების ახალი შესაძლებლობების შექმნისა და გამოყენებისათვის. ამ პერიოდში წარმოშვა მენეჯმენტის (მართვა ორგანიზაციულ სისტემებში) კომპლექსური საინფორმაციო სისტემის (შემდგომში MIS) აგების იდეა. MIS-ის კონცეფცია მდგომარეობდა

ერთიანი ზეცენტრალიზებული სისტემის მიდგომის რეალიზებაში, რომელიც გააერთიანებდა კომპანიის ოპერატიული მართვის სისტემების ყველა ინფორმაციას ერთ მონაცემთა მოდელში და შეძლებდა რეალურ დროში მათი ეფექტური ანალიზის განხორციელებას [10].

პრაქტიკაში MIS დღეს გამოიყენება, როგორც ზოგადი ტერმინი ანალიტიკური ინფორმაციული სისტემების სფეროში. კერძოდ, როგორცაა გადაწყვეტილების მიღების მხარდამჭერი სისტემა (DSS – Decision Support System), საშემსრულებლო საინფორმაციო სისტემა (EIS – Executive Information System), აგრეთვე OLAP-აპლიკაციები და ელექტრონული ანგარიშგების სისტემა. თანამედროვე MIS-სისტემის მონაცემთა ბაზას, უმეტეს შემთხვევაში, განიხილავენ მონაცემთა საცავის (Data Warehouse) სახით [11,12].

### ➤ კომპიუტერული მეცნიერებები / კომპიუტინგი / ინფორმატიკა

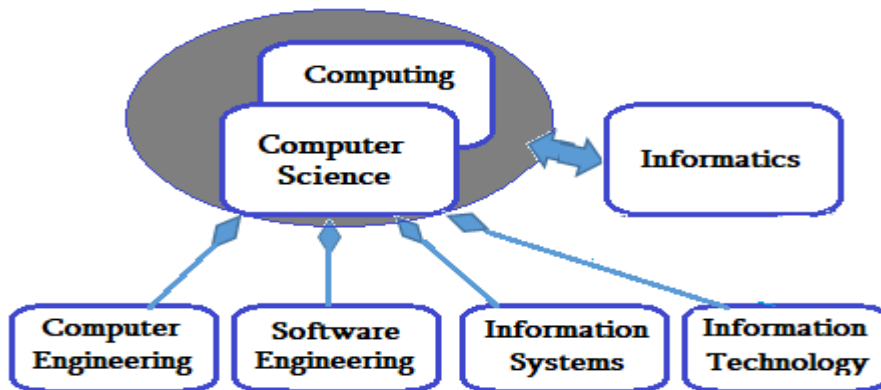
„კომპიუტერული მეცნიერებები“ (*Computer science*) – არის ყველა ის მეცნიერული დისციპლინა, რომლებიც გამოიყენება კომპიუტერული სისტემების ასაგებად. კერძოდ, ესაა: გამოთვლების თეორია, ალგორითმები და მონაცემთა სტრუქტურები, პროგრამირების მეთოდოლოგია, მეთოდები და ენები, კომპიუტერის არქიტექტურა და ელემენტები. აგრეთვე პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერია, ხელოვნური ინტელექტი, კომპიუტერული ქსელი და კომუნიკაცია, მონაცემთა ბაზის სისტემები, პარალელური და განაწილებული გამოთვლები, ადამიან-კომპიუტერული ინტერაქციები, კომპიუტერული გრაფიკა, ოპერაციული სისტემები და ა.შ. (IEEE Computer Society) [24].

„კომპიუტერული გამოთვლები“ (*Computing*) – არის პროცესი (საქმიანობა), რომელიც კომპიუტერებს იყენებს ინფორმაციის მართვის, დამუშავებისა და კომუნიკაციისთვის. იგი მოიცავს ტექნიკურ და პროგრამულ უზრუნველყოფათა შემუშავებას. მისი ძირითადი კომპიუტერული დისციპლინებია კომპიუტერულ ინჟინერია, პროგრამული ინჟინერია, კომპიუტერული მეცნიერება, ინფორმაციული სისტემები და ინფორმაციული ტექნოლოგიები [25].

ხშირად ისმის კითხვა: რა განსხვავებაა Computing-სა და Computer science-ს შორის? [26]. მრავალი პროფესიონალის პასუხი ამ კითხვაზე მსავსია. მაგალითად: „computing არის კომპიუტერების გამოყენებით ინფორმაციის დამუშავება, როგორცაა მონაცემთა მოპოვება (data mining), მონაცემთა ანალიზი (data analysis) და ა.შ. კომპიუტერული მეცნიერება კი – ზოგადი ტერმინია, რომელიც მოიცავს კომპიუტერული ტექნოლოგიის ოთხ მთავარ დარგს: თეორია, ალგორითმები, პროგრამირების ენები და არქიტექტურა“.

არსებული სამეცნიერო წყაროებიდან, მათ შორის ინტერნეტიდან, არაა ცალსახად გამოკვეთილი კომპიუტინგისა და კომპიუტერული მეცნიერებების ურთიერთმიმართების საკითხი. ისინი ბევრად არ განსხვავდება ერთმანეთისაგან და სწორი იქნება თუ მათ ერთ სიბრტყეში განვიხილავთ, როგორც ურთიერთდამატებით ან ურთიერთშემცვლელ სისტემებს (ნახ.2).

ამავე ნახაზზე ჩანს განხილული ორი ტერმინის: კომპიუტინგის და კომპიუტერული მეცნიერების მიმართება ინფორმატიკის ცნებასთან. შეიძლება ითქვას, რომ ეს სინონიმური ცნებებია: „კომპიუტერული მეცნიერება“ – ამერიკულ-ინგლისური, ხოლო „ინფორმატიკა“ – ევროპული [27]. ამგვარად, ინფორმატიკაც მოიცავს ანალოგიურად კომპიუტერულ და პროგრამულ ინჟინერიას, ინფორმაციულ სისტემებსა და ტექნოლოგიებს.



ნახ.2. შედარება ძირითად ცნებებს შორის

„ინფორმატიკა“ (*Informatics*) – არის მეცნიერება ინფორმაციის სისტემატიზებული ასახვის, შენახვის, დამუშავებისა და გადაცემის შესახებ, განსაკუთრებით ავტომატიზებული დამუშავების საშუალებით ციფრული კომპიუტერებით. ისტორიულად, ინფორმატიკა განვითარდა, ერთი მხრივ, მათემატიკიდან, როგორც სტრუქტურული მეცნიერება, ხოლო მეორე მხრივ, როგორც საინჟინრო დისციპლინა – გაანგარიშებების სწრაფი და კერძოდ, ავტომატური შესრულების პრაქტიკული საჭიროებიდან (**Informatics = Information + Mathematik ან Automatik**) [27].

ინფორმატიკის ცნების გერმანული მოდელი ოთხი ნაწილისგან შედგება [28]:

*თეორიული ინფორმატიკა* (Theoretical computer science) – შეისწავლის ფორმალურ ენათა თეორიას. მაგალითად, სისტემური ანალიზი და რთული სისტემების თეორია, სიმრავლეთა თეორია და ლოგიკა, ავტომატებისა და გრაფთა თეორია, პეტრის ქსელები, პრედიკატების აღრიცხვა და რელაციური ალგებრა, ფორმალური სემანტიკა და კატეგორიული ანალიზი, ოპერაციათა კვლევა, ეკონომიკურ-მათემატიკური მოდელების მეთოდები, ოპტიმიზაციის მეთოდები, მასობრივი მომსახურების თეორია, ხელოვნური ინტელექტის მეთოდები და ა.შ. ყოველივე ეს ინფორმატიკის ფორმალური ხერხემალია.

*პრაქტიკული ინფორმატიკა* (Practical computer science) – ემსახურება ინფორმატიკის სფეროს კონკრეტული პრობლემების გადაწყვეტას, განსაკუთრებით კომპიუტერული დაპროგრამების განვითარებას პროგრამული უზრუნველყოფის ტექნოლოგიებისთვის (Software Engineering). აქ მნიშვნელოვანია დაპროგრამების ენები, ოპერაციული სისტემები, მონაცემთა და ცოდნის ბაზების მართვის სისტემები [29]. იგი გამოიმუშავებს ძირითად კონცეფციებს ისეთი სტანდარტული ამოცანების გადასაწყვეტად, როგორცაა ინფორმაციის შენახვა და მართვა მონაცემთა სტრუქტურების საშუალებით.

მნიშვნელოვანი ადგილი უჭირავს აქ მანქანურ ალგორითმებს, რომლებიც რთული და ხშირადგამოყენებადი ამოცანების ავტომატიზებულ გადაწყვეტას ემსახურება. პრაქტიკული ინფორმატიკის ცენტრალური და მუდამ აქტუალური თემაა რთული გამოყენებითი სისტემების (Windows- და Web-აპლიკაციების) აგების პროგრამული ტექნოლოგიების შექმნა და განვითარება. ესაა სტრუქტურული, ობიექტ-ორიენტირებული, ვიზუალური, ჰიბრიდული და მობილური პროგრამირების მეთოდები, Agile და UML მეთოდოლოგიები, მათი ავტომატიზებული დაპროგრამების რეალიზაციის CASE ინსტრუმენტული საშუალებანი [30].

*ტექნიკური ინფორმატიკა* (Computer engineering) – შეისწავლის ინფორმატიკის ტექნიკური უზრუნველყოფის (Hardware) საფუძვლებს, როგორცაა მიკროპროცესორული ტექნიკა, კომპიუტერული არქიტექტურები, ქსელური და კომუნიკაციური სისტემები, კონტროლერები და პერიფერიული მოწყობილობანი, რობოტოტექნიკური და სენსორული სისტემები და ა.შ. იგი უშუალო კავშირშია ელექტროტექნიკასთან, განსაკუთრებით ციფრულ ტექნოლოგიებთან, აგრეთვე ლოგიკასა და დისკრეტულ მათემატიკასთან, გადამრთველ სქემათა თეორიასთან. ბოლო წლებში განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა კლასტერულ და გრიდ ტექნოლოგიებს, მულტიმედიური სისტემების შექმნას და განვითარებას და ა.შ. [31,34].

*გამოყენებითი ინფორმატიკა* (Applied informatics) – ფართო სპექტრის მეცნიერებაა. იგი ეყრდნობა თეორიულ, პრაქტიკულ და ტექნიკურ ინფორმატიკათა მიღწევებს და შეისწავლის მათ პრაგმატულ გამოყენებას სხვადასხვა დარგების (ეკონომიკა და ბიზნესი, იურისპრუდენცია, ენერგეტიკა, მრეწველობა, ტრანსპორტი, მედიცინა, სოფლის მეურნეობა, განათლება, ენათმეცნიერება და სხვ.) რთული ტექნოლოგიური პროცესების კომპიუტერიზაციის, ინფორმაციული საცავების შექმნისა და ადმინისტრირებისათვის, ნანოტექნოლოგიების პროგრამული მხარდაჭერის განვითარებისათვის [32]. გადაწყვეტილებათა მიღების მხარდაჭერი კომპიუტერული სისტემები ყოველი დარგის აუცილებელი ინსტრუმენტი ხდება [16]. ექსპერტული სისტემები მნიშვნელოვან როლს ასრულებს თანამედროვე დიაგნოსტიკისა და პროგნოზის ამოცანების გადასაწყვეტად [33].

#### ➤ პროგრამული მეთოდოლოგიები და მეთოდები: UML / Agile, Scrum / Kanban

მენეჯმენტის საინფორმაციო სისტემების (MIS) პროგრამული აპლიკაციის დამუშავების მეთოდოლოგია არის დეველოპმენტის სამუშაოს დაყოფის პროცესი ცალკეულ ფაზებად - დიზაინის, პროდუქტებისა და პროექტების მართვის სრულყოფის მიზნით. იგი ცნობილია აგრეთვე როგორც პროგრამების დეველოპმენტის სასიცოცხლო ციკლი (Software Development Life Cycle - SDLC) [30].

პროგრამული დეველოპმენტის პროცესების მეთოდოლოგიებია, მაგალითად, ჩანჩქერის (Waterfall), იტერაციულ-ინკრემენტალური (Iterative and Incremental), სპირალური (Spiral), აპლკაციების სწრაფი დამუშავების (Rapid) და სხვ. [35]. 2000 წლიდან მნიშვნელოვანი ყურადღება მიექცა და განვითარდა უნიფიცირებული მოდელირების ენის (UML) და მოქნილი (Agile/Lean) პროგრამირების მეთოდოლოგიები. განსაკუთრებით აქტუალურია დღეს Agile software development-ის Scrum და Kanban მეთოდები [30,36].

*„უნიფიცირებული მოდელირების ენა“ (Unified Modeling Language – UML)* – არის სტანდარტული, უნივერსალური მოდელირების ენა მართვის საინფორმაციო სისტემების (MIS) დიდი პროექტების ასაგებად ობიექტ-ორიენტირებული პროგრამირების საფუძველზე. იგი იძლევა საშუალებას სისტემა აღიწეროს გრაფიკულად და ტექსტურად. კლასიკური UML/1 მოდელი 4 ეტაპს მოიცავს 8 დიაგრამით, რომელთაგან 4 სტატიკური და 4-დინამიკური თვისებების მატარებელია (ნახ.3) [37,38]. UML/2 ვერსია გაფართოვდა სემანტიკური ასპექტების განვითარებით და 15 დიაგრამას ითვლის [30].

UML მეთოდოლოგია შეისწავლება აშშ-ის და ევროპის თითქმის ყველა უნივერსიტეტის პროგრამული ინჟინერიის სპეციალობაზე.

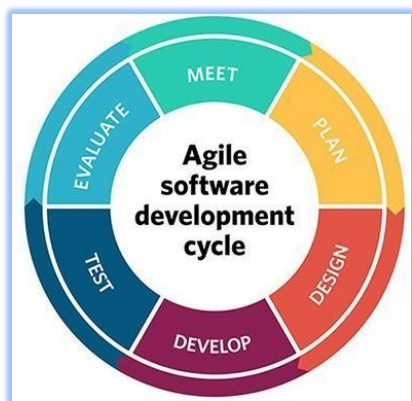
უნიფიცირებული ტერმინოლოგიისა და სტანდარტიზებული კომპონენტების საფუძველზე მნიშვნელოვნადაა გამარტივებული მოდელის გაცვლის პროცესი სხვადასხვა დეპარტამენტს, კომპანიასა და საპროექტო ჯგუფებს შორის.

შეიძლება ითქვას, რომ ამ მეთოდოლოგიის გაფართოებამ გამოიწვია ბიზნეს-ანალიტიკოსებისა და დეველოპერების ერთგვარი „პროტესტი“, რადგან გართულდა მისი გამოყენება და პროექტის შესრულების ვადებიც გაიზარდა.

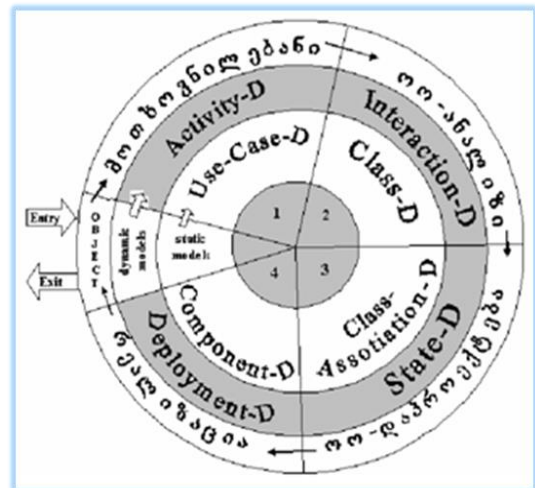
Agile-მეთოდოლოგიის ავტორები და მესვეურები სწორედ ამ „ნაკლოვანებას“ აკრიტიკებენ და მთავარ ყურადღებას თავიანთ საქმიანობაში (Agile-ინსტრუმენტების ბაზაზე) ძირითად პრინციპს უთმობენ, კერძოდ, რომ „მთავარი არა დიაგრამები, არამედ პროგრამული პროდუქტის დროული ჩაბარება და დამკვეთის ინტერესების დაკმაყოფილებაა!“ [39].

**„მოქნილი (სწრაფი) მოდელირება“ (Agile Modeling AM)** – არის პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნის გუნდის მუშაობის ეფექტური ორგანიზების ხერხი დამკვეთების მოთხოვნილებათა დასაკმაყოფილებლად. მოქნილი მეთოდებით პროგრამული სისტემების დამუშავების სპეციალისტები ქმნიან ერთ გუნდს დამკვეთთან ერთად, რომლის წარმომადგენლებიც უშუალოდ და აქტიურად მონაწილეობენ სისტემის ანალიზის, დაპროექტებისა და აგების პროცესებში. AM-გუნდის მუშაობის მთავარი მიზანია ეფექტურობა, დამკვეთის მეტი წვლილის ჩადება საბოლოო პროდუქტში, შეძლებისდაგვარად მარტივი მოდელების აგება, *სამუშაო სისტემის შექმნა და არა თეორიის!* [39].

ამგვარად, მოქნილი მოდელირება – პროფესიონალთა გუნდის მუშაობის ეფექტურობის ამაღლების მეთოდოლოგიაა პროგრამული უზრუნველყოფის შესაქმნელად. მისი ეტაპები მოცემულია მე-4 ნახაზზე.



ნახ.4. Agile-მეთოდოლოგიის ეტაპები

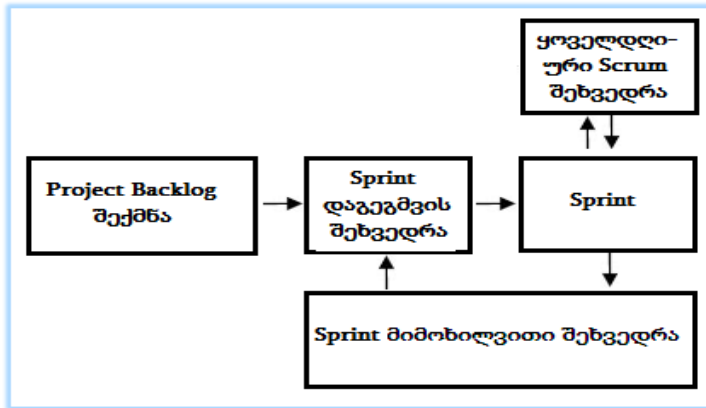


ნახ.3. UML-მეთოდოლოგიის ეტაპები

დაპროგრამების მოქნილი მეთოდოლოგია (Agile Software Methodology) განიხილავს განსხვავებულ Agile-მეთოდებს, როგორცაა მაგალითად, Extreme Programming (XP), Scrum, Kanban/Lean, Agile Unified Process (AUP), Dynamic Systems Development Method (DSDM), Disciplined Agile Delivery (DAD), Feature-Driven Development (FDD), Test-Driven Development (TDD), Rapid Application Development (RAD) და Scaled Agile Framework (SAFe) [40,41].

მოქნილი პროგრამირების ზოგიერთ მეთოდს აქ მოკლედ შევხებით, კერძოდ Scrum და Kanban/Lean მეთოდების მაგალითზე [30].

„მოქნილი მეოდის ფრეიმვორკი Scrum“ (Agile Metod SCRUM) – არის გუნდური მიდგომა ახალი სერვისებისა და პროდუქტების დასამუშავებლად (არა მხოლოდ პროგრამირების სფეროში). მეთოდის ძირითადი არის მდგომარეობდა მცირე ზომის (5-9 კაცი) უნივერსალური გუნდის შეკრულ, თანამიმდევრულ მუშაობაში, რომელიც იტერაციულად, ე.წ. Sprint-ებით ამუშავებს პროექტის ყველა ფაზას (ნახ.5). Scrum პირველად



ნახ.5. Scrum-მეთოდი Sprint-ბიჯებით

იაპონელებმა მოიხსენიეს, როგორც სიმბოლური ანალოგია „რაგბის“-თან, როდესაც ერთიანი გუნდი მოძრაობს წინ და უკან ბურთის გადაცემის შესაბამისად (Scrum-„შეჭიდება“) [42].

თავიდან პროდუქტის მფლობელი, Scrum-ოსტატი, გუნდი, ასევე დამკვეთის წარმომადგენელი და სხვა დაინტერესებული პირები განსაზღვრავენ, თუ რომელი მოთხოვნებია Project Backlog-იდან უფრო პრიორიტეტული და რომელი უნდა განხორციელდეს

მოცემული სპრინტის ფარგლებში. ფორმირდება Sprint-Backlog. შემდეგ Scrum-ოსტატი და Scrum-გუნდი განსაზღვრავენ, თუ როგორ უნდა იქნას მიღწეული დასმული მიზნები Sprint-Backlog-დან. მისი ყოველი ელემენტისათვის დადგინდება ამოცანათა სია და შეფასდება მათი შრომატევადობა; იმართება ყოველდღიური, 15-წუთიანი Scrum თათბირი, რომლის მიზანია იმის გარკვევა, თუ რა მოხდა წინა თათბირის შემდეგ, კორექტირდეს სამუშაო გეგმა დღევანდელი დღის შესაბამისად და განისაზღვროს არსებული პრობლემების გადაწყვეტის გზები. Scrum-გუნდის ყოველი წევრი პასუხობს სამ კითხვას: *რა გააკეთა წინა თათბირის შემდეგ, რა პრობლემები აქვს და რა უნდა გააკეთოს მომდევნო შეხვედრამდე.* Sprint მიმოხილვის შეხვედრა იმართება ყოველი სპრინტის დამთავრების შემდეგ. თავიდან Scrum-გუნდი წარმოადგენს პროდუქტის დემონსტრაციას, რომელიც ამ სპრინტის დროს განხორციელდა. აქ მოწვეული იქნება დამკვეთის ყველა დაინტერესებული წარმომადგენელი. Scrum-გუნდი ანალიზებს ბოლო სპრინტის დროს ერთობლივი მუშაობის დადებით და უარყოფით მომენტებს, გამოიტანს დასკვნებს და იღებს მნიშვნელოვან გადაწყვეტილებებს შემდგომი მუშაობისათვის. Scrum-გუნდი ასევე ეძებს გზებს მომავალი სამუშაოს ეფექტურობის ასამაღლებლად. შემდეგ ციკლი მეორდება.

„ეკონომიური მოქნილი მეოდი Kanban“ (Agile Metod Kanban/Lean) – არის პროგრამული უზრუნველყოფის დამუშავების ეკონომიური მეთოდი (Lean method of software development) [43]. სიტყვა kanban იაპონურად არის „სასიგნალო ბარათი“ (kan - სიგნალი, ban - ბარათი). იგი Toyota-ს ავტომანქანების წარმოების ფირმის ტექნოლოგიაა, რომელიც შეიქმნა წარმოების სტაბილური ნაკადის უზრუნველსაყოფად და მარაგების დონის შესამცირებლად. იყენებენ ასეთ ახსნასაც - „დაუმთავრებელი წარმოების მოცულობის შემცირება“. Kanban-ის გამოყენების ფუძემდებლად ინფორმაციული ტექნოლოგიების სფეროში ითვლება დევიდ ანდერსონი (2007) [44].

kanban-მეთოდი იყენებს სამუშაო მსვლელობის (ნაკადის) ვიზუალიზაციას. კერძოდ, ღირებულებათა ჯაჭვი პროცესის სხვადასხვა ეტაპისათვის (მაგალითად, *მოთხოვნილების განსაზღვრა, პროგრამირება, დოკუმენტირება, ტესტირება, დანერგვა*) კარგადაა ვიზუალიზირებული ყველა მონაწილისათვის. ეს ხორციელდება Kanban-დავის (Kanban-Board)

დახმარებით, რომელზეც სხვადასხვა კვანძები (Stations) აისახება სვეტების სახით (ნახ.6) [30].

მოთხოვნა / დავალება / ინციდენტების პროგრესი					
დავალ. კურს.	დაგეგმილი	მიმდინარე	Developed	ტესტირება	დასრულება
მომხმ. ისტორია	მომხმ. ისტორია TK TK TK	მომხმ. ისტორია	TK TK	მომხმ. ისტორია TK	მომხმ. ისტორია TK TK
მომხმ. ისტორია	IN	მომხმ. ისტორია TK	TK TK IN	TK	TK TK IN IN
მომხმ. ისტორია		IN			
მომხმ. ისტორია					
მომხმ. ისტორია					

ნახ.6. Kanban-ის დაფა (იყენებს Software Development Life Cycle-ს)

ინდივიდუალური მოთხოვნილებები (ამოცანები, ფუნქციები, მომხმარებელთა ისტორიები, მინიმალური საბაზრო მახასიათებლები და ა.შ.) ჩაიწერება სააღრიცხვო ბარათებში („ბილეთები“, მიმაგრებული დაფის უჯრაზე, Ticket - TK). ისინი დროის და შესრულებული ბიჯის შესაბამისად გადაადგილდება დაფაზე მარცხნიდან მარჯვნივ.

ვიზუალიზირება და WiP-ის (Work in Progress) შეზღუდვები მარტივი საშუალებაა, რომლითაც სწრაფად ხდება თვალსაჩინო, თუ რა სისწრაფით მოძრაობს ბილეთები სხვადასხვა კვანძებში და სად გროვდება (იჭედება) ისინი. იმ კვანძებს, სადაც გროვდება ბილეთები და ამ დროს მომდევნო კვანძი თავისუფალია, უწოდებენ *ვიწრო ადგილებს*.

Kanban-დაფის ანალიზით შესაძლებელია ზომების მიღება მაქსიმალურად თანაბარი ნაკადის მისაღწევად. მაგალითად, შეზღუდვები შეიძლება შეიცვალოს ცალკეული კვანძებისათვის, შეიძლება შემოტანილ იქნას ბუფერები (განსაკუთრებით ვიწრო ადგილების გაჩენამდე, რაც გამოწვეულია დროებით რესურსების წვდომის გამო), კვანძებზე მომუშავეთა რაოდენობა შეიძლება შეიცვალოს, აღმოიფხვრას ტექნიკური პრობლემები და ა.შ. სრულყოფის ასეთი უწყვეტი პროცესი არის Kanban-ის განუყოფელი ნაწილი.

### 3. დასკვნა

მართვის ავტომატიზებული სისტემები (ACS – Automated Control Systems) და მისი ანალოგი საწარმოო პროცესების ავტომატიზაციის სისტემები (ICS – Industrial Control Systems) შეიქმნა და ემსახურებოდა დიდი და რთული ორგანიზაციული სისტემების მენეჯმენტის ამოცანების გადაწყვეტას, მათი ავტომატიზაციის საფუძველზე, როგორც ბიზნეს-ადმინისტრირების მხარდამჭერი კომპიუტერული სისტემები. ასეთი მართვის სისტემების კლასიფიკაციის სხვადასხვა ხერხი არსებობს. ერთ-ერთია, მაგალითად,



კლასიფიკაცია მართვის ობიექტების მიხედვით, რომელიც, ძირითადად, მოიცავდა სამი ტიპის მართვის ავტომატიზებულ სისტემებს (მას): „ტექნოლოგიური პროცესების მას“, „საწარმო პროცესების მას“ და „დარგობრივი მას“. ფუნქციური დანიშნულების თვალსაზრისით კი შეიძლება აღვნიშნოთ: მარკეტინგული კვლევის, სტრატეგიული და ოპერატიული დაგეგმვის, ფინანსების მართვის, საბუღალტრო აღრიცხვის, კადრების მართვის და სხვ. ავტომატიზებული ქვესისტემები.

განხილული კომპიუტერული სისტემების ძირითადი მიზანი სახელმწიფო ორგანიზაციებსა თუ კერძო კორპორაციებში ბიზნეს-პროცესების (საქმისწარმოების სისტემის) სრულყოფა, სწორი და დროული გადაწყვეტილებების მიღებაა, და ამის საფუძველზე, რაც მთავარია, ორგანიზაციის ეფექტიანობის, მწარმოებლურობის, მდგრადი განვითარებისა და ფუნქციონირების საიმედოობის უზრუნველყოფაა. ყოველივე ეს ორგანიზაციული მართვის ანუ მენეჯმენტის პროცესების სრულყოფას მოითხოვს ავტომატიზაციის საუბველზე, რისთვისაც თანამედროვე მენეჯმენტის საინფორმაციო სისტემებია (MIS - Management Information Systems) შექმნილი.

### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Chogovadze G. (2006). Global Balance. -M., "Z. Tsereteli's Creative Workshops".
2. Chogovadze G., Prangishvili A., Djagodnishvili T., Surguladze G. From Information Systems to Information Society. Transact.of GTUniv. "Automated Control Systems", No1(23), Tb., pp.7-16, (in Georgian)
3. UNESCO Observatory on the Information Society. [http://portal.unesco.org/ci/en/ev.php-URL\\_ID=7277&URL\\_DO=DO\\_TOPIC&URL\\_SECTION=201.html](http://portal.unesco.org/ci/en/ev.php-URL_ID=7277&URL_DO=DO_TOPIC&URL_SECTION=201.html)
4. Chogovadze G., Prangishvili A., Kiviladze G., Surguladze G., Nareshelashvili G. (2018). Information Society, New Data Management Technologies and Emergency Management Systems. Transact.of GTUniv. "Automated Control Systems", No1(25), Tb., pp.7-16, (in Georgian)
5. 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)
6. Chogovadze G., Prangishvili A., Gogichaishvili G., Didmanidze V., Surguladze G. (2016). Management Information Systems and Software Engineering: Innovations in University Education. Transact.of GTUniv. "Automated Control Systems", No1(21), Tb., pp.9-24, (in Georgian)
7. Chogovadze G., Gogichaishvili G., Surguladze G., Sherozia T., Shonia O. (2001). Design and Building of the Management Information Systems (Theoretical and practical informatics). ISBN99928-882-7-X. GTU, Tbilisi, 2001, 742 p., (in Georgian)
8. Gogichaishvili G., Prangishvili A., Surguladze G. (2007). Computer Science, Program Technologies and Modern Directions of their Development and Training. Transact.of GTUniv. "Automated Control Systems", No1(2), Tb., pp.7-15, (in Georgian)
9. Management Information Systems. Internet resource: <https://bizfluent.com/about-5444925-history-management-information-systems.html>
10. Management Informationssystem. Internet resource: <https://de.wikipedia.org/wiki/Management-Informationssystem>
11. Surguladze G., Petriashvili L. (2017). Modern Data Management Technologies (Oracle, MySQL, MongoDB, Hadoop). GTU, "Techn.Univ", Tb., -203 p., (in Georgian)

12. Surguladze G., Petriashvili L. (2005). Technology of Construction a Data Warehouse for Internet Business Systems. GTU, "Techn.Univ", Tb., -200 p., (in Georgian)
13. Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G., Petriashvili L., Nareshelashvili G. (2017). Integrated Application of Business Information Systems in the field of Interdisciplinary Education. Transact.of GTU. Automated Control Systems, No 2(24), 7-16 pp. (in Georgian)
14. Surguladze G., Turkia E. (2003). Design of MIS for Business processes. Monograph, GTU, Technical University, Tb., - 230 p. (in Georgian)
15. Topuria N. (2017). Automation of Workflow and Task Management. GTU, "Scientific Center of IT Consulting", Tb., - 107 p. (in Georgian)
16. Prangishvili A., Surguladze G., Vacharadze I. (2009). Decision Support Methods and Models in Expert Evaluations of Business Programs. GTU, "Tech. Un.", Tb., -200 p., (in Georgian)
17. Surguladze G., Kristesiashvili Kh., Surguladze G. (2015). Modeling and Research of Enterprise Resource Management Business Processes). GTU, "Tech. Un.", Tb., 216 p., (in Georgian)
18. Surguladze G., Okhanashvili M., Surguladze G. (2009). Unified and Simulation Modeling of Marketing Business Processes. GTU, "Tech. Un.", Tb., -170 p., (in Georgian)
19. Kitov A.I. (1972). Programming Economic and Managerial tasks. -M., Publishing House "Statistics", (in Russian)
20. Glushkov V.M. (1972). Introduction to ACS. - K .: "Technique", (in Russian)
21. Glushkov V.M. (1982). Basics of Paperless Computer Science. "Nauka", (in Russian)
22. Chogovadze G. (1980). Construction Basics of Automated Control Systems. Tb., "Ganatileba", (in Georgian)
23. Industrial control system. Internet resource: [https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial\\_control\\_system](https://en.wikipedia.org/wiki/Industrial_control_system)
24. Computer science. Internet resource: [https://en.wikipedia.org/wiki/Computer\\_science](https://en.wikipedia.org/wiki/Computer_science)
25. Computing science. Internet resource: <https://en.wikipedia.org/wiki/Computing>
26. Difference between Computing Science and Computer Science. Internet resource: <https://www.quora.com/How-is-Computing-Science-different-from-Computer-Science>
27. Internat. Kolloquium, Dresden. 26.02.1968. <https://de.wikipedia.org/wiki/Informatik>
28. Chogovadze G., Prangishvili A., Gogichaishvili G., Didmanidze V., Surguladze G. (2016). Management Information Systems and Software Engineering - Innovations in University Education. Transact.of GTUniv. "Automated Control Systems", No1(21), Tb., pp. 9-24, (in Georgian)
29. Chogovadze G., Surguladze G., Shonia O. (1996). Bases of Construction of Database and – Knowledge. GTU, "Techn.Univ.", Tb., -375 p. (in Georgian)
30. Surguladze G. (2019). Computer Programming Methods and Methodologies (SP, OOP, VP, Agile, UML). GTU, "IT Consulting Center", Tb., 200 p., (in Georgian)
31. Kiviladze T. (2015). Distributed Programming Environment. Georgia University of Patriarchate. Publishing house "Georgian University". ISBN 978-9941-9450-4-5
32. Chogovadze G. (2015). Thoughts on the future. Tbilisi. -198 p.
33. Prangishvili A., Samkharadze R. (2002). Theory of Construction Eexpert Ssystems for the Management of Power Systems. Monograph., "Mezniereba", Tbilisi.
34. Surguladze G., Gulua D., Kakheli B. (2019). Development of Software Applications using Virtualization. GTU, "IT Consulting Center", Tb., -150 p.
35. Surguladze G., Turkia E. (2016). Software Management Basics. GTU, "Techn.Univ." Tb., - 350 p. (in Georgian)
36. Software development process. Internet resource: [https://en.wikipedia.org/wiki/Software\\_development\\_process](https://en.wikipedia.org/wiki/Software_development_process)

37. Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J. (1996). Unified Modeling Language for Object-Oriented Development. Rational Software Corporation, Santa Clara
38. Bolch G., Gogichaishvili G., Surguladze G., Petriashvili L. (2013). Tools of Object-Oriented Design and Modelling of Automated Control Systems (MsVisio, WinPepsy, PetNet, CPN). GTU, © The publishing house "Technical University", Tbilisi, -232 p. (in Georgian)
39. Beck K., Fowler M., Martin R.C., Mellor S. et al. (2001). Manifesto for Agile Software Development. Internet resource: <https://agilemanifesto.org/>
40. What is Agile Software Development? Internet resource: <http://www.inflectra.com/Methodologies/AgileDevelopment.aspx#Scrum>
41. Boruta I. (2017). Agile Methodology. Mother of dragons or all agile methodologies. w-Blog. Internet resource: <https://worksection.com/blog/-agile.html>
42. Resources Scrum. (2019). Internet resource: <https://www.scrum.org/resources>
43. Lean Software Development - in What is Agile Kanban Methodology? Internet resource: <https://www.inflectra.com/methodologies/kan-ban.aspx>
44. Anderson, David J. (2010). Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business. Blue Hole Press. ISBN 978-0-9845214-0-1.

#### **FROM AUTOMATED CONTROL SYSTEMS TO MANAGEMENT INFORMATION SYSTEMS: A MODERN METAMORPHOSIS**

Chogovadze Gocha, Prangishvili Archil, Surguladze Gia, Shonia Otar

Georgian Technical University

##### **Summary**

A short review of creation and development of the scientific-technical direction of automated control systems, as well as its current state and future prospects in Georgia and in particular, at Georgian Technical University. At the first stage, the results of similarities and differences in the scientific-technical areas of Automated Control Systems, Automation Systems for Production Processes and Management Information Systems, as well as their evolutionary development are presented. At the second stage, the structures of the scientific-educational disciplines of Computer Science, Computing and Informatics and the issues of their relationship are analyzed. And in the end, prospective methodologies of computer programming based on Agile development are discussed.

#### **ОТ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ К ИНФОРМАЦИОННЫМ СИСТЕМАМ УПРАВЛЕНИЯ: СОВРЕМЕННАЯ МЕТАМОРФОЗА**

Чоговадзе Г., Прангишвили А., Сургуладзе Г., Шония О.

Грузинский Технический Университет

##### **Резюме**

Рассматривается краткий обзор создания и развития научно-технического направления автоматизированных систем управления в Грузии, и в частности в Техническом университете Грузии, а также ее настоящее состояние и перспективы. На первом этапе представлены результаты сходства и различия научно-технических направлений автоматизированных систем управления, систем автоматизации производственных процессов и информационных систем управления, а также их эволюционное развитие. На втором этапе анализируются структуры научно-образовательных дисциплин Компьютерных наук, Компьютинга и Информатики и вопросы их взаимосвязи. И в конце, обсуждаются перспективные методологии компьютерного программирования, на основе гибкой Agile девелопмента.

# წყალ-ტალახოვანი სელური ნაკადის დინამიკის მათემატიკური მოდელირება

თამაზ ოზგაძე, არჩილ ფრანგიშვილი, ნაიდა ყულოშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია სელური ნაკადის კომპოზიციური მოდელის აგების პროცესი, რომელიც საშუალებას იძლევა რვაჩოვ-ოზგაძის RO მეთოდის ბაზაზე გათვლილ იქნას სელური ნაკადის განმსაზღვრელი პარამეტრები ლანდშაფტის გათვალისწინებით და შეფასდეს ნაკადისაგან საინჟინრო ნაგებობებზე მოსალოდნელი ზარალი. მიღებულია წყალ-ტალახოვანი სელის მასაში, დამბის გარღვევამდე, მკვრივი კომპონენტისა და წნევების განაწილების ეკვივანტები.

**საკვანძო სიტყვები:** წყალ-ტალახოვანი სელი. კომპოზიციური მოდელი.

## 1. შესავალი

ჩვენი ქვეყანა ყოველწლიურად იღებს კოლოსალურ ზარალს ქარისა და წყლისგან გამოწვეული მთის ქანობების ეროზიით, დამეწყვრით და სელური ნაკადების წარმოქმნით.

სელური ნაკადები მთიანი რეგიონების სხვა დამანგრეველ სტიქიურ პროცესებთან ერთად, როგორცაა: წყალდიდობები, ქვათაცვენა, მეწყერი, თოვლის ზვავი, მიწისძვრა - მთიანი რეგიონების ათვისებასთან ერთად დიდ საშიშროებას წარმოადგენს ადამიანისა და საინჟინრო ნაგებობებისათვის.

ქვა-ტალახოვანი, წყალ-ქვიანი და ტალახოვანი სელები, პრაქტიკულად, მოულოდნელად წარმოიქმნებიან და წარმოადგენენ მთიანი რეგიონის კალაპოტში ქანობებისაგან მოწყვეტილი ქვებისა და წყლიანი, ქვა-ღორღიანი მასის მოძრავ ნაკადს.

ასეთი ნაკადები, მოკლე დროის განმავლობაში ანადგურებენ ხიდებს, გზებს, ჰიდროელექტრო სადგურებს, ნატანით ფარავენ სავარგულებს არხებს და დასახლებულ ადგილებს.

ამჟამად, მიუხედავად მრავალი მეცნიერის ძალისხმევისა, ჯერ-ჯერობით ცოტაა, მეცნიერულად დასაბუთებული მათემატიკური მოდელები, რომლებიც პრაქტიკული სიზუსტით მოგვცემდა სელური ნაკადის წარმოშობის, დინამიკის და დამანგრეველი ძალის პროგნოზს. სელურ ნაკადებთან დაკავშირებული მრავალი საკითხი განსაკუთრებით კი დინამიკა, პროცესის სირთულის გამო ნაკლებადაა შესწავლილი.

თ.ვოინიჩ-სიანოჟენცკის და თ.ოზგაძის შრომებში აგებულია მრავალი სხვადასხვა სახის მოდელი, რომელიც კარგად ასახავს ტალახოვანი სელური ნაკადის დინამიკას. საქართველოს მთიან რეგიონებში, სელური ნაკადის პირველ დარტყმას თავის თავზე იღებენ ხერხეულიძის ტიპის სელსაწინააღმდეგო ცხავური ტიპის ნაგებობები, რომლებიც ნაკადს ათავისუფლებენ მსხვილი ქვიანი და მოტივტივე ხეების ფრაქციებისაგან. ამ ნაგებობათა გავლის შემდეგ, სელური ნაკადი შეგვიძლია ჩავთვალოთ წყალ-ტალახოვან ნაკადად, რაც მეტად აქტუალურს ხდის წინამდებარე კვლევას.

სელური ნაკადი წყლისა და შეტივტივებული ქვა-ღორღის ნარევი. ასეთი ტიპის ნაკადების მოდელირებისათვის არსებობს რამდენიმე სახის მიდგომა:

ა) სელის მთელ მასას უყურებენ როგორც ერთიან უკუმ მყარ წარმონაქმნს და სწავლობენ მისი სიმბიმის ცენტრის დინამიკას თეორიული მექანიკის მეთოდებით, რაც მეტად უხეშ შედეგებს იძლევა;

ბ) ნარევის თითოეული კომპონენტისათვის წერენ დინამიკის განტოლებებს, სადაც, კომპონენტების ურთიერთქმედებიდან გამომდინარე, უმატებენ ურთიერთქმედების შესაბამის წევრებს, რაც მეტად სქემატური წარმოდგენაა, რადგან საინჟინრო ნაგებობათა გარსდენისას დაგროვილი მასის გამოყოფა არ ხერხდება;

გ) ადგენენ ერთი ჰიპოთეტური სითხის მოდელს, რომელიც გასაშუალებულად მოიცავს ნარევის ყველა კომპონენტის თვისებას.

## 2. წყალ-ტალახოვანი სელის დინამიკის განტოლებების გამოყვანა

ჩვენ ვცდილობთ გამოვიყენოთ ბ) და გ) მიდგომის დადებითი მხარეები და სელური ნაკადი წარმოვადგინოთ, როგორც წყალ-ტალახოვან-ქვალორღიანი ნაკადი, რომელიც ერთის მხრივ შეიცავს გენიევ-გოგოლადის უკუმ სითხეს, რაც საშუალებას გვაძლევს საინჟინრო ნაგებობების გარსდენისას წარმოქმნილი მაღალწნევიანი სითხის თვისებები გავითვალისწინოთ და მეორე მხრივ წყლის ნაკადის დინამიკური თვისებები აღვწეროთ, ხოლო ამ ორი კომპონენტის ურთიერთქმედება გავითვალისწინოთ დიფუზიის განტოლებით.

აქედან გამომდინარე, ღვარცოფული ნაკადის მათემატიკური მოდელირებისათვის მიზანშეწონილია, რომ გამოვიყენოთ თ.ვინიჩ-სიანოჟენცკის მიდგომა, რომლის თანახმადაც ნარევის  $\rho$  სიმკვრივე,  $\dot{\epsilon}_{ij}$  დეფორმაციის სიჩქარის და ძაბვის ტენზორის  $\sigma_{ij}$  კომპონენტები გამოისახება, ნარევის კომპონენტების შესაბამისი სიდიდეების მიხედვით, სადაც გათვალისწინებულია ნარევი, თითოეული კომპონენტის  $\nu$  კონცენტრაცია:

$$\rho = \nu\rho_\nu + (1 - \nu)\rho_w; \quad (1)$$

$$\sigma_{ij} = \nu\sigma_{ij}^\nu + (1 - \nu)\sigma_{ij}^w; \quad (2)$$

$$\dot{\epsilon}_{ij} = \nu\dot{\epsilon}_{ij}^\nu + (1 - \nu)\dot{\epsilon}_{ij}^w; \quad (3)$$

სადაც  $\rho_\nu$ ,  $\rho_w$  – სიმკვრივეებია  $\nu$  – ქვა-ღორღის კომპონენტისა, ხოლო  $w$  – ნარევის თხევადი კომპონენტისა,  $\sigma_{ij}^{(\nu)}$ ,  $\sigma_{ij}^w$  – ძაბვის შესაბამისი ტენზორის კომპონენტებია.

თუ გავითვალისწინებთ გენიევ-გოგოლადის ბარო-ბლანტი სითხის და ნიუტონის სითხეების რეოლოგიურ განტოლებებს, მაშინ მივიღებთ რომ, სელური ნაკადისათვის რეოლოგიურ განტოლებას ექნება შემდეგი სახე:

$$\sigma_{ij} = -p\delta_{ij} + (\mu_0(1 - \nu) + \nu\lambda p)(v_{i,j} + v_{j,i}). \quad (4)$$

მოდრაობის განტოლებას კომის ფორმით აქვს შემდეგი სახე:

$$\sigma_{j,i} + \rho b_i = \rho \dot{v}_i. \quad (5)$$

სადაც  $v_i$  სითხის ნაწილაკების მოძრაობის სიჩქარის ვექტორის კომპონენტებია. თუ (5) განტოლებაში შვიტანთ (4) რეოლოგიური განტოლებიდან ძაბვის ტენზორის

კომპონენტების გამოსახულებას, მაშინ მივიღებთ კომპოზიციური სითხის დინამიკის განტოლებას შემდეგი სახით:

$$-p_{,i} + (-\mu_0 v_{,j} + v_{,j} \lambda p + \nu \lambda p_{,j})(v_{i,j} + v_{j,i}) + (\mu_0(1 - \nu) + \nu \lambda p)v_{i,jj} + \rho b_i = \rho \dot{v}_i. \quad (6)$$

უწყვეტობის განტოლება ჩაიწერება შემდეგი ფორმით:

$$\dot{\rho} + \rho v_{i,i} = 0. \quad (7)$$

აქედან გამომდინარე, თუ შევიტანთ (7) განტოლებაში ნარევის სიმკვრივის (1) გამოსახულებას, მაშინ მივიღებთ, რომ კომპოზიციური ნარევის უწყვეტობის განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v_k \frac{\partial v}{\partial x_k} + (\nu \rho_\nu + (1 - \nu) \rho_w) v_{i,i} = 0. \quad (8)$$

ამრიგად, გვაქვს 5 უცნობი  $v_1; v_2; v_3; p; \nu$  და 4 განტოლება: სამი დინამიკის (6) და ერთი უწყვეტობის (8). სისტემის ჩაკეტვისათვის ჩავწეროთ დიფუზიის განტოლება შემდეგი ფორმით:

$$\frac{\partial v}{\partial t} + v_k \frac{\partial v}{\partial x_k} = D v_{,ii}. \quad (9)$$

სადაც  $D$  დიფუზიის კოეფიციენტი.

ამრიგად, მივიღეთ სელური ნაკადის კომპოზიციური (ორკომპონენ-ტიანი) ნაკადის მათემატიკური მოდელი, რომელიც აღიწერება ჩაკეტილი სისტემით და შედგება ხუთი: სამი დინამიკის (6), უწყვეტობის (8) და დიფუზიის (9), განტოლებისაგან.

აგებული მათემატიკური მოდელის გამოსაკვლევადა, განვიხილოთ წონასწორობის განტოლებები, რათა შევისწავლოთ მყარი კომპონენტისა და წნევების განაწილება სიღრმის მიხედვით.

### 3. კომპოზიციური სითხის წონასწორობის განტოლებები

კომპოზიციური მოდელის ბაზაზე განვიხილოთ ნარევის წონასწორობის განტოლებები. წონასწორობისას მოძრაობის სიჩქარე ნულის ტოლია. მაშასადამე, (6), (8), (9) განტოლებებიდან მივიღებთ სისტემას:

$$-p_{,i} + \rho b_i = 0; \quad (10)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = 0; \quad (11)$$

$$\frac{\partial v}{\partial t} = D v_{,ii}. \quad (12)$$

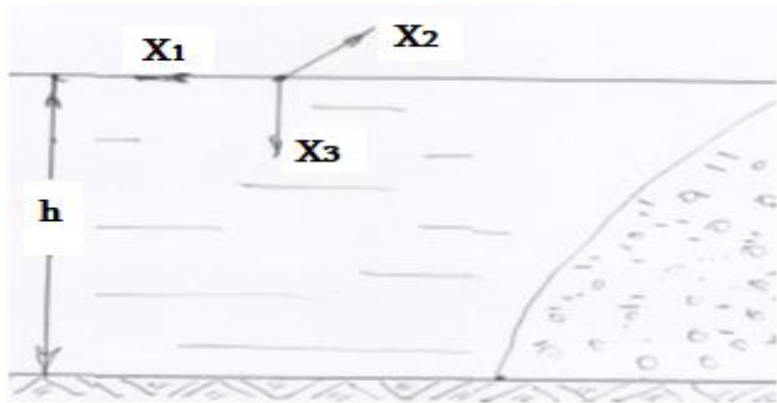
მიღებული სისტემიდან ცხადია, რომ წონასწორობისას ანუ როცა ბუნებრივი დამბის ზედა ბიეფში დაგროვილი კომპოზიციური მასალის მოძრაობა, ხდება მხოლოდ შევსების ხარჯზე და ძირითადი მასა ჯერ უძრავია, დამბის მიერ არსებული შეზღუდვის გამო, დამბის სიახლოვეს ხდება ქვა-ღორღის მასალის დალექვა და (11) განტოლებიდან გამომდინარე, ბარო-ბლანტი მასის  $\nu$  კონცენტრაცია, დროის მიხედვით არ იცვლება. მაშასადამე, წონასწორობისას კონცენტრაციის განაწილება (12) განტოლებიდან გამომდინარე, არის ჰარმონიული ფუნქცია:

$$v_{,ii} = 0. \quad (13)$$

კონცენტრაციის განაწილების გამოსათვლელად, უნდა ამოვხსნათ დირიხლეს ამოცანა ლაპლასის განტოლებისათვის, სადაც სასაზღვრო პირობა იქნება დამბის მახლობლობაში კომპოზიციური ნარევის ფსკერზე ნატანის დალექვის პირობა, ხოლო ღია ზედაპირზე მყარი ნაწილაკების არ არსებობა ანუ

$$\begin{cases} v|_{x_3=h} = 1 \\ v|_{x_3=0} = 0 \end{cases} \quad (14)$$

ამოცანის შინაარსიდან გამომდინარე, სიღრმის მიხედვით კონცენტრაციის განაწილების ამოცანა არის ერთგანზომილებიანი (ნახ.1).



ნახ. 1. კომპოზიციური სითხის წონასწორული მდგომარეობა დამბის გარღვევამდე

აქედან გამომდინარე, (13)-დან მივიღებთ რომ

$$\frac{\partial^2 v}{\partial x_3^2} = 0. \quad (15)$$

ამ განტოლების ზოგადი ამონახსნია:

$$v = C_1 x_3 + C_2. \quad (16)$$

(14) სასაზღვრო პირობებიდან გამომდინარე, მივიღებთ რომ

$$C_2 = 0 \text{ და } C_1 = \frac{1}{h}. \quad (17)$$

მაშასადამე, მყარი ფრაქციის სიღრმის მიხედვით განაწილებას ექნება შემდეგი სახე:

$$v = \frac{1}{h} x_3. \quad (18)$$

მაშინ, წნევის განაწილება სიღრმის მიხედვით მოიცემა შემდეგი განტოლებით:

$$p_{,3} = \rho g; \quad (19)$$

სადაც

$$\rho = v(\rho_v - \rho_w) + \rho_w. \quad (20)$$

მაშინ თუ გავითვალისწინებთ (18) ამონახსნს, გვექნება რომ

$$\rho = \frac{1}{h} x_3 (\rho_v - \rho_w) + \rho_w. \quad (21)$$

თუ შევიტანთ (21) ფორმულას (19) განტოლებაში და ვაინტეგრებთ, მივიღებთ, რომ

$$p = C_0 + \rho_w g x_3 + \frac{x_3^2}{2h} (\rho_v - \rho_w) g; \quad (22)$$

სადაც  $C_0$  მუდმივის საპოვნელად გვჭირდება სასაზღვრო პირობა:

$$p|_{x_3=0} = p_{atm.}; \quad (23)$$

სადაც  $p_{atm.}$  ატმოსფერული წნევაა კომპოზიციური ხსნარის თავისუფალ ზედაპირზე.

მაშინ მივიღებთ რომ, წნევის განაწილება კომპოზიციურ უძრავ ნაკადში იძლევა შემდეგ კვადრატულ კანონს:

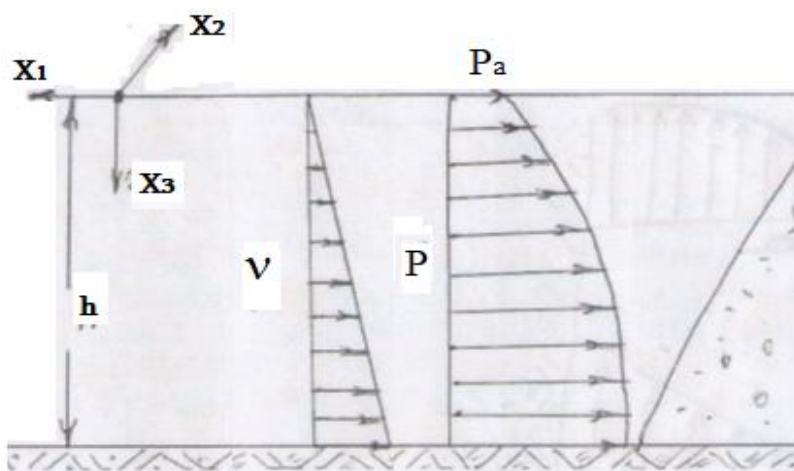
$$p = p_{atm.} + \rho_w g x_3 + \frac{x_3^2}{2h} (\rho_v - \rho_w) g. \quad (24)$$

(24) ფორმულიდან გამომდინარე, უძრავი კომპოზიციური სითხის ფსკერზე წნევა იქნება მაქსიმალური და მისი სიდიდე იქნება:

$$p = p_{atm.} + \rho_w g h + \frac{h}{2} (\rho_v - \rho_w) g. \quad (25)$$

#### 4. დასკვნა

ამრიგად, მივიღეთ კომპოზიციური სითხის წონასწორობის განტოლებები, რამაც საშუალება მოგვცა გვეპოვა: სიღრმის მიხედვით მყარი კომპონენტის კონცენტრაციისა და წნევების განაწილება (ნახ.2).



ნახ. 2.  $v$  კონცენტრაციისა და  $p$  წნევათა განაწილების ეპიურა წონასწორობაში მყოფ კომპოზიციურ სითხეში

თუ, სითხე ერთგვაროვანია ანუ  $\rho_v = \rho_w$ , მაშინ (25) განტოლება გადადის კლასიკურ, წრფივი ეპიურის მქონე ჰიდროსტატიკურ კანონში:

$$p = p_{atm.} + \rho_w g h. \quad (26)$$

ჩვენ მიერ აგებული წყალ-ტალახოვანი კომპოზიციური ნაკადის მათემატიკური მოდელი წარმოადგენს ჰიდროდინამიკის კლასიკური განტოლებების განზოგადებას ნარევებისათვის.



**ლიტერატურა – References – Литература:**

1. Obgadze T., Prangishvili A. (2019). Mathematical Modeling of Dynamics of Continuous Eenvironments. Monograph, GTU. Tb. (in Georgian)
2. Obgadze T., Prangishvili A., Kemularia O., Rashoian M. (2019). Variational methods. Monograph, GTU. Tb. (in Georgian)
3. Obgadze T. (2017). The solution of stationary problems of hydrodynamics based on the Rvachov-Obgadze RO Method. Monograph, GTU. Tb. (in Georgian)

**MATHEMATICAL MODELLING OF DYNAMICS  
MUD FLOW**

Obgadze Tamaz, Prangishvili Archil, Kuloshvili Naida

Georgian Technical University

**Summary**

In work the mathematical composite model of a mud flow which allows on the basis of a RO method of Rvachev-Obgadze, to calculate the defining parameters of a mud stream taking into account a landscape and to estimate expected losses, at impact on engineering constructions is under construction. Distributions of concentration firm components and pressure before break of a natural dam are received.

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ  
ГРЯЗЕВОГО СЕЛЕВОГО ПОТОКА**

Обгадзе Тамаз, Прангишвили Арчил, Кулошвили Наида

Грузинский Технический Университет

**Резюме**

В работе строится математическая композиционная модель селевого потока, которая позволяет на основе RO метода Рвачева-Обгадзе, рассчитать определяющие параметры селевого потока с учетом ландшафта и оценить ожидаемые потери, при воздействии на инженерные сооружения. Получены распределения концентрации твердой компоненты и давлений до прорыва природной дамбы. Построены соответствующие эпюры.

# კომპოზიციური სითხის სტაციონარული ერთგანზომილებიანი დინამიკა დახრილ სიბრტყეზე

თამაზ ოზგაძე, ნაიდა ყულოშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

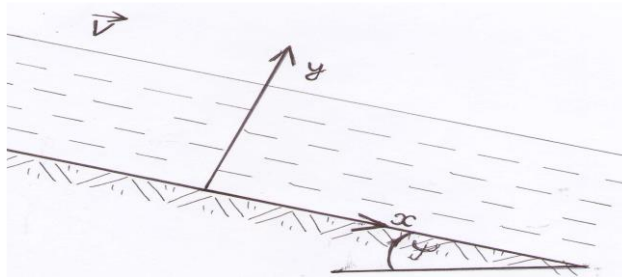
## რეზიუმე

განხილულია კომპოზიციური სითხის ერთგანზომილებიანი სტაციონარული დინების ამოცანა. ასეთ შემთხვევაში, კომპოზიციური სითხის დინამიკის მათემატიკური მოდელიდან გამომდინარე, ანალიზურადაა ნაპოვნი მყარი ნაწილაკების კონცენტრაციისა და ნარევის წნევის განაწილების კანონები, ხოლო სიჩქარის ეპიურის ასაგებად გამოყენებულია რვაჩოვ-ობგაძის RO ფუნქციის მეთოდი. მიღებულია სიჩქარის კვაზიბიკვადრატული განაწილება.

**საკვანძო სიტყვები.** სელური ნაკადი. კომპოზიციური სითხე.

## 1. კომპოზიციური სითხის ერთგანზომილებიანი დინამიკის განტოლებები

განვიხილოთ, კომპოზიციური სითხის დამყარებული ერთგან-ზომილებიანი დინება დახრილ სიბრტყეზე ნახ. 1



ნახ. 1. კომპოზიციური სითხის დამყარებული (სტაციონარული) დინება დახრილ სიბრტყეზე

დახრილ სიბრტყეზე დინებისას, სელურ ნაკადს აქვს აჩქარებული დინება [1-2], სანამ კალაპოტის დახრილობაა  $10^\circ - 15^\circ$ , მთიდან დაშვებისას, მდინარის კალაპოტის დახრილობა თანდათან მცირდება და როცა  $5^\circ - 7^\circ$ -ს გაუტოლდება, დინების სიჩქარე გადის მუდმივ რეჟიმზე, სელგამტარი კალაპოტის ამ უბანზე დინება ერთგანზომილებიანია:  $v = v(y)$ ;  $u = u(y)$ ;  $v=w=0$ . აქედან გამომდინარე თუ გადავალთ ტრადიციულ  $x; y; z$  ცვლადებზე და მაშასადამე, შესაბამის აღნიშვნებზე, სადაც  $x_1 = x$ ;  $x_2 = y$ ; მაშინ, განტოლებათა სისტემას განმსაზღვრელი პარამეტრების მიმართ [3-4] ექნება შემდეგი სახე:

$$0 = \frac{\lambda p - \mu_0}{\rho} L_{11}(u, v, w, v) + \frac{\lambda v}{\rho} L_{12}(u, v, w, p) + \frac{\mu_0(1-v) + v\lambda p}{\rho} \Delta u + g \sin \psi; \quad (1)$$

$$0 = -\frac{1}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} - g \cos \psi; \quad (2)$$

$$0 = D \frac{\partial^2 v}{\partial y^2}; \quad (3)$$

სადაც

$$\rho = v(\rho_v - \rho_w) + \rho_w;$$

$$L_{11}(u, v, v) = \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial y};$$

$$L_{12}(u, v, v) = \frac{\partial p}{\partial y} \frac{\partial u}{\partial y}.$$

## 2. კომპოზიციური სითხის კონცენტრაციისა და წნევის განაწილება ნაკადის სიღრმის მიხედვით

(3) განტოლებიდან გამომდინარეობს, რომ

$$v = C_1 y + C_2, \quad (4)$$

სადაც მუდმივების განსაზღვრისათვის, გვაქვს სასაზღვრო პირობები:

$$\begin{cases} v|_{y=h} = 0 \\ v|_{y=0} = 1 \end{cases} \quad (5)$$

მაშინ, ცხადია რომ

$$C_1 = -\frac{1}{h}; \quad C_2 = 1. \quad (6)$$

მაშასადამე,

$$v = 1 - \frac{1}{h} y. \quad (7)$$

(7) ტოლობის გათვალისწინებით, მივიღებთ რომ წარევის სიმკვრივე გამოითვლება შემდეგი ფორმულით:

$$\rho = \left(1 - \frac{1}{h} y\right) (\rho_v - \rho_w) + \rho_w. \quad (8)$$

ცხადია რომ, მაშინ (2) განტოლებიდან გვექნება წნევის განაწილებისათვის შემდეგი ფორმულა:

$$\frac{\partial p}{\partial y} = - \left[ \left(1 - \frac{1}{h} y\right) (\rho_v - \rho_w) + \rho_w \right] g \cos \psi. \quad (9)$$

ამ განტოლების ინტეგრება გვაძლევს წნევების შემდეგ განაწილებას:

$$p = - \left[ \left(y - \frac{1}{2h} y^2\right) (\rho_v - \rho_w) + \rho_w y \right] g \cos \psi + C_0. \quad (10)$$

მუდმივი  $C_0$  სიდიდის საპოვნელად გამოვიყენებთ სასაზღვრო პირობას, რომლის თანახმადაც ნაკადის ზედაპირზე წნევა ატმოსფერული წნევის ტოლია:

$$p|_{y=h} = p_{atm}. \quad (11)$$

მაშინ გვექნება შემდეგი განტოლება  $C_0$  მუდმივის საპოვნელად:

$$-\left[\left(\frac{1}{2}h\right)(\rho_v - \rho_w) + \rho_w h\right]g \cos \psi + C_0 = p_{atm}. \quad (12)$$

აქედან გამომდინარე, მივიღებთ რომ

$$C_0 = p_{atm} + \frac{1}{2}h(\rho_v + \rho_w)g \cos \psi. \quad (13)$$

რაც იმას ნიშნავს რომ, წნევების განაწილებას მიღებულ ნაკადში აქვს შემდეგი სახე:

$$p = -\left[\left(y - \frac{1}{2h}y^2\right)(\rho_v - \rho_w) + \rho_w y\right]g \cos \psi + p_{atm} + \frac{1}{2}h(\rho_v + \rho_w)g \cos \psi$$

ანუ

$$p = -\left[\left(y - \frac{1}{2h}y^2\right)(\rho_v - \rho_w) + \rho_w y + \frac{1}{2}h(\rho_v + \rho_w)\right]g \cos \psi + p_{atm}. \quad (14)$$

სიჩქარეთა ველის განაწილებისათვის გვაქვს შემდეგი განტოლება:

$$\frac{\lambda p - \mu_0}{\rho} \frac{\partial u}{\partial y} \frac{\partial v}{\partial y} + \frac{\lambda v}{\rho} \frac{\partial p}{\partial y} \frac{\partial u}{\partial y} + \frac{\mu_0(1-\nu) + \nu \lambda p}{\rho} \Delta u + g \sin \psi = 0; \quad (15)$$

რადგან

$$\frac{\partial v}{\partial y} = -\frac{1}{h}, \quad (16)$$

ხოლო

$$\frac{\partial p}{\partial y} = -\left[\left(1 - \frac{1}{h}y\right)(\rho_v - \rho_w) + \rho_w\right]g \cos \psi; \quad (17)$$

(15) განტოლება მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$\frac{\lambda p - \mu_0}{\rho} \frac{du}{dy} \frac{dv}{dy} + \frac{\lambda v}{\rho} \frac{dp}{dy} \frac{du}{dy} + \frac{\mu_0(1-\nu) + \nu \lambda p}{\rho} \frac{d^2 u}{dy^2} + g \sin \psi = 0; \quad (18)$$

სადაც  $\rho = \left(1 - \frac{1}{h}y\right)(\rho_v - \rho_w) + \rho_w = \rho_v - \frac{1}{h}y(\rho_v - \rho_w).$

(18) განტოლება შეგვიძლია გადავწეროთ შემდეგი სახით:

$$\frac{d^2 u}{dy^2} \cdot \frac{\mu_0(1-\nu) + \nu \lambda p}{\rho} + \frac{du}{dy} \left[ \frac{\lambda p - \mu_0}{\rho} \frac{dv}{dy} + \frac{\lambda v}{\rho} \frac{dp}{dy} \right] + g \sin \psi = 0; \quad (19)$$

### 3. კომპოზიციურ ნაკადში სიჩქარის, სიღრმის მიხედვით განაწილების გათვლა

ამრიგად, სიღრმის მიხედვით ნარევის სიჩქარის განაწილების საპოვნელად, მივიღეთ შემდეგი მეორე რიგის ჩვეულებრივი დიფერენცი-ალური განტოლება,

$$a(y) \cdot \frac{d^2 u}{dy^2} + b(y) \cdot \frac{du}{dy} + c = 0; \quad (20)$$

ანუ

$$\frac{d^2u}{dy^2} = -\frac{b(y)}{a(y)} \cdot \frac{du}{dy} - \frac{c(y)}{a(y)}; \quad (21)$$

სადაც

$$a(y) = \frac{\mu_0(1-\nu(y))+\nu(y)\lambda\rho(y)}{\rho(y)}; \quad (22)$$

$$b(y) = \frac{\lambda\rho(y)-\mu_0}{\rho(y)} \left(-\frac{1}{h}\right) + \frac{\lambda\nu(y)}{\rho(y)} \left(-\left[\left(1-\frac{1}{h}y\right)(\rho_v - \rho_w) + \rho_w\right]g\cos\psi\right); \quad (23)$$

$$c = g \sin \psi; \quad (24)$$

მეორე რიგის (21) განტოლების ამონახსნს ვეძებთ შემდეგი მწკრივის სახით:

$$u(y) = \sum_{i=0}^n \alpha_i y^i. \quad (25)$$

თუ, გავითვალისწინებთ სასაზღვრო პირობებს (26)

$$\begin{aligned} X_0|_{y=0} &= 0 \\ X_1|_{y=0} &= 0 \end{aligned} \quad (26)$$

ცხადია, რომ ამონახსნის (25) წარმოდგენა მიიღებს შემდეგ სახეს:

$$u(y) = \sum_{i=2}^n \alpha_i y^i, \quad (27)$$

რადგან  $\alpha_0 = 0$  და  $\alpha_1 = 0$ . (26) სისტემის პირველი განტოლება არის, კომპოზიციური სითხის დახრილ სიბრტყესთან მიკვრის პირობა, ხოლო მეორე განტოლება გამოხატავს იმ ფაქტს, რომ არ ხდება სითხის ფილტრაცია დახრილი სიბრტყის კლდოვან ზედაპირში.

(21)-(26) კოშის ამოცანის ამოსახსნელად, შევადგინოთ შესაბამისი ალგორითმი [3-4]. და პროგრამა Mathcad-ის გარემოში, რათა მოვახდინოთ სიჩქარეთა ველის სიღრმის მიხედვით განაწილების გათვლა.

რადგან (27) წარმოდგენა უკვე აკმაყოფილებს (26) სასაზღვრო პირობებს, საჭიროა რომ გაშლის  $\alpha_i$  კოეფიციენტები ვიპოვოთ (21) განტოლებიდან. ამისათვის, ჩავსვათ (27) წარმოდგენა (21) განტოლებაში, ყველა წევრი გადავიტანოთ მარცხენა მხარეს და ჩავწეროთ ცდომილების შესაბამისი ფუნქცია შემდეგი სახით:

$$R(y, \alpha) = \sum_{i=2}^n i(i-1)\alpha_i y^{i-2} + \frac{b(y)}{a(y)} \sum_{i=2}^n i \alpha_i y^{i-1} + \frac{c(y)}{a(y)}. \quad (28)$$

ჩვენი მიზანია ცდომილების ფუნქციის ნორმის მინიმიზაციის პირობიდან ვიპოვოთ გაშლის  $\alpha_i$  კოეფიციენტები, სადაც  $y \in [0; h]$  შუალედს.

მაშასადამე, გაშლის  $\alpha_i$  კოეფიციენტები, წარმოადგენენ  $L_2[0; h]$  ჰილბერტის სივრცის ნორმით, ცდომილების  $R(y, \alpha)$  ფუნქციის მინიმიზაციისას ექსტრემუმის წერტილებს.

$$I(\alpha) = \int_0^h (R(y, \alpha))^2 dy \rightarrow \min, \quad (29)$$

ეხლა შევადგინოთ შესაბამისი პროგრამა Mathcad-ის გარემოში:

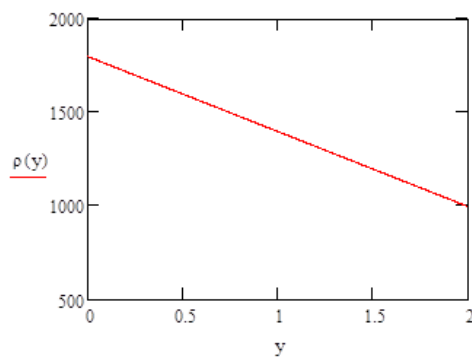
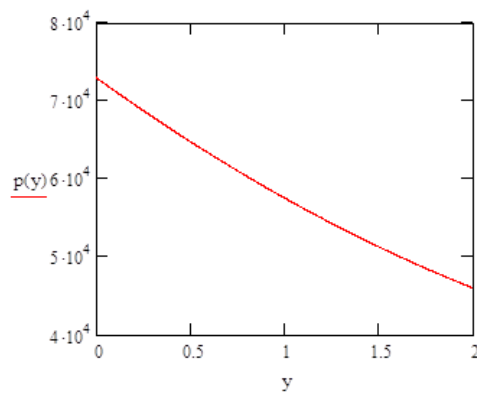
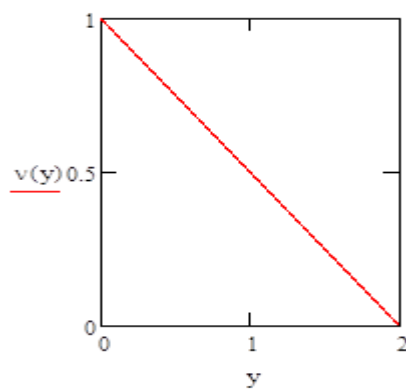
$$\lambda := 0.001 \quad \psi := \frac{\pi}{18} \quad g := 9.8 \quad h := 2 \quad \rho_v := 1800 \quad \rho_w := 997 \quad \mu_0 := 0.01$$

$$p_{atm} := 10^5$$

$$v(y) := 1 - \frac{1}{h}y$$

$$p(y) := \left[ \left( \frac{y^2}{2h} - y \right) (\rho_v - \rho_w) - \rho_w y - \frac{1}{2} h (\rho_v + \rho_w) \right] g \cos \psi + p_{atm}$$

$$\rho(y) := \rho_v - \frac{1}{h}y(\rho_v - \rho_w)$$



$$a(y) := \frac{\mu_0(1 - v(y)) + v(y)\lambda p(y)}{\rho(y)}$$

$$b(y) := \frac{\lambda p(y) - \mu_0}{\rho(y)} \left(-\frac{1}{h}\right) + \frac{\lambda v(y)}{\rho(y)} \left[\left(\frac{1}{h}y - 1\right)(\rho v - \rho w) - \rho w\right] g \cos \psi$$

$$c = g \sin \psi$$

n:=5

$$R(y, \alpha) := \sum_{i=2}^n i(i-1)\alpha_i y^{i-2} + \frac{b(y)}{a(y)} \sum_{i=2}^n i \alpha_i y^{i-1} + \frac{c(y)}{a(y)}$$

$$I(\alpha) := \int_0^h (R(y, \alpha))^2 dy$$

i:=2..n

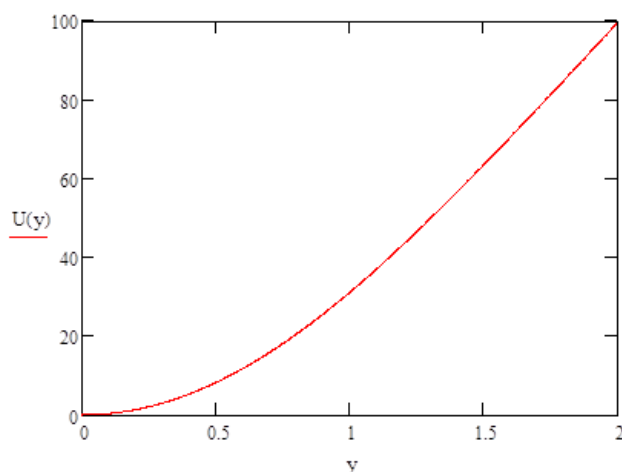
$$\alpha_i := 1$$

Given

$$M := \text{Minimize}(I, \alpha)$$

$$i:=2..n \quad \alpha_i := M_i \quad M = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \\ 36.636 \\ -2.472 \\ -2.935 \\ 0.636 \end{pmatrix}$$

$$U(y) := \sum_{i=2}^n \alpha_i y^i$$



#### 4. დასკვნა

ამრიგად, მივიღეთ რომ კომპოზიციური სითხის დახრილ სიბრტყეზე ერთგანზომილებიანი სტაციონარული დინებისას, მსხვილი ფრაქციის კონცენტრაცია იცვლება წრფივად, წნევის სიდიდე სიღრმის მიხედვით იზრდება კვადრატულად, ხოლო სიჩქარეთა ველი ზედაპირიდან იცვლება კვაზიბიკვადრატული კანონით.

ლიტერატურა – ლეფერენცებს – Литература:

- 1 Obgadze T., Prangishvili A., Kuloahvili N. (2019). Mathematical Modelling of Dynamics Mud Flow. Intern. Scientific Workshop: *"Related Problems in Mechanics of Continuous Environments"*, Thesis Collection, Kutaisi.
1. Obgadze T., Prangishvili A. (2019). Mathematical Modeling of Dynamics of Continuous Eenvironments. Monograph, GTU. Tb. (in Georgian)
2. Obgadze T., Prangishvili A., Kemularia O., Rashoian M. (2019). Variational methods. Monograph, GTU. Tb. (in Georgian)
3. Obgadze T. (2017). The solution of stationary problems of hydrodynamics based on the Rvachov-Obgadze RO Method. Monograph, GTU. Tb. (in Georgian)

**STATIONARY ONE-DIMENSIONAL DYNAMICS OF COMPOSITE LIQUID  
ON THE INCLINED PLANE**

Obgadze Tamaz, Kuloshvili Naida  
Georgian Technical University

**Summary**

In work, the problem of a stationary one-dimensional current of composite liquid on the inclined plane is considered. Proceeding from mathematical model of composite liquid, for this case, analytical formulas of distribution of pressure and concentration firm components, and for creation of an epidural of distribution of speeds are found, the RO function's method of Rvachev-Obgadze is applied. It is received quasilinear distribution of speed on mix depth.

**СТАЦИОНАРНАЯ ОДНОМЕРНАЯ ДИНАМИКА КОМПОЗИЦИОННОЙ  
ЖИДКОСТИ НА НАКЛОННОЙ ПЛОСКОСТИ**

Обгадзе Т., Кулошвили Н.  
Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Рассматривается задача стационарного одномерного течения композиционной жидкости на наклонной плоскости. Исходя из математической модели композиционной жидкости, для этого случая, найдены аналитические формулы распределения давления и концентрации твердой компоненты, а для построения эпюры распределения скоростей, применяется метод РО функции Рвачева-Обгадзе. Получена квазилинейное распределение скорости по глубине смеси.



## ალბათური მოდელირება რთული სისტემების სტრუქტურულ მართვაში

რევაზ კაკუბავა, რევაზ მიქაძე, ზაურ ჯოჯუა, ნინო ჯოჯუა, ლუიზა სიხარულიძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განიხილება რთული ტექნიკური სისტემის სტრუქტურული მართვის ამოცანა და მისი მათემატიკური გადაწყვეტის ასპექტები. სახელდობრ, აღწერილია სტრუქტურული მართვის ფუნქციები: ტექნიკური დიაგნოსტიკის, ობიექტის სტრუქტურის რეკონფიგურაციის, ავარიული დაცვის, რეზერვების მართვის და ტექნიკური მომსახურების. ეს ფუნქციები განხილულია ობიექტის კოორდინატული და პარამეტრული მართვის ფუნქციების გათვალისწინებით. შემოთავაზებულია ტერიტორიულად განაწილებული ქსელების ტექნიკური მომსახურების არაკლასიკური განზოგადებული დიაგრამა შერეული ტიპის რიგების სისტემის სახით (ღია და ჩაკეტილი პარალელურად).

**საკვანძო სიტყვები:** მართვის ობიექტი. მართვის სისტემა. კოორდინატული. პარამეტრული და სტრუქტურული მართვა. საიმედოობა. აღდგენის პრობლემა.

### 1. შესავალი

*სტრუქტურული მართვის* განხორციელება ნიშნავს სამართი ობიექტის სასურველი სტრუქტურის უზრუნველყოფას, კერძოდ კი არსებული სტრუქტურის შენარჩუნებას, ანუ მისი ელემენტების შემადგენლობის, მათ შორის კავშირების და/ან მათი ფუნქციონირების უზრუნველყოფას. სხვანაირად ეს არის სტრუქტურულ შემფოთებათა (სისტემის ქმედუნარიანობის ცვლილებები მისი ელემენტების მტყუნებათა შედეგად) კომპენსაცია [1-3]. განიხილება სამი სახის შემფოთება: კოორდინატული, პარამეტრული და სტრუქტურული. პირველი ორი სახის შემფოთებათა კომპენსაციისათვის საჭიროა კოორდინატული და პარამეტრული მართვის ორგანიზაცია, მესამე სახის შემფოთებათა კომპენსაციისათვის – სტრუქტურული მართვის ორგანიზაცია (საიმედოობის და სიცოცხლისუნარიანობის უზრუნველყოფა – კონტროლი და მართვა).

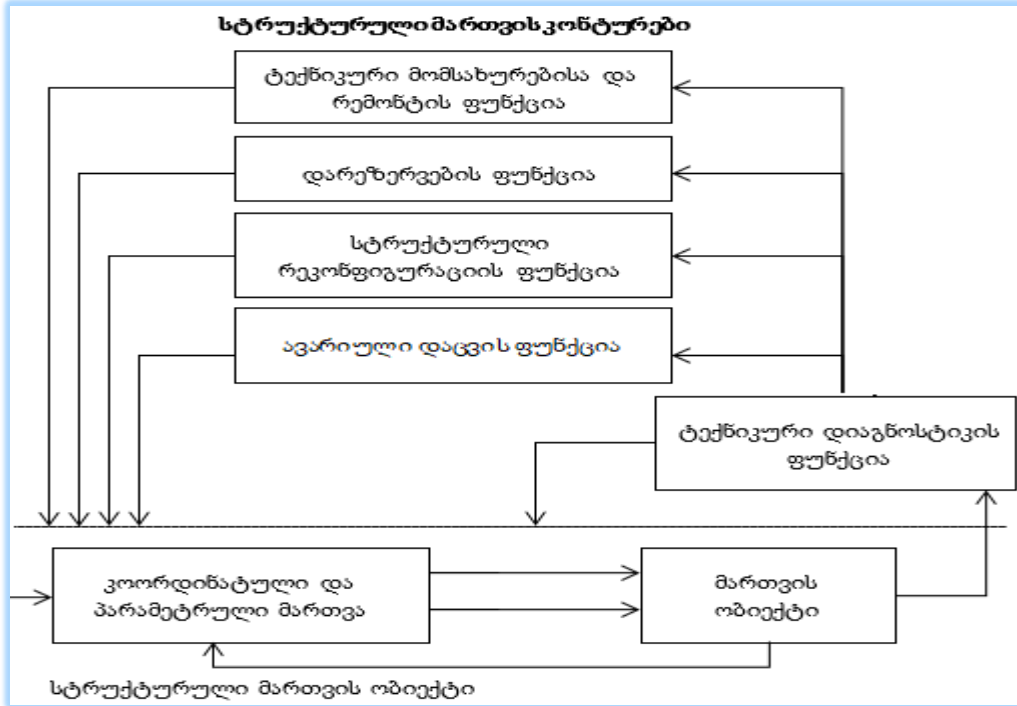
ეს უკანასკნელი, პრაქტიკულად, სტრუქტურული მართვის ძირითადი სახეობაა. ის მოიცავს ისეთი მეთოდების გამოყენებას, როგორცაა სტრუქტურის რეკონფიგურაცია, დარეზერვება, ავარიული დაცვა, ტექნიკური მომსახურება, ჩანაცვლება და რემონტი.

წინამდებარე ნაშრომში ჩვენ შევხებით აღნიშნული პრობლემის ზოგიერთ ასპექტს. სახელდობრ, შემოთავაზებულია სტრუქტურული მართვის კლასიკური სქემის – რემონტისა და რეზერვების მართვის სქემის განზოგადება. ეს განზოგადება ითვალისწინებს რამდენიმე არსებითად მნიშვნელოვან ფაქტორს, რაც განსაკუთრებით მკაფიოდ ვლინდება თანამედროვე ტერიტორიულად განაწილებულ ქსელებში.

### 2. ძირითადი ნაწილი

სტრუქტურული მართვის ორგანიზაცია საჭიროებს შემდეგი ფუნქციების განხორციელებას: ტექნიკური დიაგნოსტიკის ფუნქცია, ობიექტის სტრუქტურის რეკონფიგურაციის ფუნქცია, ავარიული დაცვის ფუნქცია, რეზერვების მართვის ფუნქცია, ტექნიკური მომსახურების ფუნქცია.

1-ელი ნახაზი, მმართველი სისტემის ფუნქციონის სხვა ასპექტებთან ერთად, ასახავს იმ გარემოებასაც, რომ სტრუქტურული მართვის კონტურისათვის სამართი ობიექტია თავდაპირველი ობიექტი, მის კოორდინატულ და პარამეტრულ მართვის კონტურებთან ერთად.



ნახ. 1. სტრუქტურული მართვის დიაგრამა

საზოგადოდ, კოორდინატულ-პარამეტრული და სტრუქტურული მართვის მეთოდები არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და გარკვეული აზრით ისინი ვითარდებიან ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად. პრაქტიკა ადასტურებს, რომ როგორც წესი, ხდება კოორდინატული და პარამეტრული მართვის კონტურების უფრო გულმოდგინედ დამუშავება, ვიდრე სტრუქტურული მართვის კონტურისა.

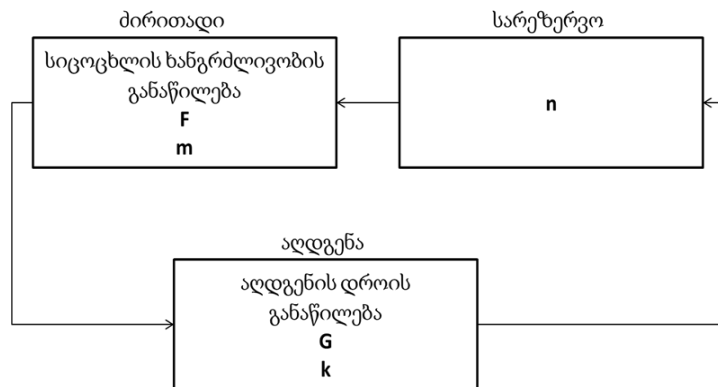
ნათქვამის საილუსტრაციოდ ჩვენ განვიხილავთ ინფოკომუნიკაციური ქსელის სტრუქტურული მართვის პრობლემას, რაც თანამედროვეობის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ატრიბუტია. ტელეკომუნიკაციების საერთაშორისო კავშირს (International Telecommunication Union - ITU) შემუშავებული აქვს მრავალი დოკუმენტი ინფოკომუნიკაციური მომსახურების ხარისხისა და საიმედოობის პრობლემებზე, მათ შორის არის მომსახურების დონის შეთანხმება (Service Level Agreement - SLA). SLA ეხება მომსახურების ხარისხის პრობლემას (QoS). ITU-ს დოკუმენტების თანახმად (მათ შორის SLA) QoS არის მომსახურების ხარისხი, რომელიც უზრუნველყოფს მიმწოდებელს კლიენტისთვის.

SLA მომსახურების მიმწოდებლებსა და მომხმარებლებს შორის არეგულირებს ტექნიკურ, ორგანიზაციულ, იურიდიულ და ფინანსურ ასპექტებს და ის ხდება განვითარებად ქვეყნებში კონკურენციის მნიშვნელოვანი ფაქტორი. SLA-ს მნიშვნელოვანი ნაწილია საიდენტიფიკაციო მაჩვენებლების ჩამონათვალი, რომლის გარანტია მოცემულია მიმწოდებლის მიერ. და ეს შემთხვევითი არ არის, რადგან საიმედოობა არის ხარისხის ერთ-ერთი ყველაზე მნიშვნელოვანი განმსაზღვრელი ფაქტორი.

ამდენად, მომსახურების, მაგალითად, ტელეკომუნიკაციის არხების იჯარით მიმწოდებელი, ფუნდამენტურად შეისწავლის მისი შესაძლებლობებს - სტატისტიკური მონაცემების შეგროვებას და დამუშავებას, რათა უზრუნველყოფილი იყოს მომსახურების სრული ხარისხის შესახებ. მხოლოდ ამ გზით იქნება შესაძლებელი გარანტიების, კომპენსაციის ფორმებისა და ზომის რაციონალურად შეფასება, თუ დაირღვევა SLA-ს პირობა. ამ პირობებში განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სტრუქტურული მართვის ოპტიმიზაცია, რაც გულისხმობს შესაბამისი მართვის ფუნქციების ოპტიმალურ ორგანიზაციას.

ჩვენ შევხებით დარეზერვებისა და ტექნიკური მომსახურების კონტურების მოდელირების პრობლემას. რაც მთლიანი სისტემის ოპტიმიზაციის არსებითად მნიშვნელოვანი კომპონენტია. სახელდობრ, ეს არის კლასიკური რემონტის პრობლემა საიმედოობის მათემატიკურ თეორიაში და მისი თანამედროვე განზოგადება.

საიმედოობის კლასიკურ თეორიაში რემონტის პრობლემა ასეა ჩამოყალიბებული: დავუშვათ მოცემულია  $m$  იდენტური, ერთმანეთისგან სტოქასტურად დამოუკიდებელი ელემენტი და მათივე იდენტური  $n$  სარეზერვო ელემენტი. ჩავთვალოთ, რომ თითოეული მტყუნდება სიცოცხლის ხანგრძლივობის რაიმე განაწილებით. გარდა ამისა, დავუშვათ, რომ ჩვენს სარემონტო ორგანოს შეუძლია ერთდროულად  $k$  ელემენტის რემონტი. ცხადია, ჩვენ შეგვიძლია ჩავთვალოთ, რომ გვყავს  $k$  რაოდენობის შემკეთებელი. თუ ყველა სარემონტო ორგანო დაკავებულია, ყოველი ახალი მტყუნებული ელემენტი გადავა მომლოდინეთა რიგში და დაელოდება როდის გათავისუფლდება რომელიმე სარემონტო ორგანო. ასევე, ვთვლით, რომ შეკეთების ხანგრძლივობები არის ერთმანეთისგან დამოუკიდებელი, იდენტურად განაწილებული შემთხვევითი ცვლადები განაწილების  $G$  ფუნქციით.



ნახ. 2. რემონტის პრობლემის დიაგრამა (კლასიკური)

სამწუხაროდ, საიმედოობის კლასიკური მათემატიკური თეორია არ იძლევა ფართომასშტაბიანი ტერიტორიული განაწილებული ქსელების ადეკვატური მათემატიკური აღწერის შესაძლებლობას. ამ მიზნებისათვის აუცილებელია კლასიკური რემონტის პრობლემის განზოგადება, გაფართოება, განვითარება და გაღრმავება. სახელდობრ, დიაგრამაში ჩვენ უნდა გავითვალისწინოთ შემდეგი ფაქტორები:

1)  $m = \infty$ . თანამედროვე მობილურ საკომუნიკაციო ქსელებში საბაზო რადიოსადგურების რაოდენობა (Radio Base Station - RBS) შეიძლება იყოს ასობით, ათასობით და მეტი, რაც ნიშნავს, რომ მათემატიკურ მოდელებში RBS-ების სიმრავლე შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც მტყუნებათა უსასრულო წყარო. იგივე ფაქტორის გამო, ჩვენ შეგვიძლია

განვიხილოთ ძირითად ელემენტთა სიმრავლის ჯამური ინტენსივობა როგორც მუდმივი სიდიდე. აქედან გამომდინარე, რემონტის მოთხოვნათა ნაკადი აღიწერება პუასონის განაწილებით. როგორც ცნობილია, ეს ძალიან მნიშვნელოვანია მათემატიკური მოდელების ასაგებად და შესასწავლად;

2) უნდა დავამატოთ ახალი მართკუთხედი დიაგრამაში, რომელიც გამოხატავს ჩანაცვლებას, როგორც დამოუკიდებელ საექსპლუატაციო ოპერაციას, რაც არ არის უმნიშვნელო (ეს მოითხოვს გარკვეულ სასრულ დროს, რომელიც აუცილებელად გასათვალისწინებელია).

ფაქტია, რომ ტრადიციულ შემთხვევებში, ძირითადი და სათადარიგო ელემენტი, როგორც წესი, ტერიტორიულად კონცენტრირებულია ერთსა და იმავე ადგილას და გაფუჭებული ელემენტის ჩანაცვლება ნიშნავს ამ უკანასკნელის გადართვას, რაც ხდება ავტომატურად და მისი ხანგრძლივობა უკიდურესად მცირეა. სხვა შემთხვევაში, მაგალითად, ორ ელემენტიან სისტემებში, ძირითადი და სათადარიგო ერთეულები პარალელურად უკავშირდება და ორივე ფუნქციონირებს, თუმცა მხოლოდ ერთია რეალურ სამსახურში. ასეთ შემთხვევებში, გამტყუნებული ძირითადი ელემენტის სამუშაოს სათადარიგო ელემენტი განაგრძობს რაიმე ცვლილების გარეშე.

ამ ტიპის თანამედროვე ქსელებში, ჩვენ საკმაოდ განსხვავებული სიტუაცია გვაქვს. კერძოდ, სარეზერვო ელემენტები არ არის პირდაპირ მიმაგრებული (დაკავშირებული) ძირითად ელემენტებზე. ისინი შეიძლება მდებარეობდეს ათეულობით, ასობით და ზოგჯერ ათასობით კილომეტრის დაშორებით ძირითადი ელემენტებიდან.

ასევე, ზოგ შემთხვევებში, სხვადასხვა მიზეზების გამო, სათადარიგო ელემენტის მიწოდების დაწყებამდე, გადის რაღაც დრო, რაც ხშირად ბევრჯერ აღემატება მიწოდების დროსაც. ასეთ პირობებში ჩანაცვლების საშუალო დრო არ არის უმნიშვნელო და ხშირად აღწევს რემონტის საშუალო დროის 20-40%. გარდა ამისა, ჩანაცვლების ოპერაცია, როგორც წესი, ხორციელდება არა სარემონტო ორგანოში, არამედ სპეციალური ჩანაცვლების არხით. აქედან გამომდინარე, მთავარი ელემენტის ჩანაცვლება ბუნებრივად ხდება დამოუკიდებელი მომსახურების ოპერაცია.

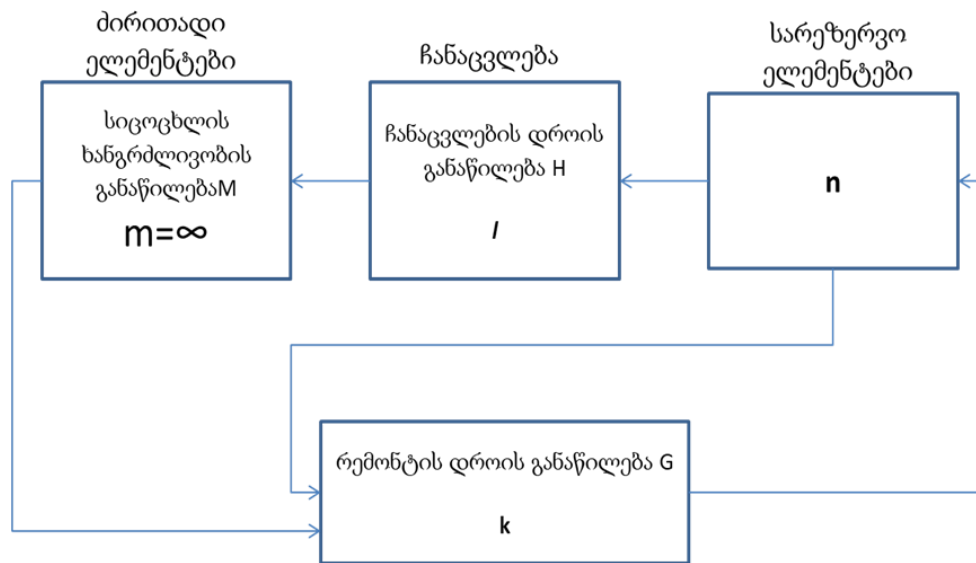
3) ჩვენ უნდა შევქმნათ რემონტის მოდელები ისეთი შემთხვევისთვის, როდესაც სათადარიგო ერთეულები არაა იდენტური ძირითადი ერთეულებისა, რადგან სათადარიგოები მხოლოდ დროებით ანაცვლებენ ძირითადს, სანამ მათ არ გაარემონტებენ. როგორც წესი, ეს ფაქტორი ქმნის დამატებით სირთულეებს მოდელირებაში;

4) ასევე უნდა განვიხილოთ ის შემთხვევებიც, როცა შესაძლებელია სათადარიგო ელემენტები თავად გამტყუნდნენ.

სხვა მსგავს შემთხვევებში, თუ ძირითადი ელემენტი გამტყუნდება, სარემონტო სამუშაოების დამთავრებამდე მას დროებით ჩანაცვლებს მობილური სარეზერვო ელემენტი.

ამ ოთხი ფაქტორის, ან ზოგიერთი მათგანის გათვალისწინება რთული სისტემების მათემატიკური მოდელირების ამოცანებში არსებითად წინ გადადგმული ნაბიჯია. ამ მიმართულებით ბოლო ათეული წლების განმავლობაში მნიშვნელოვანი შედეგები აქვთ მიღებული ქართველ მეცნიერებს. მათი ნაწილი ასახულია მათ პუბლიკაციებში [4-8].

მე-3 ნახაზი გვიჩვენებს რემონტის პრობლემის განზოგადებულ ინტერპრეტაციას



ნახ.3. რემონტის პრობლემის განზოგადებული დიაგრამა (არა კლასიკური)

### 3. დასკვნა

ცნობილია, რომ ობიექტის მყისიერი მწარმოებლობა და გამომავალი პროდუქციის ხარისხი ძირითადად დამოკიდებულია მისი კოორდინატული და პარამეტრული მართვის ხარისხზე. მაგრამ ობიექტის ინტეგრალური გამოსავალი განისაზღვრება მისი საიმედოობით და შესაბამისად მისი სტრუქტურული მართვის ორგანიზაციის დონით. შეიძლება ითქვას, რომ კოორდინატული და პარამეტრული მართვის ხარისხი ვლინდება მყისიერად (მაღალი სიზუსტე, სწრაფქმედება და ა.შ.), ხოლო სტრუქტურული მართვის ხარისხი – ექსპლუატაციის შედარებით ხანგრძლივი ინტერვალის განმავლობაში.

სხვანაირად ეს ნიშნავს იმას, რომ რთული სისტემების სტრუქტურული მართვა შინაარსობრივად სტრატეგიული ხასიათის ამოცანაა და მისი გადაწყვეტა მოითხოვს შესაბამისი, მისთვის სპეციფიკური, მეთოდებისა და საშუალებების შემუშავებას.

რთული ტექნიკური ობიექტებს მუშაობის ხარისხის და საიმედოობის უზრუნველყოფის წარმოდგენილი პრინციპების რეალიზაცია საშუალებას იძლევა ანალიზური მეთოდებით შეფასდეს ტექნიკური სისტემების ქმედუნარიანობა როგორც დაპროექტების, ისე ექსპლუატაციის პერიოდში.

#### ლიტერატურა - References - Литература:

1. Trapeznikov V.A. (1983). Management and scientific and technological progress. M. : Nauka. (in Russian)
2. Volik B.G., Buyanov B.B., Lubkov N.V. et al. (1988). Analysis and synthesis Methods of Control systems structures. -M., "Energoatomizdat" (in Russian)
3. Mohamed Ben-Daya et al. Handbook of Maintenance Management and Engineering. London: Springer, 2009.
4. Kakubava R. (2010) Multi-line Markov closed queuing system for two maintenance operations. RTA Journal, 1: 15-22

5. Kakubava R. Reliability Model for Standby System with Replacement Delays of Failed Elements. Automatic Control and Computer Sciences 2, 54-59, 2013

6. Prangishvili A., Meladze H., Kakubava R., Svanidze N. (2017) On Network Maintenance Problem. Open Markovian Queuing System with Bifurcation of Arrivals. Bull. Georg. Natl. Acad. Sci.; 11 3, 34-42

7. Prangishvili A., Meladze H., Kakubava R. (2016) Open queuing system for two parallel maintenance operations as mathematical model for dependability and performance analysis. Bull. Georg. Natl. Acad. Sci.; 10 3: 69-74.

8. Prangishvili A., Meladze H., Kakubava R. (2015) Queuing models for large scale technical systems' structural control. Proc. Intern. Sci. Conf. "Information and Computer Technologies, Modeling-Control", Tbilisi, Georgia, 131-135.

## PROBABILITY MODELING FOR STRUCTURAL CONTROL OF COMPLEX SYSTEMS

Kakubava Revaz, Mikadze Revaz, Jojua Zaur,  
Jojua Nino, Sikharulidze Luiza

Georgian Technical University

### Summary

The article discusses the principles of reliability in terms of the technical object's structural control. In particular, structural control functions of: technical diagnostics, reconfiguration of the object structure, emergency protection, standby control and maintenance are described. These functions are reviewed considering the coordinate and parametric control functions. Since the perturbations arise both in controlled object and in the control system, they are united under one term – structural control object.

## ВЕРОЯТНОСТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В СТРУКТУРНОМ УПРАВЛЕНИИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ

Какубава Р., Микадзе Р., Джоджуа З., Джоджуа Н., Сихарулидзе Л.  
Грузинский технический университет

### Резюме

Обсуждаются принципы обеспечения надежности технического объекта в аспекте структурного управления. В частности, описаны структурные функции управления: техническая диагностика, реконфигурация структуры объекта, противоаварийная защита, управление резервами и техническое обслуживание. Эти функции рассматриваются с учетом координатных и параметрических функций управления объектом. Поскольку возмущения возникают как в управляемом объекте, так и в управляющей системе, они объединены под одним термином – объект структурного управления.

## SCADA სისტემაში მონაცემთა გაცვლის სიჩქარესა და საიმედოობას შორის დამოკიდებულების გამოკვლევა

ლევან იმნაიშვილი, მაგული ბედინეიშვილი, გოჩა ზედგინიძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ნაშრომის მიზანს წარმოადგენს SCADA სისტემის წარმადობის ამაღლების მეთოდის დამუშავება მონაცემთა გაცვლის მაღალი საიმედოობის შენარჩუნებით. ჩატარებულია ექსპერიმენტული კვლევები მონაცემთა გაცვლის სიჩქარესა და საიმედოობას შორის დამოკიდებულების დასადგენად. გაკეთებულია დასკვნა, რომ SCADA სისტემის წარმადობის ამაღლების მიზნით მიმყოლ მოწყობილობაში რამდენიმე რეგისტრის შემცველობის ერთდროულად წაკითხვა ამცირებს რეგისტრების წაკითხვის ჯამურ დროს.

**საკვანძო სიტყვები:** SCADA სისტემა, Modbus სტანდარტი, SCADA სისტემის წარმადობა.

### 1. შესავალი

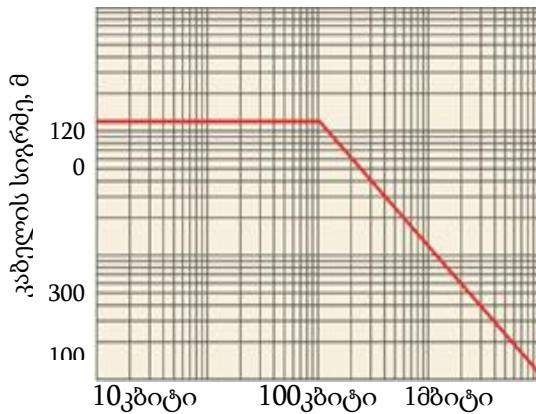
დისპეტჩერული მართვისა და მონიტორინგის სისტემების (SCADA – Supervisory Control And Data Acquisition) ისტორია დაიწყო გასული საუკუნის 60 - 70-იან წლებში. ამ დროს არ იყო ტექნოლოგიების განვითარების ისეთი დონე, როგორც გვაქვს დღეს, თუმცა მაინც არსებობდა დაშორებული ობიექტების მონიტორინგისა და მართვის ამოცანები. SCADA ტექნოლოგია საშუალებას გვაძლევს მივაღწიოთ ავტომატიზაციის მაღალ დონეს, როდესაც მუშავდება მართვისა და ინფორმაციის შეგროვების, დამუშავების, გადაცემის, შენახვისა და ასახვის სისტემა [1].

Modbus სტანდარტის ფიზიკური დონე მთავარ (MTU) მოწყობილობასა (წამყვანი) და კონკრეტულ მიმყოლ (RTU) მოწყობილობას შორის უშვებს მონაცემთა გაცვლის სხვადასხვა სიჩქარეებს [2]. აღნიშნული სტანდარტის მიხედვით აუცილებელია წამყვან და მიმყოლ მოწყობილობებს ქონდეთ მონაცემთა გაცვლის ერთნაირი სიჩქარეები. ამ პრინციპითაა აგებული ყველა არსებული SCADA სისტემა. ამასთან, SCADA სისტემის პროექტირების დროს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მონაცემთა გაცვლის სიჩქარის შერჩევას, რაც განაპირობებს სისტემის არქიტექტურას, საიმედოობას და ფუნქციურ შესაძლებლობებს. როგორც წესი, სისტემისათვის მონაცემთა გაცვლის სიჩქარე ცალკეული მიმყოლი მოწყობილობისათვის არის კომპრომისული, გამომდინარე სისტემის ფუნქციური დანიშნულებიდან.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ცხადია, მონაცემთა გაცვლის სიჩქარის გაზრდით გაიზრდებოდა სისტემის საერთო სწრაფქმედება, მაგრამ გადაცემის მანძილიდან გამომდინარე შემცირდებოდა მონაცემთა გადაცემის საიმედოობა და პირიქით. გადაცემის არხის ბოლოში განთავსებული მიმყოლი მოწყობილობისათვის საიმედოობის გაზრდის მიზნით სასურველი იქნებოდა შედარებით დაბალი სიჩქარით მუშაობა და ა.შ.

ასევე ცნობილია, რომ მონაცემთა გაცვლის სიჩქარე მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული მონაცემთა გაცვლის არხის სიგრძეზე (ნახ.1) [3].



ნახ.1. მონაცემთა გაცვლის სიჩქარე

ამდენად, SCADA სისტემაში მონაცემთა საიმედო გაცვლისათვის აუცილებელია, რომ მონაცემთა გაცვლის მაქსიმალური სიჩქარე წამყვან და მიმყოლ მოწყობილობებს შორის განსაზღვრული იქნას მონაცემთა გაცვლის არხის მაქსიმალური სიგრძიდან გამომდინარე. ეს, თავის მხრივ, შეზღუდვებს ადებს სისტემის საერთო წარმადობას.

ამდენად, გამოკვლევის მიზანს წარმოადგენს დადგინდეს მონაცემთა გაცვლის არხის სიგრძესა და მონაცემთა გაცვლის სიჩქარეებს შორის მაქსიმალური ზღვრული მნიშვნელობები, როცა SCADA სისტემა იმუშავებს საიმედოდ ანუ მონაცემთა გაცვლის ტრანზაქციების „ჩავარდნის“ გარეშე.

გამოკვლევის ჩატარებისათვის დაგჭირდება საექსპერიმენტო დანადგარი, რისთვისაც გამოყენებული იქნა საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის IT სასწავლო-კვლევითი ლაბორატორიის SCADA სისტემების ლაბორატორიული სტენდი [4].

SCADA სისტემების ლაბორატორიული სტენდი RS-485 მიმდევრობითი ინტერფეისით დაკავშირებული პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერები და პერსონალური კომპიუტერის სისტემაა. პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერები RTU მოწყობილობებია, ხოლო პერსონალური კომპიუტერი – MTU მოწყობილობაა. სტენდში RTU მოწყობილობების სახით გამოყენებულია ოთხი პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერი.

### 3. ექსპერიმენტის დაყენება

ლაბორატორიულ სტენდში გამოყენებული პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერებიდან ექსპერიმენტისათვის დაგჭირდება ორი [4]:

- ტემპერატურისა და სტანდარტული სიგნალების (ძაბვა, დენი, წინაღობა, ტემპერატურის გადამწოდები, თერმოწყვილები) გარდამქმნელი P30U;
- ცალფაზა ელექტროქსელის პარამეტრების გარდამქმნელი P30P.

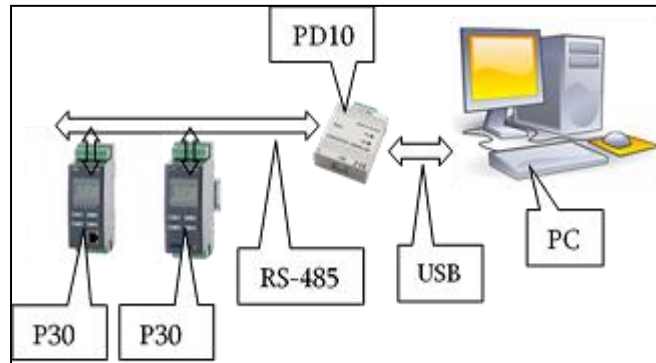
ამ პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერების არჩევა განპირობებულია იმით, რომ საშუალებას იძლევა წაკითხულ იქნას რომელიმე ერთი რეგისტრის მნიშვნელობა ან რამდენიმე ათეული რეგისტრის მნიშვნელობა ერთად. ამდენად, სხვაობა ერთი და ან რამდენიმე ათეული რეგისტრის წაკითხვის დროებს შორის იქნება მკვეთრად განსხვავებული, რაც დაკვირვებისათვის არის უფრო მოსახერხებელი.

პროგრამირებადი ლოგიკური კონტროლერებიდან P30P განთავსდება MTU მოწყობილობასთან ახლოს (კაბელის სიგრძე შეადგენს 20 სმ-ს), ხოლო P30U განთავსდება შორს (კაბელის სიგრძე შეადგენს 610 მ-ს.). კაბელის სახით გამოყენებულია FTP ტიპის გრეხილი წყვილი. RS-485 მიმდევრობითი ინტერფეისით RTU მოწყობილობების PC-თან კავშირს უზრუნველყოფს PD10 ტიპის ბლოკი, რომელიც წარმოადგენს RS-485/USB



ადაპტერს. ექსპერიმენტში გამოყენებული ყველა მოწყობილობა არის კომპანია Lumel-ის წარმოების [5].

საექსპერიმენტო დანადგარის არქიტექტურა ნაჩვენებია მე-2 ნახაზზე.



ნახ. 2. ექსპერიმენტის დანადგარის არქიტექტურა

ექსპერიმენტის არსი მდგომარეობს Modbus პროტოკოლით P30P და P30U მულტიფუნქციური ხელსაწყოებიდან მონაცემთა გადაცემის სხვადასხვა სიჩქარეებზე სხვადასხვა რაოდენობის შიგა რეგისტრირების ერთდროულად საიმედო წაკითხვა და წაკითხვის დროის გაზომვა, ანუ დადგინდეს:

- SCADA სისტემაში MTU მთავარ მოწყობილობასა (წამყვანი) და კონკრეტულ RTU მოწყობილობას (მიმყოლი) შორის მონაცემთა გაცვლის დრო როგორ არის დამოკიდებული მონაცემთა გაცვლის  $V_{\text{ბიტ/წმ}}$  სიჩქარეზე;
- SCADA სისტემაში MTU მთავარ მოწყობილობასა (წამყვანი) და კონკრეტულ RTU მოწყობილობას (მიმყოლი) შორის მონაცემთა გაცვლის დრო როგორ არის დამოკიდებული RTU მოწყობილობაში ერთდროულად წაკითხული რეგისტრების  $N_{\text{რეგისტრი}}$  რაოდენობაზე.

ექსპერიმენტის განხორციელების მიზნით PC-თვის შექმენით სპეციალური საექსპერიმენტო პროგრამა, რომელიც საშუალებას იძლევა დაკონფიგურებულ იქნას მონაცემთა მიმოცვლის პარამეტრები Modbus RTU-ს მოთხოვნების შესაბამისად. ასევე საშუალებას იძლევა ციკლურად (დროის მითითებით) წაკითხულ იქნას RTU

The screenshot shows the configuration interface of the experimental software. The title is 'პორტი' (Port). The parameters are as follows:

პორტის #	5	ბიტების რაოდენობა	8
გადაცემის სიჩქარე (ბიტ/წმ)	9600	სტოპ-ბიტების რაოდენობა	2
		ლუწობის კონტროლის პარიტეტი	n
მოწყობილობის მისამართი		1	
ფუნქცია		3	
წასაკითხი საწყისი რეგისტრის მისამართი DEC		7500	
		HEX	1D4C
რეგისტრების რაოდენობა		30	
მუშაობის დრო (წთ)		5	

Navigation arrows are visible on the right side of the interface.

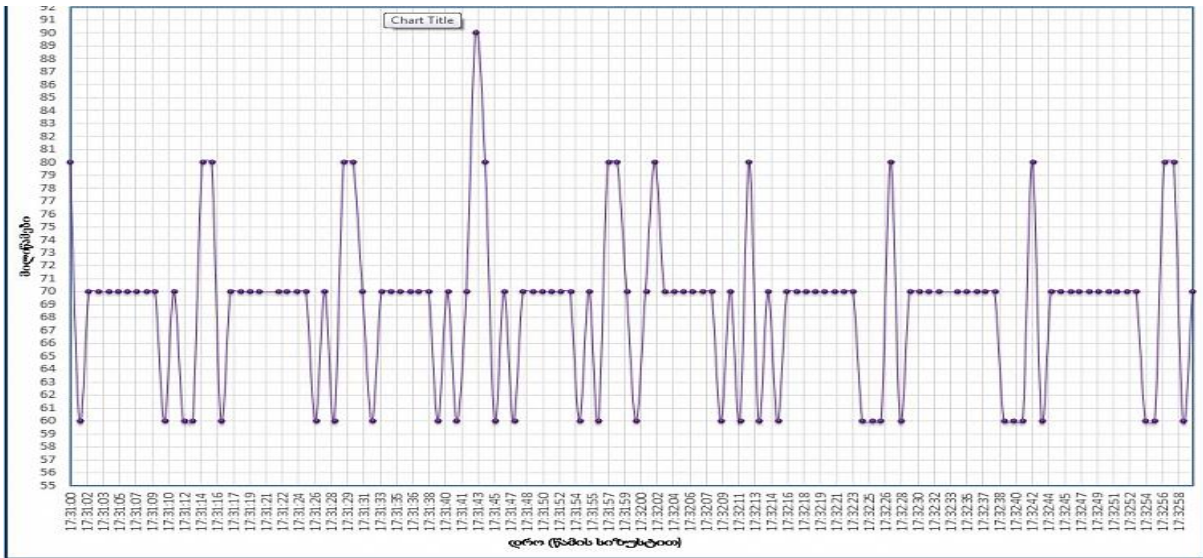
ნახ.3. საექსპერიმენტო პროგრამის სამუშაო ფანჯარა

მოწყობილობის მომხმარებლის მიერ ამორჩეული რეგისტრი (-ები). მე-3 ნახაზზე ნაჩვენებია საექსპერიმენტო პროგრამის სამუშაო ფანჯარა.

თავიდან ექსპერიმენტები ჩატარდა P30P მოწყობილობისათვის, რომლის დაშორება MTU მოწყობილობის PD10 ბლოკიდან შეადგენს მხოლოდ 20 სმ-ს. პროგრამული გარსი საშუალებას იძლევა მომხმარებლის მიერ კონფიგურირებულ იქნას RTU-ს პარამეტრები, ანუ:

- მონაცემთა გაცვლის სიჩქარის არჩევა;
- მოწყობილობის მისამართის დაყენება;
- წასაკითხი რეგისტრების საწყისი მისამართის დაყენება და
- წასაკითხი რეგისტრების რაოდენობის არჩევა.

Modbus სტანდარტის თანახმად RTU მოწყობილობის მისამართი, წასაკითხი რეგისტრების საწყისი მისამართი და რაოდენობა გაითვალისწინება ბრძანების ფორმატში, ხოლო კონკრეტული RTU მოწყობილობისათვის კონფიგურირებული მონაცემთა გაცვლის სიჩქარე გაითვალისწინება პროგრამის ალგორითმით. მე-4 ნახაზზე მოცემულია  $V_{\text{ბიტი/წმ}}=4800$  სიჩქარით P30P მოწყობილობიდან ერთი რეგისტრის ციკლური წაკითხვის (2 წუთის განმავლობაში) დროითი დიაგრამა.

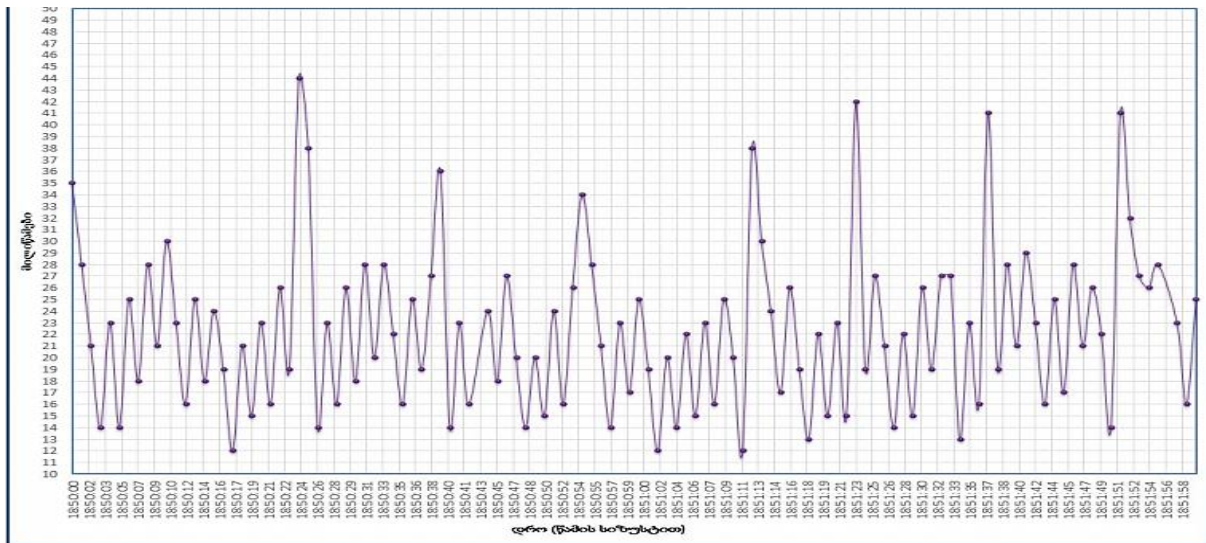


**ნახ.4. 4800 ბიტი/წამი სიჩქარით მონაცემთა ამოსაკითხად საჭირო დროის განაწილება მილიწამების სიზუსტით**

როგორც დიაგრამიდან ჩანს, MTU მთავარ მოწყობილობას (ამ შემთხვევაში PC) და კონკრეტულ RTU მოწყობილობას (ამ შემთხვევაში P30P) შორის ინფორმაციის გარანტირებული და საიმედო გაცვლისათვის საჭიროა მინიმუმ 90 მლწმ. ამ დროს ვუწოდოთ მონაცემთა გაცვლის დრო  $t_{\text{მონ.გაცვლა}}$ . აღსანიშნავია, რომ იგივე სურათს იძლევა მონაცემთა გაცვლის უფრო ხანგრძლივი პერიოდი.

მე-5 ნახაზზე ნაჩვენებია იგივე ხასიათის ექსპერიმენტის დროითი დიაგრამა, ოღონდ იმ განსხვავებით, რომ  $V_{\text{ბიტი/წმ}}=38400$ . როგორც გრაფიკიდან ვხედავთ, ამ შემთხვევაში მონაცემთა საიმედო გაცვლისათვის საჭიროა მინიმუმ  $t_{\text{მონ.გაცვლა}}=45$  მლწმ. PC-სა და მულტიფუნქციურ გამზომ ხელსაწყოში P30P მონაცემთა გაცვლისათვის ექსპერიმენტის დროს აღებული იყო მონაცემთა გაცვლის შემდეგი სიჩქარეები  $V_{\text{ბიტი/წმ}}$ : 4800, 9600, 19200, 38400, 57600, 115200 და 256000. მულტიფუნქციურ გამზომ ხელსაწყო P30P მონაცემთა გაცვლის ყველა ამ სიჩქარის გამოყენების საშუალებას იძლევა.

ექსპერიმენტისათვის აღებული იქნა წასაკითხი რეგისტრების სამი სხვადასხვა რაოდენობა  $N_{\text{რეგისტრი}}$ : 1, 30 და 63. რეგისტრების აღებული რაოდენობები 30 და 63 განპირობებულია მულტიფუნქციურ გამზომ ხელსაწყო P30P დანიშნულებიდან გამომდინარე.



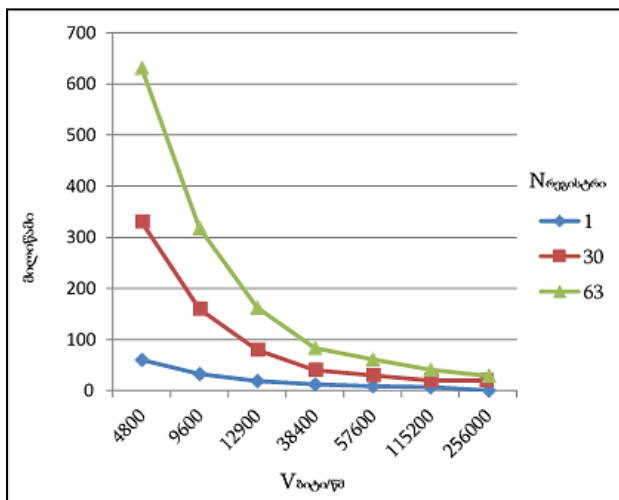
ნახ.5. 38400 ბიტი/წამი სიჩქარით მონაცემთა ამოსაკითხად საჭირო დროების განაწილება მილიწამების სიზუსტით

ტონ.გაცვლა დროის გაზომილი მონაცემები მლწმ-ებში მოტანილია 1-ელ ცხრილში, გაზომილი მონაცემების ურთიერთდამოკიდებულება კი - მე-6 ნახაზზე.

ტონ.გაცვლა დროების დამოკიდებულება სხვადასხვა სიჩქარეებზე  $V_{\text{ბიტი/წმ}}$  და წაკითხული რეგისტრების რაოდენობაზე  $N_{\text{რეგისტრი}}$

ცხრ.1

$V_{\text{ბიტი/წმ}} \backslash N_{\text{რეგისტრი}}$	1	30	63
4800	90	330	666
9600	68	160	318
19200	53	80	162
38400	46	40	83
57600	9	30	61
115200	7	20	41
256000	0	20	29



როგორც გრაფიკიდან ჩანს:

- ტონ.გაცვლა დრო მეტია, რაც მეტია

$N_{\text{რეგისტრი}}$ ;

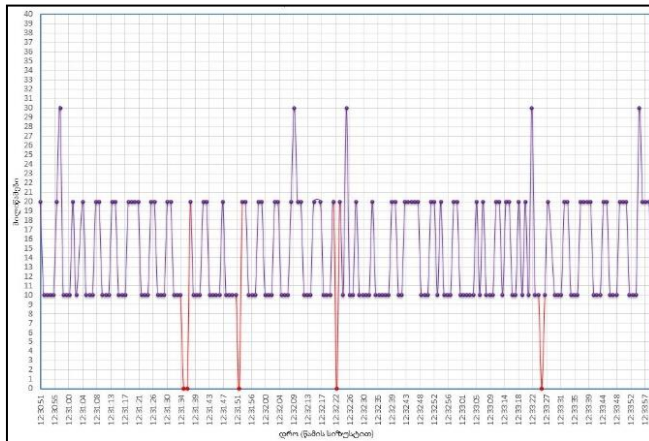
- ტონ.გაცვლა დრო მეტია, რაც ნაკლებია

$V_{\text{ბიტი/წმ}}$ ;

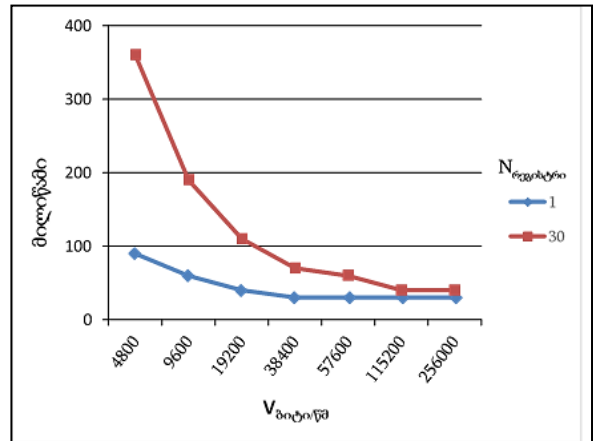
ნახ. 6. P30P-დან სხვადასხვა სიჩქარეზე სხვადასხვა რაოდენობის რეგისტრიდან მონაცემთა ამოსაკითხად საჭირო დროების ტონ.გაცვლა განაწილება მილიწამების სიზუსტით

ჩატარებული ექსპერიმენტები მიგვანიშნებს ერთ გარემოებაზე. როცა იზრდება წასაკითხი რეგისტრების რაოდენობა  $N_{\text{რეგისტრი}}$ , ცხადია იზრდება  $t_{\text{მონ.გაცვლა}}$  დროც, მაგრამ არა წასაკითხი რეგისტრების რაოდენობის ზრდის პროპორციულად. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ როცა საჭიროა რამდენიმე რეგისტრის წაკითხვა, დროითი დანაკარგების შემცირების მიზნით, უმჯობესია ეს რეგისტრები წავიკითხოთ ერთიან ინფორმაციულ პაკეტში სხვა რეგისტრებთან ერთად. მართალია, ამ პაკეტში იქნება არასაჭირო რეგისტრების შემცველობებიც, მაგრამ მათ ფილტრაციაზე PC გაცილებით ნაკლებ დროს დახარჯავს. დაახლოებით იგივე შედეგებს იძლევა ექსპერიმენტი P30U მოწყობილობის გამოყენებით. განსხვავება მდგომარეობს იმაში, რომ მონაცემთა გაცვლის მაღალ სიჩქარეებზე მისი საიმედოობა ეცემა.

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, P30U მოწყობილობისათვის მონაცემთა გაცვლის არხის სიგრძე შეადგენს 630 მ-ს, ანუ იგი მნიშვნელოვნად მეტია P30P მოწყობილობის მონაცემთა გაცვლის არხის სიგრძეზე, რომელიც შეადგენს 20 სმ-ს.



ნახ. 7. P30U მოწყობილობის ერთიდაიგივე რეგისტრიდან 115200 ბიტი/წამი სიჩქარით 3 წუთის განმავლობაში მონაცემთა ამოსაკითხად საჭირო დროების განაწილება მილიწამების



ნახ. 8. P30P მოწყობილობიდან სხვადასხვა სიჩქარეზე სხვადასხვა რაოდენობის რეგისტრიდან მონაცემთა ამოსაკითხად საჭირო დროების  $t_{\text{მონ.გაცვლა}}$  განაწილება

როგორც მე-7 ნახაზზე ჩანს, გასხვავებით P30U მოწყობილობისაგან, გარკვეულ პერიოდებში  $t_{\text{მონ.გაცვლა}}=0$ , რაც მიუთითებს იმაზე, რომ ამ მომენტში ტრანზაქცია ვერ შესრულდა. ამდენად სამწუთიან მონაკვეთში გვაქვს ოთხი შეუსრულებელი ტრანზაქცია. ეს მომენტი კიდევ უფრო მძაფრდება, როცა  $V_{\text{ბიტიწმ}}=256000$ .

#### 4. დასკვნა

- შემოთავაზებულია SCADA სისტემის წარმადობის კვლევის მოდელი და ტექნოლოგიური დანადგარის აღწერა;
- ჩატარებულია ექსპერიმენტული კვლევები SCADA სისტემის წარმადობაზე გავლენის მქონე პარამეტრების და დონის დადგენისათვის;
- თუ საჭიროა RTU მოწყობილობიდან რამდენიმე რეგისტრის წაკითხვა, დროითი დანაკარგების შემცირების თვალსაზრისით უმჯობესია ეს გავაკეთოდ ერთიანი ინფორმაციული პაკეტის სახით.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Systems of supervisory control and data acquisition (SCADA-systems). (1999). J. World of Computer Automation (WCA) №3 (in Russian).
2. MODBUS over Serial Line. Specification & Implementation guide, v1.0 [http://www.modbus.org/docs/Modbus\\_over\\_serial\\_line\\_V1.pdf](http://www.modbus.org/docs/Modbus_over_serial_line_V1.pdf)
3. Ten ways to bulletproof RS-485 interface. (1996). National Semiconductor Application Note 1057, Oct. - 10 p
4. Imnaishvili L.Sh., Bedineishvili M.M., Goderdzishvili G.I., Iashvili N.G. (2017). Training laboratory stand SCADA SYSTEM. Materials of the International Scientific and Practical Conference "Science, Education, Innovation: Testing Research Results", February 9, 2017, Prague, Czech Republic (in Russian).
5. Internet resource: <https://www.lumel.com.pl/>

## RESEARCH OF DEPENDENCIES BETWEEN DATA EXCHANGE RATE AND RELIABILITY IN SCADA SYSTEMS

Imnaishvili Levan, Bedineishvili Maguli, Zedginidze Gocha

Georgian Technical University

### Summary

The aim of the work is to develop a system for improving the performance of the SCADA system while maintaining high reliability of data exchange. Experimental studies have been conducted to determine dependency between data exchange speed and reliability. It was concluded that in order to improve the performance of the SCADA system, simultaneous reading of several registers in the slave devices reduces the total time of reading the registers.

## ИССЛЕДОВАНИЕ ЗАВИСИМОСТЕЙ МЕЖДУ СКОРОСТЬЮ ОБМЕНА ДАННЫМИ И НАДЕЖНОСТЬЮ В СИСТЕМАХ SCADA

Имнаишвили Л., Бединейшвили М., Зедгинидзе Г.

Грузинский Технический Университет

### Резюме

Целью работы является разработка системы повышения производительности SCADA системы с поддержанием высокой надежности обмена данными. Экспериментальные исследования были проведены для определения зависимости между скоростью обмена данными и надежностью. Сделан вывод, что с целью повышения производительности SCADA системы одновременное считывание нескольких регистров в подчиненных устройствах уменьшает суммарное время считывания регистров.

# უპილოტო საფრენი აპარატების ესკიზური მოდელის ავტომატიზებული დაპროექტება Matlab და Catia პროგრამული პაკეტების გამოყენებით

ოთარ კემულარია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

წარმოდგენილია უპილოტო საფრენ აპარატების პროექტირების პირველ ეტაპებზე გამოყენებული კომპიუტერული ალგორითმები. განხილულია მსუბუქი და საშუალო ტიპის უპილოტო საფრენი აპარატების (უსა) მთავარი გეომეტრიული და ასაფრენ-დასაფრენი მახასიათებლების ურთიერთდამოკიდებულება. ამ მონაცემების მიხედვით მიღებულია წრფივი ფუნქციები უმცირეს კვადრატთა მეთოდზე დაყრდნობით, ხოლო შემდეგ ამ ფუნქციებით შედგენილია ალგორითმები კომპიუტერული პროგრამა Matlab-ის ბაზაზე. ალგორითმების შედეგად ხდება უსა-ების საწყისი გეომეტრიული პარამეტრების დათვლა, რომლებიც შემდგომ გეომეტრიული მოდელირების პროგრამა Catia-ში ინტეგრირდება, სპეციალურად გამზადებულ უსა-ს გეომეტრიულ პარამეტრიზებულ მოდელში, რითაც საფრენი აპარატის დაპროექტების პირველი სტადია საგრძნობლად მარტივდება.

**საკვანძო სიტყვები:** ავიაცია. უპილოტო საფრენი აპარატი. ავტომატიზებული დაპროექტება. პროგრამული პაკეტი.

## 1. შესავალი

უპილოტო საფრენი აპარატების (უსა) ესკიზური დაპროექტების პირველ ეტაპზე, ხდება ტაქტიკურ-ტექნიკური დავალების შემუშავება, რის მიხედვითაც იქმნება საფრენი აპარატის დაპროექტების საწყისი პარამეტრების პირველი მიახლოება. ნაშრომში გამოყენებულია მსუბუქი უპილოტო საფრენი აპარატების სხვადასხვა გეომეტრიული და ასაფრენ-დასაფრენი მახასიათებლების ურთიერთდამოკიდებულებათა მონაცემები [1]. ამასთან ერთად, განხილულია ბოლო რამდენიმე ათწლეულის მანძილზე გამოშვებული უპილოტო საფრენ აპარატთა ძირითადი გეომეტრიული მახასიათებლები.

## 2. ძირითადი ნაწილი

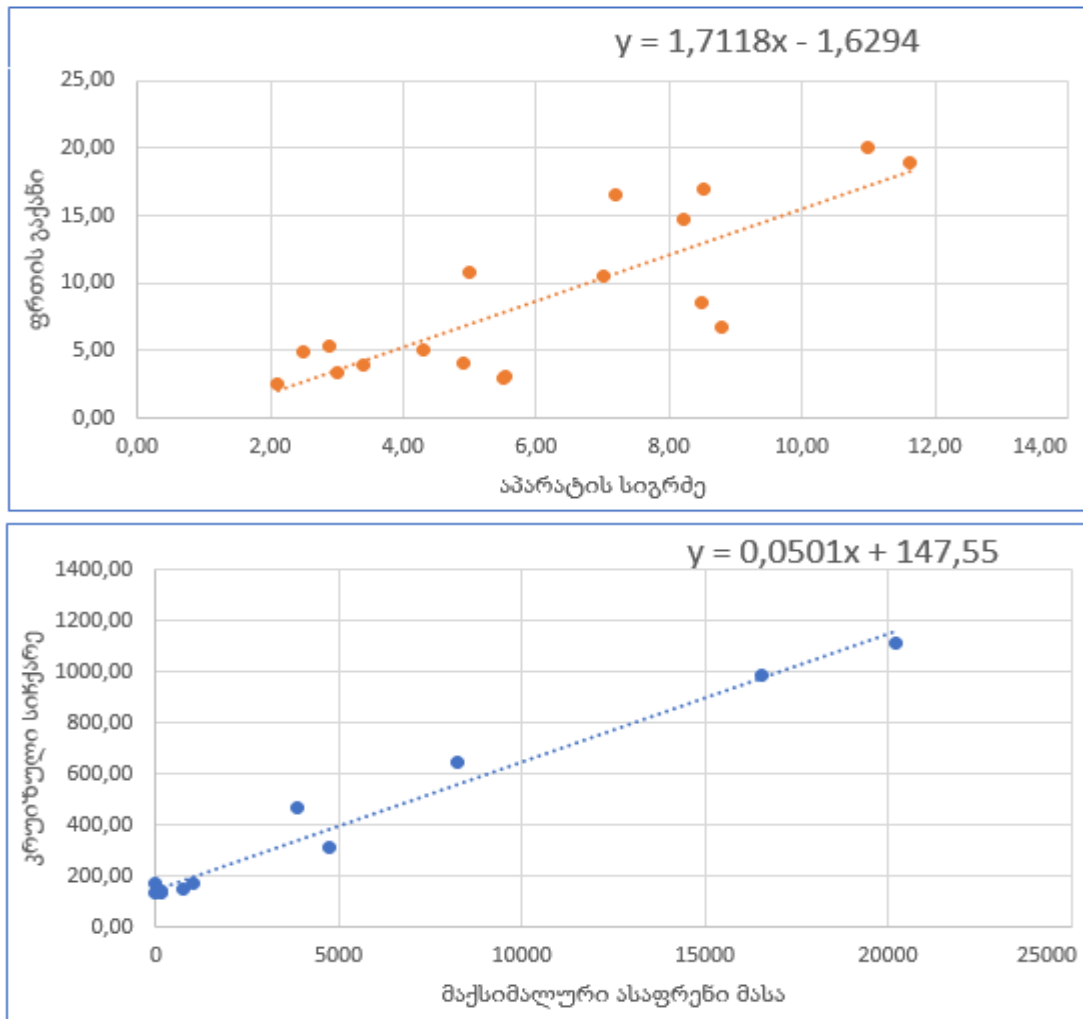
უმცირეს კვადრატთა მეთოდების გამოყენებით, შევადგინოთ ემპირიული ფორმულები, რომლებიც ეფუძნება ბოლო ათწლეულების მანძილზე გამოშვებული უსა-ების საწყისი პარამეტრების მონაცემთა ანალიზს [2]. მათი შედეგები ნაჩვენებია 1-ელ ნახაზზე. გამოყენებული ემპირიული ფორმულები ეყრდნობა მეთოდებსა და შედეგებს, რომლებიც მიღებულია [1]-ში. ამ მონაცემების გამოყენებით მიღებული ფორმულებიდან, სადემონსტრაციოდ ნაჩვენებია (1), (2) და (3).

$$P_0 = 29.6 + 0.041 * G_0 \quad (1)$$

$$\lambda = P_0 * (0.0271 + 74.6/G_0) \quad (2)$$

$$l = 1.7188 * L - 1.6294 \quad (3)$$

სადაც  $P_0$  არის ასაფრენი კუთრი დატვირთვა ფრთაზე,  $G_0$  - აპარატის ასაფრენი მასა,  $\lambda$  ფრთის წაგრძელება,  $l$  ფრთის გაქანი, ხოლო  $L$  ფიუზელაჟის სიგრძეა.



ნახ. 1. უპილოტო საფრენი აპარატების გეომეტრიული და ასაფრენ/დასაფრენი პარამეტრების ურთიერთდამოკიდებულება

ეს ფორმულები ინტეგრირებულია Matlab-ში (იხ. ალგორითმი.1). ძირითადი პარამეტრების გამოსათვლელად, საჭიროა მივუთითოთ საფრენი აპარატის მიახლოებითი ასაფრენი მასა  $G_0$  და მიახლოებითი კრეისერული სიჩქარე  $V_{კრეის}$ , ხოლო დანარჩენი პარამეტრები, როგორებიცაა ასაფრენი ენერგომეიარაღებულობა, ასაფრენი კუთრი დატვირთვა ფრთაზე, ფრთის ფართობი, ასაფრენი მანძილი, ფრთის გაქანის სიგრძე და სხვა საწყისი მახასიათებლები, გამოთვლილ იქნებიან ზემოთ აღნიშნული ემპირიული ფორმულების მიხედვით.

➤ ალგორითმი-1:

```
G0=11070; %აპარატის ასაფრენი მასა
N0=0.178*G0-24; %ასაფრენი ენერგომეიარაღებულობა
P0=29.6+0.041*G0 % ასაფრენი კუთრი დატვირთვა ფრთაზე

S=G0/P0 %ფრთის ფართობი
C_ymax_asaf=1.3; %Cy max მნიშვნელობა აფრენისას
L_as=1.24*P0/(C_ymax_asaf*N0)+74.2 %ასაფრენი მანძილი
V_kreis=190 %კრეისერული სიჩქარე
L=4.42+0.406*S %ფრთის გაქანის სიგრძე
```

```

b=S/L; %ქორდის სიგრძე
l2=8.8+0.00122*G0
l3=G0/(8.27+0.514*sqrt(N0*V_kreis))
Lambda=P0*(0.0271+74.6/G0) %ფრთის წაგრძელება
l4=sqrt(Lambda*S)
Lambda_vert_st=0.6+0.056*Lambda
L_fiuz=0.538*L+1.66
X_center_lined=0.31; %სიმძიმის ცენტრის ადგილმდებარეობა ფიუზელაჟის ცხვირა
ნაწილიდან
X_center=L_fiuz*X_center_lined %ფრთის ადგილმდებარეობა ფიუზელაჟთან მიმართებით
S_e_lined=0.079;
S_e=S_e_lined*S/2 %ელერონების ფარდობითი ფართობი
L_e_lined=0.37;
L_e=L_e_lined*L/2 %ელერონების ფარდობითი გაქანი
B_e_lined=0.26;

```

ვინაიდან საფრენი აპარატის მახასიათებელი პარამეტრები ურთიერთდამოკიდებულია, ზემო აღნიშნული პროცესის შემდეგ, საჭიროა საწყისი პარამეტრების მეორე მიახლოების განსაზღვრა, რაც განხორციელდა მე-[3] ნაშრომში მოყვანილი მეთოდით. მაგალითად, მოყვანილია ფრთის ასაფრენი კუთრი დატვირთვის  $P_0$  გამოსაანგარიშებელი ხერხები. კერძოდ  $P_0$  ითვლება 3 სხვადასხვა ხერხით და ესკიზურ პროექტში ინტეგრირდება ამ 3-დან ყველაზე მცირე მნიშვნელობა.  $P_0-I$  გამოითვლება  $V_{დაფრ}$  დაფრენის სიჩქარით,  $P_0-II$  ფრენის მაქსიმალური  $L_{მაქს}$  მანძილის მიხედვით, ხოლო  $P_0-III$  - ფრენის  $t_{მაქს}$  მაქსიმალური ხანგრძლივობის მიხედვით. [3]-ში მოყვანილი ეს ხერხები ინტეგრირებულ იქნა MATLAB-ში, ალგორითმი 2 -ის სახით.

### ➤ ალგორითმი 2:

```

%ფრთის სასტარტო კუთრი დატვირთვის გამოთვლა
%დასახული ფრენის სიშორის მიხედვით
V_kreis=150 ; %ფრენის კრეისერული სიჩქარე
H_kreis= 1000 ; %ფრენის კრეისერული სიმაღლე
rho= 1.225 ; %ჰაერის სიმკვრივე აღნიშნულ ფრენის სიმაღლეზე
M=0.4 % მახის რიცხვი
m_=10 %საფრენი აპარატის ნაწილების ფარდობითი მასა (M0-თან მიმართებაში)
c_yd0=10
c_xm=1.2 %Cx კოეფიციენტის მინიმალური მნიშვნელობა პოლარას კონკრეტულ წერტილში
c_ym=10 %Cy კოეფიციენტის მინიმალური მნიშვნელობა პოლარას კონკრეტულ წერტილში
A=84

c3=3+0.08*M/c_yd0;
q=rho*V_kreis^2/2;
c_yk=sqrt(c_xm/A+c_ym^2);
c_y=c_ym/c3+sqrt((c_ym/c3)^2+(1-2/c3)*c_yk^2)

%% ფრთის სასტარტო კუთრი დატვირთვის გამოთვლა
%ფრენის მანძილის მიხედვით
P0_II=c_y*q/m_;

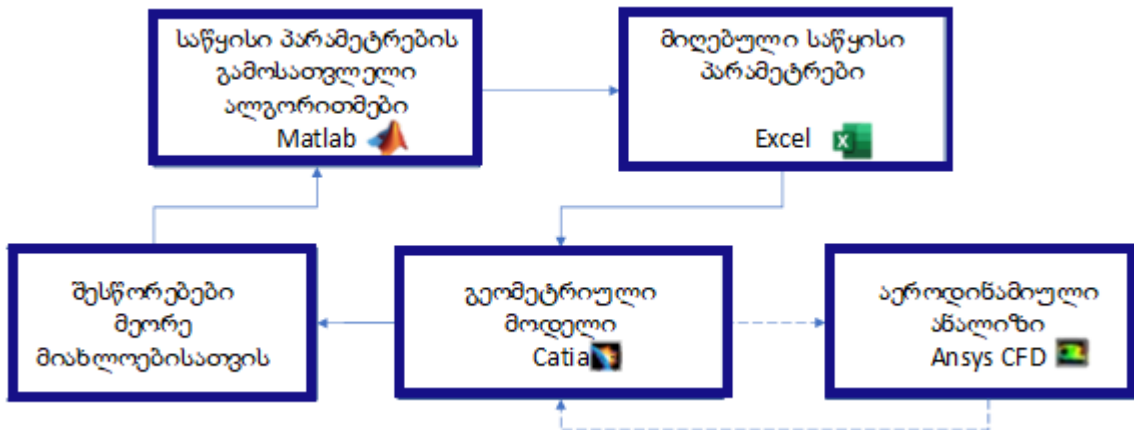
Cyk=sqrt(Cxm/A+Cym^2);
C3=3+0.08*M/Cyd0;
q=rho*V_kreis^2;

```



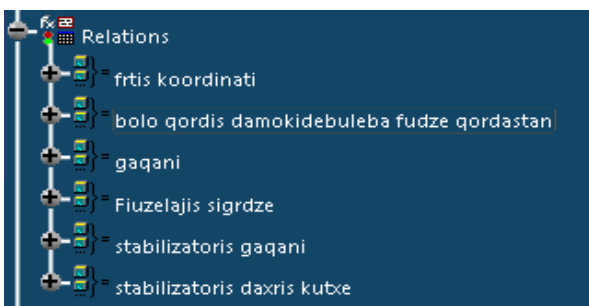
```
%Rho=f(H_kreis); H_kreis, V_kreis მონაცემები, აიღება ტექნიკურ ტაქტიკური
%მოთხოვნების დავალებიდან
Cy=Cym/C3+sqrt((Cym/C3)+(1-2/C3)*Cyk^2)
%%
%ფრთის სასტარტო კუთრი დატვირთვის გამოთვლა
%დასახული ფრენის ხანგრძლივობის მიხედვით
P0_III=c_y*rho*Vt^2/2*m;
Cy=Cyk*sqrt(1+3*c'k/(1+2*Cym*C'k+c'k))
Cy2=Cyk*sqrt(3+Cym^2-Cym);
```

ალგორითმი-1 და ალგორითმი-2 -ის მეშვეობით მიღებული ესკიზური მოდელის სასტარტო გეომეტრიული პარამეტრები ინახება .xls ფაილად და შემდეგ ხდება მათი გეომეტრიულ მოდელში ინტეგრირება. გეომეტრიულ მოდელში ხდება საფრენი აპარატის პირველადი სახის შექმნა, რომლის ანალიზის შედეგადაც ხდება მეორე მიახლოებისათვის საჭირო შესწორებების მიღება. ეს შესწორებები ისევ Matlab-ს მეშვეობით გამოითვლება და ხელახლა ხდება გეომეტრიულ მოდელში ინტეგრირება. დამაკმაყოფილებელი შედეგის მიღების შედეგად, გეომეტრიული მოდელი მზად იქნება სამომავლოდ აეროდინამიული ანალიზისათვის Ansys CFD პროგრამული პაკეტების გამოყენებით. ეს პროცესი, გამოსახულია მე-2 ნახაზზე.



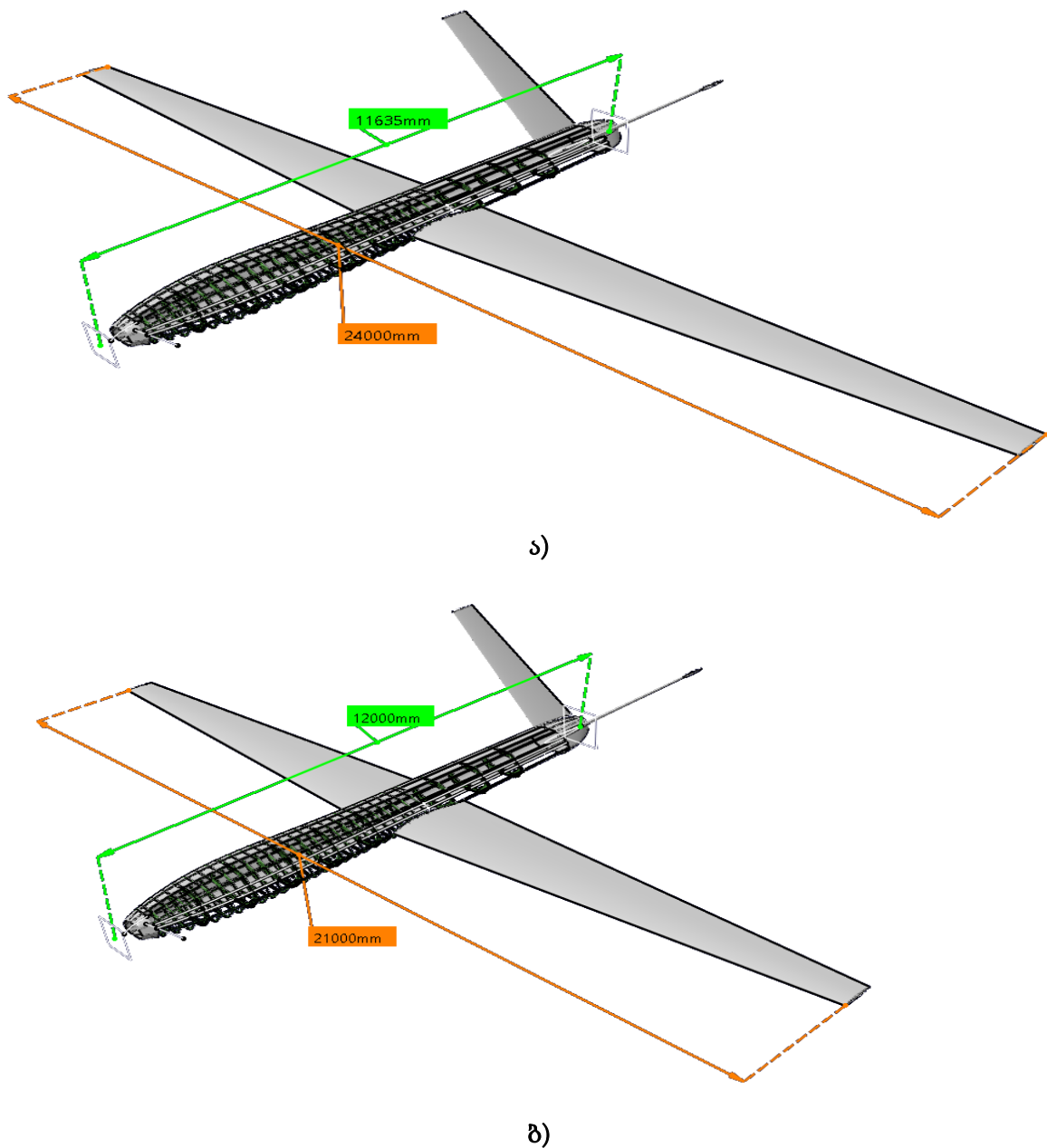
ნახ. 2. დაპროექტების პროცესის სქემა

პროექტირების საწყისი ეტაპების გასამარტივებლად, აგებულ იქნა პარამეტრიზებული გეომეტრიული მოდელი, კომპიუტერული საინჟინრო პროგრამა Catia-ს მეშვეობით. ამ მოდელში შესაძლებელია ყველა ძირითადი გეომეტრიული ზომის პარამეტრიზაცია, რაც ითვალისწინებს გეომეტრიულ სამ განზომილებიან მოდელში არსებული ყველა ზომის, ერთი პანელიდან ცვლილების შესაძლებლობას. რაც ვიზუალურად შემდეგნაირად გამოიყურება (ნახ.3).



ნახ. 3. პარამეტრიზებული მოდელის სამართავი პანელი პროგრამა Catia-ში

ალგორითმი-1 და ალგორითმი-2 -ის მეშვეობით, მიღებული .xls ცხრილის მიხედვით, ხდება მე-3 ნახაზზე წარმოდგენილი პარამეტრების სამართავი პანელის ცვლილება, წინასწარ დასმული ტექნიკურ ტექნიკური დავალების სხვადასხვა ვარიანტს მიხედვით, რომლებსაც შეესაბამება სასტარტო პარამეტრების სხვადასხვა მნიშვნელობები. პარამეტრთა პანელზე არსებული პარამეტრების მნიშვნელობები ცვლილებით, იცვლება გეომეტრიული მოდელიც. მაგალითად, მე-4 ნახაზზე ნაჩვენებია ა) უპილოტო საფრენი აპარატი 24000მმ ფრთის გაქანითა და 11635მმ ფიუზელაჟის სიგრძით და ბ) იგივე საფრენი აპარატი 21000მმ ფრთის გაქანითა და 12000მმ ფიუზელაჟის სიგრძით.



ნახ. 4. ა) უსა ფრთის გაქანით - 24000მმ და ფიუზელაჟის სიგრძით - 11635მმ;  
 ბ) უსა ფრთის გაქანით - 21000მმ და ფიუზელაჟის სიგრძით - 12000 მმ

### 3. დასკვნა

ნაშრომში განხილული გამარტივებული მოდელირება, ხელს უწყობს ინჟინერს სწრაფად მოახდინოს სასურველი ცვლილებების განხორციელება ესკიზურ მოდელში და ამარტივებს ამ მოდელის აეროდინამიკაზე დათვლას სასრულ მოცულობათა მეთოდზე დაფუძნებული, კომპიუტერული სითხეთა დინამიკის ხელსაწყოებით.

#### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Arepiev A.N. (2006). Design issues for light aircraft. Choice of scheme and parameters. Moscow. MSTU CA (in Russian)
2. List of unmanned aerial vehicles. Internet resource: [https://en.wikipedia.org/wiki/List\\_of\\_unmanned\\_aerial\\_vehicles](https://en.wikipedia.org/wiki/List_of_unmanned_aerial_vehicles)
3. Gridchin B.C. (2007). Outline design of aircraft. Moscow. Moscow Aviation Institute (MAI).

### AUTOMATED CONCEPTUAL MODELING OF UNMANNED AIR VEHICLES (UAVS) USING MATLAB AND CATIA SOFTWARE PACKAGES

Kemularia Otar  
Georgian Technical University

#### Summary

The work presents an algorithm for calculating initial parameters of UAVs during the conceptual design process. The interrelationship between the basic geometrical and takeoff characteristics of light and medium-range UAVs is discussed, these data are derived using linear least squares methods, and then these algorithms are compiled with Matlab software. The algorithms calculate the initial geometrical parameters of the concept UAVs, which will then be integrated into the Catia geometry modeling program in a specially developed UAV geometric parameterized model, thus greatly simplifying the first stage of aircraft design

### АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ КОНЦЕПТУАЛЬНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ (БПЛА) С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММНЫХ ПАКЕТОВ MATLAB И CATIA

Кемулария О.  
Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Представлен алгоритм расчета начальных параметров БПЛА в процессе концептуального проектирования. Обсуждается взаимосвязь между основными геометрическими и взлётными характеристиками легких и средних БПЛА, эти данные получены с использованием линейных методов наименьших квадратов, а затем эти алгоритмы компилируются с помощью программного обеспечения Matlab. Алгоритмы рассчитывают начальные геометрические параметры концептуальных БПЛА, которые затем будут интегрированы в программу геометрического моделирования Catia в специально разработанную геометрическую параметризованную модель БПЛА, что значительно упростит первый этап проектирования самолета.

# ПРИМЕНЕНИЕ ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ В ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ

Вепхвадзе Д.А.

Авиационный Университет Грузии

## Резюме

Приведен анализ развития поколений экспертных систем. Показана необходимость перехода на разработку экспертных систем нового поколения. Рассмотрена возможность внедрения перспективных экспертных систем на современных самолетах гражданской авиации. Предложено включение системы информационной поддержки принятия решения, как экспертной системы, в структурную схему бортовой информационно-управляющей системы самолета, рассмотрены специфические требования, предъявляемые к вновь создаваемым ЭС, в составе бортовых автоматизированных систем управления и даны некоторые рекомендации для их решения.

**Ключевые слова:** Экспертная система. перспективная ЭС. Гомеостат. Бортовой компьютер. Бортовой интеллект. Бортовая информационно-управляющая система. Бортовая ЭС управления и принятия решения.

## 1. Введение

Экспертные системы (ЭС) представляют собой одно из наиболее значительных практических достижений в области искусственного интеллекта (ИИ).

В начале восьмидесятых годов прошлого века в исследованиях по ИИ сформировалось самостоятельное направление, получившее название „экспертные системы“. Цель исследований по ЭС состоит в разработке программ, которые при решении задач получают результаты, не уступающие по качеству и эффективности решениям, получаемым экспертом.

До сегодняшнего дня история развития ЭС насчитывает два поколения ЭС. В настоящее время ведется целенаправленная интенсивная работа для осуществления разработки ЭС третьего поколения (так называемые ЭС нового поколения). Разработка и применение таких экспертных систем на воздушных судах гражданской авиации в настоящее время является весьма актуальной задачей.

## 2. Основная часть

ЭС первого поколения (1985-1996гг.) представляли собой системы с интеллектом пассивного ассистента-пользователя: они располагали только теми знаниями, которые были получены от экспертов, переработаны инженерами знаний и введены в базу знаний (БЗ) в удобном для компьютера виде. ЭС этого поколения, получившие практическое использование, были статическими, т.е. системами, в которых БЗ и данные не изменялись во времени и в них не учитывались изменения окружающего мира, происходящие за время решения задачи.

ЭС второго поколения (1996-2007) - это динамические системы реального времени, обеспечивающие работу в режиме реального времени, с непрерывным переосмыслением поступающих данных. Специфические требования, предъявляемые к ЭС второго поколения, привели к тому, что их архитектура отличается от архитектуры статических систем. В архитектуру ЭС второго поколения были введены новые компоненты-подсистемы моделирования внешнего мира, связи с внешним окружением (осуществляемым через систему датчиков и контроллеров), учета временной логики обрабатываемых событий. Эти системы обладают более удобными средствами взаимодействия. Они стали «активными» ЭС, играющими

роль активного помощника пользователя (партнерские системы) или исполнительного механизма в автоматизированных системах управления (управленческие ЭС).

Основным отличием ЭС второго поколения от ЭС первого поколения является интегрированность. На основе объединения с традиционными информационными технологиями они стали гибридными системами (интеллектуальными комплексами моделирования), включающими эвристический комплекс имитационных моделей (расчетные методики, статистический анализ, математические модели, базы данных). Это значительно расширило их возможности.

ЭС второго поколения применяются для решения следующих задач: мониторинга в реальном масштабе времени, систем управления верхнего уровня, систем обнаружения неисправностей, диагностики, систем проектирования, оптимизации и т.д.

В настоящее время ведется целенаправленная интенсивная работа по разработке и применению ЭС третьего поколения - интеллектуальным интегрированным комплексам моделирования. Главный смысл их создания заключается в том, что такие перспективные ЭС должны осуществлять переход от индивидуальных, автономных систем к распределенной обработке информации и разработке мультиагентных информационных систем (МИС).

Главной особенностью перспективных ЭС является их распределенность, обеспечение обработки и применения распределенных знаний [1].

Перспективные ЭС должны обеспечивать обработку смыслов, а не только знаний и данных. Эти системы могут анализировать фразы естественного языка и строить соответствующие их семантическому содержанию сетевые структуры. ЭС становится способной понимать смысл сообщений, формируемых в естественной форме, и синтезировать фразы, относящиеся к данной проблемной области (ПО). Для этих целей актуальной задачей становится разработка систем распознавания управленческих ситуаций. Важная ее особенность заключается в том, что результат распознавания должен отражать смысл ситуации, который вкладывают в нее пользователи, эксперты и лица, принимающие решения. По мнению автора, для решения данной проблемы подготовлена хорошая теоретическая и практическая база в области ИИ и накоплен опыт создания и использования ЭС, в том числе, в извлечении смысловой информации в интернете.

Перспективная ЭС должна строить модель исследуемой ПО, т.е. создавать ее теорию, строить модель пользователя (обучаемого) и модель самой себя, чтобы оптимизировать процесс формирования модели исследуемой ситуации в сознании обучаемого.

Логический вывод перспективных ЭС позволит имитировать человеческую способность рассуждений по аналогии и находить близость анализируемой и эталонной ситуации (с помощью набора уже исследуемых ситуаций, хранящихся в памяти компьютера). Такой прием позволяет существенно ускорить процесс логического вывода, особенно в больших базах знаний.

Блок анализа данных создаваемых систем должен обеспечивать обработку больших массивов разнотипных данных, представленных в триаде «объект-свойство-время». Программы распознавания в процессе обучения должны обнаруживать закономерные связи между описывающими и целевыми характеристиками объектов и использовать эти закономерности в процессе распознавания новых объектов. Перспективные ЭС должны иметь средства автоматической поддержки и даже улучшения своих рабочих характеристик в ходе эксплуатации и поддержания гомеостатического состояния. Программы гомеостата определяют работоспособность системы, обнаруживают новые закономерности индуцируют сведения для пользователя.

В перспективных ЭС должны применяться: методы ИИ для полного и адекватного представления экспертных знаний о процессах на основе распределенной обработки знаний, графический объектно-ориентированный язык для описания моделей и проектов, средства анимации и имитационного моделирования исследуемых процессов. Возможная структура перспективной ЭС приведена на рис.1.

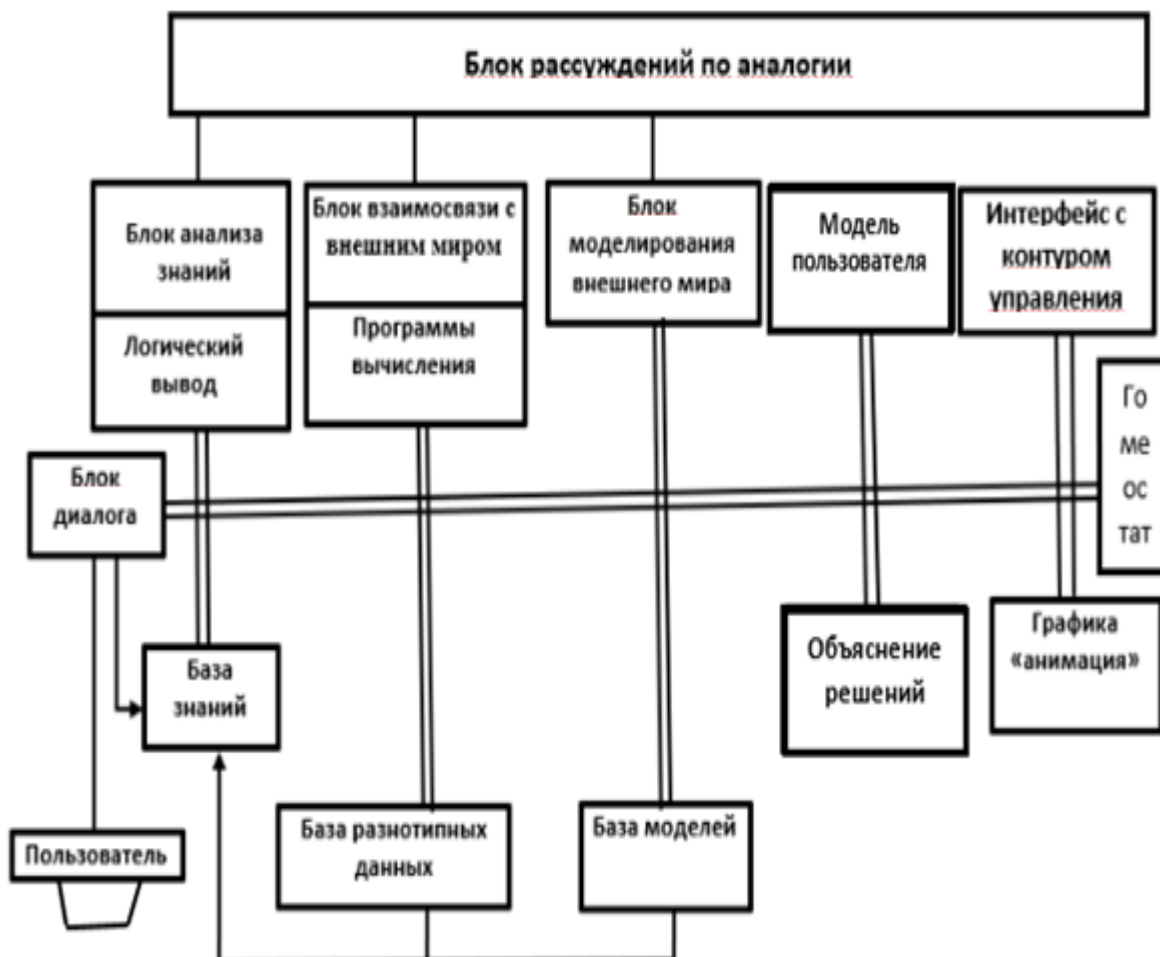


Рис.1. Структура перспективной ЭС

Таким образом, перспективная ЭС представляет собой интегрированное интеллектуальное средство с графической средой для разработки, внедрения и сопровождения в широком диапазоне условий.

Применение экспертных систем на воздушных судах гражданской авиации в настоящее время является весьма актуальной задачей. В связи с этим можно отметить следующее. Если в воздушных судах гражданской авиации нового поколения бортовая информационно-управляющая система совместно с бортовым компьютером обработки информации (БК1) и бортовым компьютером управления (БК2) будет содержать систему информационной поддержки принятия решений (СИППР), то тогда экипаж будет обеспечен разъяснительной или рекомендательной информацией при возникновении особых ситуаций в полете.

Реализация подобных СИППР возможна, в первую очередь, с помощью ЭС, которые с применением логико-лингвистических моделей и соответствующих средств ИИ успешно будут справляться с поставленной задачей [2].

Структурная схема самолетной бортовой информационно-управляющей системы с применением СИППР представлена на рис.2, которая, кроме указанной системы и бортовых компьютеров (БК1, БК2), еще включает в себя: датчики полетной информации, пульты, систему регистрации полетной информации (СРПИ), систему автоматического управления полетом (САУП). В этой структурной схеме самолет рассматривается как объект управления.

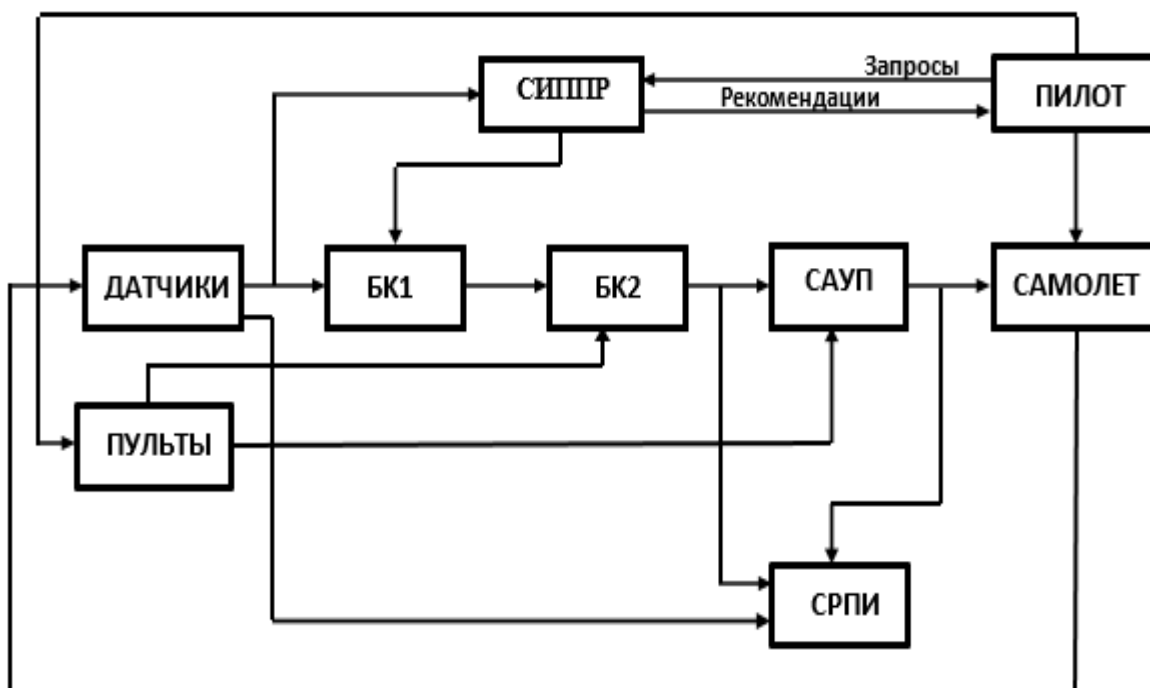


Рис.2. Структурная схема самолетной бортовой информационно-управляющей системы

К настоящему времени частично достигнут определенный успех по разработке поддерживающих и советующих ЭС, помогающих экипажу принять правильное решение при управлении самолетом в особых ситуациях полета. Этого, в основном, возможно достигнуть симбиозом-совокупностью двух алгоритмов - алгоритма бортовых компьютеров (БК-алгоритмы) и алгоритма деятельности экипажа (АДЭ). Такая совокупность сейчас называется «бортовым интеллектом».

В настоящее время выделилась определенная группа интеллектуальных систем летательных аппаратов, включающая в себе бортовые оперативно-советующие ЭС (БОСЭС) типовых ситуаций (ТС) полета и ЭС бортовых измерительных и исполнительных устройств (БИИУ). БОСЭС призваны оперативно вырабатывать рекомендации экипажу по решению возникающих в текущей ТС проблем. БИИУ обеспечивает максимально полное получение необходимой в данный момент информации о внешней обстановке и состоянии бортовой аппаратуры. БИИУ работает в тесном взаимодействии с БОСЭС [3].

Что касается применения управленческих динамических ЭС, в бортовых автоматизированных системах управления (АСУ) должна быть предусмотрена обработка комплекса взаимосвязанных задач и потоков информации обрабатываемых процессов, а также определена динамическая обстановка. Это потребует более глубокой проработки методологических вопросов создания и применения ЭС [4].

Такие системы должны обеспечивать выполнение временного интервала, в течение которого реакция ЭС на входное воздействие не превышает заданного значения, определяемого необходимой точностью моделирования конкретной АСУ (так называемого показателя постоянной реального времени). Для бортовых ЭС реального времени эта постоянная должна находиться в интервале микро- и миллисекунды, что требует оптимизации построения ЭС, максимального учета специфики системы и решаемых в ней задач.

В процессе выполнения полета экипажем воздушного судна возможно возникновение особых ситуаций, при которых экипаж подвержен сильным психоэмоциональным нагрузкам, Эти нагрузки в сочетании с ограниченным временем принятия решения могут помешать экипажу правильно оценить ситуацию, что, в свою очередь, влияет на безопасность полета (т.н. «человеческий фактор»). Вновь создаваемые ЭС поддержки принятия решения и управления будут способны предоставлять необходимую помощь экипажу в принятии решений в полете и взять на себя задачи, связанные с определением целесообразной тактики действий в экстремальных ситуациях. ЭС управления будут стремиться к принципу «прозрачности работы». Все они будут гибридными, сочетающими в себе как абсолютно predetermined, «детерминистские», так и «интеллектуальные» и нечеткие элементы. Большую роль будут играть методы фиксации данных - построение датчиков самого разного вида и обработка нечетких знаний, основанные на идее использования нечетких множеств, применение которых поможет решить проблему надежности в ЭС.

### 3. Заключение

Реализация функций в ЭС будущего поколения позволит вплотную подойти к достижению системой уровня высококвалифицированного специалиста данной ПО. В целом можно прогнозировать, что в будущем создание большого спектра интеллектуальных программных средств позволит ЭС, как интеллектуальным системам, на нужном уровне решать сложные задачи в конкретной ПО и принимать решения даже в условиях неопределенности.

Применение экспертных систем в бортовых информационно-управляющих системах современных самолетов значительно улучшит безопасность полета и качественное решение новых задач.

### ლიტერატურა – REFERENCES – Литература

1. Ruchkin V. N., Phulin V.A., (2009) Universal Artificial Intelligence and Expert Systems., “BKV-Petersburg”, Saint Petersburg - p. 240 (in Russian).
2. Bain A., (2009) Modern Information Technologies of Decision Supportive Systems., “Forum”, Moscow – p. 240 (in Russian).
3. Fedunov B. E., Boarding Operative Expert Systems New Class in Algorithm Management., (2008) International book series “Information science and computing”. Book 3, p. 123-132 (in Russian).
4. Makarov I. M., Lokhin V.M., Manko S.V., Romanov M.P., (2006)., Artificial Intelligence and Intelligent Management Systems., “Nauka”, p. 336 (in Russian).



## USING EXPERT SYSTEMS IN CIVIL AVIATION

Vepkhvadze Demur

Georgian Aviation University

### Summary

The analysis of development of expert systems generations is discussed in the article. The necessity of replacement to new generations' expert systems and their use in present and future types of civil aircraft is outlined in the article. The decision-making information supportive system – as an expert system management scheme – in the structural scheme of inboard information-management system is offered. The specific requirements of future expert systems and some recommendations are discussed.

## ექსპერტული სისტემების გამოყენება სამოქალაქო ავიაციაში

დემურ ვეფხვაძე

საქართველოს საავიაციო უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია ექსპერტული სისტემების თაობების განვითარების ანალიზი. ნაჩვენებია ახალი თაობის ექსპერტული სისტემების დამუშავებაზე გადასვლისა და მათი სამოქალაქო ავიაციის თანამედროვე და სამომავლო ტიპის საჰაერო ხომალდებზე დანერგვის აუცილებლობა. შემოთავაზებულია საჰაერო ხომალდის საბორტო ინფორმაციულ-მმართველ სისტემის სტრუქტურაში გადაწყვეტილების მიღების ინფორმაციული მხარდაჭერის სისტემის - როგორც ექსპერტული სისტემის ჩართვის სქემა. განხილულია მართვის პერსპექტიული ექსპერტული სისტემებისადმი წაყენებული სპეციფიკური მოთხოვნები და მოცემულია ზოგიერთი რეკომენდაცია მათი გადაწყვეტისათვის.

# CONCEPT DESIGN OF LOW-COST HANDY TRANSILLUMINATOR VEIN FINDER

Tohid Talebifar<sup>1</sup>, Irina Gotsiridze<sup>1</sup>, Sina Talebifar<sup>2</sup>

1. Georgian Technical University

2..Tbilisi State Medical University

tohid.biomedeng@gmail.com; i.gotsiridze@gtu.ge; stfar1994@gmail.com

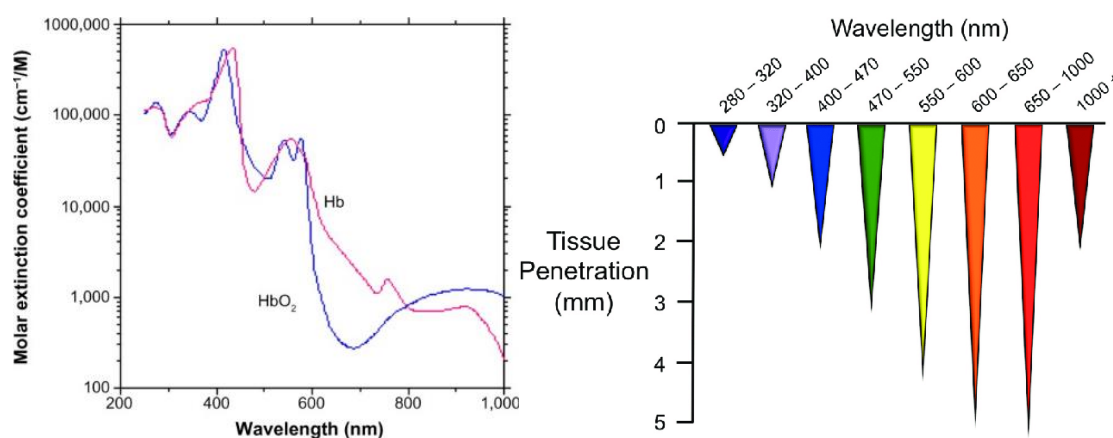
## Abstract

Around Up to 80% of all patients admitted to hospitals worldwide will have a peripheral intravenous line inserted in the forearm or hand to administer fluids, medications, and blood products. Sometime this procedure can be difficult for paramedics or others in such cases like infants and elderly people. Vein finder devices drastically reduce the amount of time it takes to find a vein. They eliminate wasting needles, syringes, PICC and midline trays on stick after stick. They are non-invasive because all they do is make use of light so you can see veins in subcutaneous tissue. The important thing is that because this type of devices are not mandatory in PIVC procedure our device must be have economic price. If the price will be too much maybe medical parts do not want to buy it. So price has an important issue for presenting this devices to medical part especially in developing countries medical market. In this article we propose our conceptual design in making low-cost practical transilluminator vein finder.

**Keywords:** Transilluminator. Vein finder. Medical parts.

## 1. Introduction: Theory of Device

As you can see in Figure 1-left here we have Absorption spectra of the oxygenated and deoxygenated hemoglobin molecules. So in region between 600 nm to 800 nm deoxygenated hemoglobin (Hb) absorbs more light compare to oxygenated one (HbO<sub>2</sub>).



**Fig.1. Left: Absorption spectra of the oxygenated and deoxygenated hemoglobin molecules, Right: Penetration depth of light of different wavelengths in skin tissue.**

In Figure 1-right you can see penetration depth of light of different wavelengths in skin tissue. So infrared red light has penetration about 4-5 mm in skin. Thus Infrared red light is a good candidate for visualization of superficial veins for PIVC procedure [1,2].

## 2. Methods and Materials

Concept design simply refers to a phase of the design process. It's the point within the development cycle that typically sits between the product requirements and detailed design [3].

Here's where it usually sits within manufacturing:

Idea > requirements > concept design > detailed design > prototyping > manufacturing  
 This phase (Concept Design) is ‘big picture’ thinking without getting bogged down in technical detail.

This stage of the process confirms the product requirements. The designers know what problems need to be solved, and they’re subsequently able to brainstorm how the product will address them. This stage is an intensely creative stage of product development. Think white boards full of Post-It notes, mind mapping and long brainstorming sessions. It calls on designers to consider all possibilities and be unafraid to think big. During the concept design process, the more ideas and the less constrained one is by perceived technical limitations, the better - it is innovation without limits [3].

So first we start with define problems table then we need to have "Needs" table to specify our primarily possible design requirements. After clarifying Problem Statement table and Possible Design Requirements table we need to clarify “Product Analysis” table. Then based on these 3 informative tables (actually 4 tables) we propose our conceptual design statement. Also we use 3-d Pen as a tools that we can test our idea in real word in other meaning we can test our sketches in real word with this new 3-D device.

### 3. Results and Discussion

The design process starts when we have a clear idea of what the problem is [4,5]:

- What is the problem or need?
- Who has the problem or need?
- Why is it important to solve?

**Problem statement table for assistant vein finder device.**

**Tab.1**

<b>What is the need?</b>	<u>Assistant devices</u> for helping us <u>to find vein location on arm</u> during in PIVC procedure. With <u>low cost</u> based on our market and also with <u>better handling and Usability</u> .
<b>Who has need? (User)</b>	Physicians, nurses and paramedics who perform this procedure and patients that this procedure has been performed on them. But <u>users</u> of this device are <u>Physicians, nurses and paramedics</u>
<b>Why is it important?</b>	Because PIVC is one of the high-risk procedures. It has potential for serious complications and safety risks to the patient, as well as to the medical staff. Complications range from bruising to bacterial infection, extravasation, phlebitis, thrombosis, embolism and nerve damage.

Design requirements state the important characteristics that your design must meet in order to be successful [5]. One of the best ways to identify the design requirements for your solution is to use the concrete example of a similar, existing product, noting each of its key features.

**"Needs" table for Vein detection**

**Tab.2**

<b>Major Needs</b>	<b>What is Essential to Meet the Need (Possible Design Requirements)</b>
--------------------	--

Device must <b>locate veins</b> (superficial veins)	Short wavelength light (Red LED) can penetrate through skin and absorbed by deoxygenated hemoglobin in venous blood and show up as dark areas on the skin.
Device must have <b>good handling</b> that can use by one person during PIVC procedure and easy to use and maintenance	Mobile design, Ergonomically design, , easy UI for users, using simplicity design concept as mentor for our design.
Energy consumption	3 scenario we have for this issue:  First, using Urban Electricity network so we need adaptor and specific design for it.  Second use disposal battery  Third using battery charging system (Charging capability)
Price of device must be low (economic)	For this issue 2 important issues we need to consider;  First; Design of device  Second; production (such as materials, methods , ...)

“Product Analysis” table 1.

Tab.3

Feature	Function: Purpose of Feature
Main Body structure	Batteries place, surface for using Strap to fixing the device, place for other components (Switch, light, ...)
Turn On/Off Switch	Turn On/Off device when we need it.
LED Transilluminator part	Illustrate Red LED light to locate Veins as a shadow line

“Product Analysis” table 2.

Tab.4

An Essential Feature	LED Transilluminator part
A necessary Function	Illustrate Red LED light to locate Veins as a shadow line inside illuminated area
features that competes with other Products (competitive features)	Body structure design + Power supply design = Economic design

#### Brainstorm and Analyze Ideas:

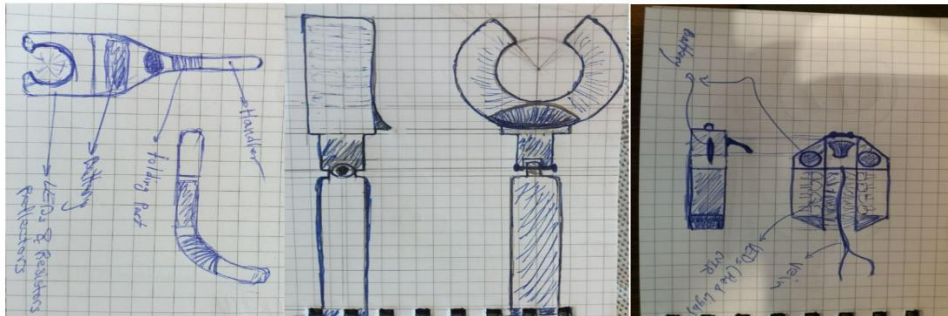
There are different structures for transilluminator vein finder, we categorize and name them into 3 categories;

1- U type: LED Transilluminator arms, Illustrate Red LED light to locate Veins as a shadow line between two arms;

2- C type: LED Transilluminator in round shape, Illustrate Red LED light to locate Veins as a shadow line inside illuminated round surface among the LEDs;

3- I type: LED Transilluminator, Illustrate Red LED light to penetrate thin skin and locate Veins as a shadow line.

In figure 2 You can see sketching of preliminary ideas, after different consideration first we work on U type the main reason is because we can use only 2 LEDs for illumination and this design can gives us to consume less energy and increase the durability of batteries.



**Fig.2. Sketching of preliminary ideas**

But the main problems of this type of device is that functionality of this device it is too hard to make difference between fake shadow and vein shadow. Here are some Challenging issues that we face during design process of device

- 1- Ergonomic Handling
- 2- Consume less energy
- 3- LEDs illumination (using less LEDs and more illumination)
- 4- Minimal and Sustainable Design
- 5- Economic price (cost effective)
- 6- Ease of use (Human-Centered Design) and maintenance.

Another problem about TI (Transilluminator) vein finder devices is that these devices work on dim light condition. The more we dimming the light, the better visibility of veins we will get. In dark room the quality of visibility of vein is maximum. But for nurses and paramedics that do the IVs it is not comfort and sometimes it is not possible to controlling the light of the room the practical work that they can do is to darken the room, but in dark room doing the IVs procedure is too difficult. So for this problem we think about 2 options;

1- Separate the procedure of finding the vein and doing the IV procedure: In this method first we dim the light or it is better to darken the room and find the vein then by using Medical Sterile Pen or Marker sign the location that we want to do IV then we can turn on the light and do the IV procedure.

2- The Second method is that using dark box to make regional darkness. You can see the conceptual idea about this. In this method we don't need to dim the light of the room but disadvantage of this method is about Dark box part that can increase the elements of Vein finding operation and can make some cost for us.

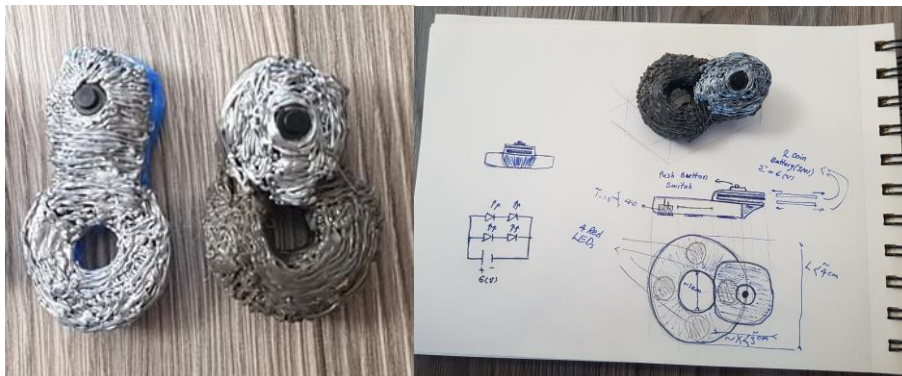
We choose the first method and strategy in our design, for this purpose we consider new design and structure for our device that we call it O type of device. In this structure LEDs (in

our work 4 red light LEDs) form in a complete circle. So in this structure we can find vein inside the circle and then mark it with medical pen (Figure 3).



**Fig.3. Three types of Vein finder (from left to right); U type - Venoscope Transilluminator II, C type – Veinlite, I type - Wee Sight.**

In Figure 4 and 5 you can see first physical model that we made it by 3-D pen. With 3-D pen we can test our idea so fast.



**Fig.4. O type device physical prototype**



**Fig.5. Result of device type O**

The following picture (Figure 6.) you can see conceptual design for our future work on this type of device.

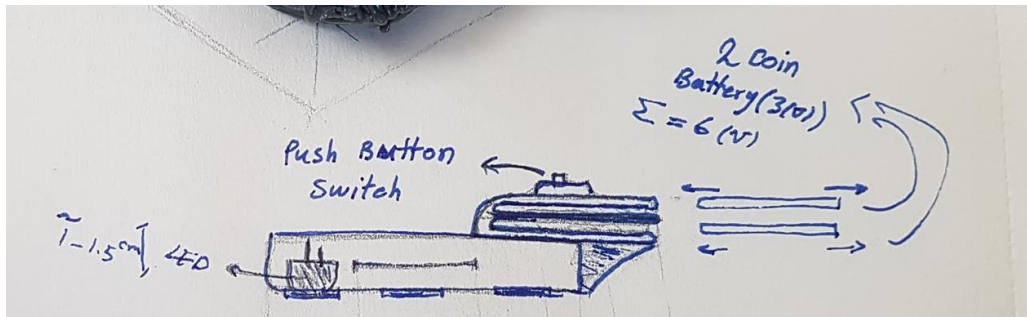


Fig.6. Conceptual Sketching for O type device

Also we test using potentiometer to controlling light intensity of LEDs. The reason that we try it is because of Beer-Lambert's Law. Beer's law states that the optical density of a solution is directly proportional to the concentration of the solution. Lambert's law states that the optical density of a colored solution is directly proportional to the path of light. We know that different people have different size and structures of vein so if we can controlling the intensity of light then we can have controlling on picture that we can capture by our naked eyes in illuminated area.

### 3. Conclusion

So if we want to conclude our work our primarily conceptual design is that we Separate the procedure of finding the vein and doing the IV procedure: In this method first we dim the light or it is better to darken the room and find the vein then by using Medical Sterile Pen or Marker sign the location that we want to do IV then we can turn on the light and do the IV procedure. We use O type devices that can be charge by disposal battery (two 3-volts coin battery) and we can also controlling intensity of light by using resistor knob.

### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Gali Cantor-Peled, Moshe Halak, Zehava Ovadia-Blechman. (2016). Peripheral Vein Locating Techniques Department of Medical Engineering, Afeka Tel Aviv Academic College of Engineering, Tel Aviv, Israel, Department of Vascular Surgery, Sheba Medical Center
2. Things Nurses Like. (2019). Internet resource: <https://thingsnurseslike.com>. June
3. Rudeck E. (2017). Concept Design: A Short Introduction. Internet resource: <https://www.concurrent-engineering.co.uk/blog/concept-design-a-short-introduction> , Oct. 2019
4. The Design process. (2019). Chicago Architectural center. Internet resource: <https://www.discoverdesign.org/handbook>, July 2019.
5. Hands-on Science Resources for Home and School. (2019). Internet resource: <https://www.sciencebuddies.org>

## დაბალ-ღირებულებიანი, კომფორტული, ტრანსილუმინატორული ვენის საძებნი მოწყობილობის დიზაინის კონცეფცია

თოჰიდ თალებიფარი<sup>1</sup>, ირინე გოცირიძე<sup>1</sup>, სინა თალებიფარი<sup>2</sup>

1. საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი
2. თბილისის სახელმწიფო სამედიცინო უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

მსოფლიოს სხვადასხვა კლინიკებში მიმართვიანობის მქონე პაციენტების დაახლოებით 80%-ს პერიფერიული ინტრავენური ხაზი, ჩადგმული აქვთ წინამხარში ან ხელში, რათა მოხდეს სითხეების, მედიკამენტების და სისხლის პროდუქტების შეყვანა. ზოგჯერ ეს პროცედურები რთულად შესასრულებელია ექთნებისათვის, განსაკუთრებით როდესაც საქმე ეხება ჩვილებს და მოხუცებს. ვენის საძებნი მოწყობილობები მნიშვნელოვნად ამცირებს ვენის პოვნისთვის საჭირო დროს. ისინი მნიშვნელოვნად ამცირებს ნემსის, შპრიცის, პერიფერულ ცენტრალური კათეტერების (PICC) და შპრიცების ხარჯს. მნიშვნელოვანია ის, რომ ეს მოწყობილობა არაინვაზიურია, რასაც იყენებს ეს არის სინათლე რათა დაინახოთ ვენები კანქვეშა ქსოვილში. ასევე მნიშვნელოვანია ის რომ ამ ტიპის მოწყობილობები არ არის სავალდებულო PIVR პროცედურის ჩასატარებლად და იგი უნდა იყოს ეკონომიური ღირებულების თვალსაზრისით. თუ ფასი ხელმისაწვდომი არ იქნება სამედიცინო ბაზარზე მას არ შეიძენენ, განსაკუთრებით განვითარებად ქვეყნებში. ამ სტატიაში ჩვენ ვთავაზობთ ჩვენ კონცეპტუალურ დიზაინს - იაფი, პრაქტიკული, ტრანსილუმინატორული ვენის საძებნი მოწყობილობის შესაქმნელად.

## КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ДИЗАЙН, НЕДОРОГОГО, УДОБНОГО, ТРАНСИЛЛЮМИНАТОРНОГО УСТРОЙСТВА ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ ВЕН

Тохид Талебифар<sup>1</sup>, Ирине Гоциридзе<sup>1</sup>, Сина Талебифар<sup>2</sup>

1. Грузинский Технический Университет
2. Тбилисский Государственный Медицинский Университет

### Резюме

Около 80% всех пациентам, поступающих в больницы по всему миру, вставляют периферическую внутривенную линию, в предплечье или руку для введения в организм жидкостей, лекарств и продуктов крови. Иногда эти процедуры могут быть сложными для медсестер, особенно когда дело касается младенцев и пожилых. [1] Устройство для обнаружения вен значительно сокращает время, необходимое для поиска вен. Устройство значительно снижает расход игл, PICC и шприцов. Важно отметить, что это устройство неинвазивно, и оно использует свет, для поиска ткани подкожных вен. Также важно, что этот тип оборудования не является обязательным для процедуры PIVC и должен иметь экономичную цену. Если цена не будет доступной, медицинские учреждения не будут ее покупать, особенно в развивающихся странах. В этой статье мы предлагаем наш концептуальный дизайн для создания дешевого, практичного устройства для обнаружения вен с трансиллюминатором.



## კორპორაციული ბიზნესპროცესების მენეჯმენტი Agile/Kanban მეთოდისა და რიგების თეორიის გამოყენებით

გია სურგულაძე, ბექან გელაძე, თინათინ კაიშაური  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია კორპორაციული მართვის საინფორმაციო სისტემების პროგრამული უზრუნველყოფის დიზაინისა და დეველოპმენტის საკითხები Agile Software Development მოქნილი მეთოდოლოგიისა და რიგების თეორიის გამოყენების საფუძველზე. წარმოდგენილია Kanban მეთოდის ბარათების სისტემით დეველოპერების გუნდური მუშაობის პრინციპები და პრაქტიკები. რიგების თეორიის WinPetsy ინსტრუმენტის გამოყენებით ამ ბიზნესპროცესების მართვის მოდელების აგება და მათი შესაბამისი მხარდაჭერი მულტიპროცესორული ქსელის მახასიათებლების რაოდენობრივი მნიშვნელობების შეფასება მარკოვისა და ერლანგის ფუნქციების საფუძველზე.

**საკვანძო სიტყვები:** კორპორაცია. მართვის საინფორმაციო სისტემა. პროგრამული ინჟინერია. Agile Software Development. Kanban მეთოდი. რიგების თეორია. მარკოვის პროცესი.

### 1. შესავალი

პროგრამული აპლიკაციის დეველოპმენტის მეთოდოლოგია მისი ბიზნეს-პროცესების დაყოფის მიდგომაა ცალკეულ ფაზებად – დიზაინის, პროდუქტების წარმოებისა და პროექტების მართვის სრულყოფის მიზნით. იგი ცნობილია აგრეთვე როგორც პროგრამების დეველოპმენტის სასიცოცხლო ციკლი (Software Development Life Cycle – SDLC) [1]. დეველოპმენტის პროცესების მეთოდოლოგიებია, მაგალითად, ჩანჩქერის (waterfall), იტერაციულ-ინკრემენტალური (iterative and incremental), სპირალური (spiral), აპლკაციების სწრაფი დამუშავების (rapid) და სხვ. [2]. პროგრამული სისტემების დეველოპმენტის *ვიზუალური მეთოდოლოგიების* კარგი მაგალითებია:

- უნიფიცირებული მოდელირების ენა (Unified Modeling Language – UML), რომელიც იყენებს ობიექტ-ორიენტირებული დიზაინის, ობიექტების მოდელირების ტექნიკისა და ობიექტ-ორიენტირებული პროგრამული უზრუნველყოფის ინჟინერიის მეთოდებს და ინსტრუმენტებს. ამ სამი მიდგომის სიმბიოზის სიმძლავრე ძალზე ეფექტურ და თანმიმდევრულ მეთოდოლოგიას ქმნის დიდი პროექტების წარმოების სფეროში [3,4];

- მოქნილი (Agile) მეთოდოლოგიები, როგორცაა Scrum და Kanban [2, 5]. მაგალითად, Kanban ძალზე თვალსაჩინო მეთოდია, რომელიც ფართოდ გამოიყენება Agile-პროექტების მართვაში [6]. იგი ხატავს დოკუმენტბრუნვის პროცესის სურათს მისი სუსტი ადგილების ადრეულ ეტაპებზე გამოვლენის მიზნით, რათა უზრუნველყოფილ იქნას უფრო ხარისხიანი პროდუქტი ან მომსახურება.

ჩვენი სტატიის მიზანია კორპორაციული ბიზნეს-პროცესების მართვის საინფორმაციო სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნის საკითხების კვლევა Agile/Kanban მეთოდოლოგიისა და რიგების თეორიის საფუძველზე.

## 2. ძირითადი ნაწილი

### 2.1. Kanban – ეკონომიური მოქნილი მეთოდი

Kanban – არის პროგრამული უზრუნველყოფის დამუშავების ეკონომიური მეთოდი (Lean method of software development) [6]. მომჭირნე გარემოში უნდა გამოირიცხოს ის ქმედებები ან პროცესები, რომლებიც იწვევს მიზნების მისაღწევად ძალისხმევის ან/და რესურსების ისეთ ხარჯებს, რაც კლიენტს არ მოუტანს სარგებელს. სინამდვილეში, მომჭირნეობა ფოკუსირებულია ნაკლები სამუშაოს მქონე ღირებულების შენარჩუნებაზე. ეკონომიურ (Lean) მიდგომებს ხშირად უწოდებენ Six-Sigma ან Just-In-Time (JIT) [6,7]. აღნიშნული კონცეფცია შემუშავდა Motorola კორპორაციაში 1986 წ. და გამოყენებულ იქნა პირველად General Electric-ში. „*ნ*“-კონცეფციის არსი მდგომარეობს წარმოებაში თითოეული პროცესის შედეგების ხარისხის გაუმჯობესების აუცილებლობაში, ოპერაციული საქმიანობის დეფექტებისა და *სტატისტიკური გადახრების* მინიმუმამდე შემცირებაში. იგი იყენებს ხარისხის მართვის მეთოდებს, სტატისტიკური მეთოდების ჩათვლით, მოითხოვს გაზომვადი მიზნებისა და შედეგების გამოყენებას, აგრეთვე მოიცავს საწარმოში სპეციალური სამუშაო ჯგუფების შექმნას, რომლებიც ახორციელებს პროექტებს პრობლემების აღმოსაფხვრელად და პროცესების სრულყოფის მიზნით.

სიტყვა kanban იაპონურად არის „სასიგნალო ბარათი“ (kan - სიგნალი, ban - ბარათი). იგი Toyota-ს ავტომანქანების წარმოების ფირმის ტექნოლოგიაა, რომელიც შეიქმნა წარმოების სტაბილური ნაკადის უზრუნველსაყოფად და მარაგების დონის შესამცირებლად. იყენებენ ასეთ ახსნასაც - „დაუმთავრებელი წარმოების მოცულობის შემცირება“ (Work in Progress - WiP) [8,9]. Kanban-ის გამოყენების ფუძემდებლად ინფორმაციული ტექნოლოგიების სფეროში ითვლება *დევიდ ანდერსონი*, რომელმაც 2007 წელს პირველმა წარმოადგინა ამ მეთოდის ზოგადი კონცეფცია [8]. მან ჩამოაყალიბა *4 საბაზო პრინციპი* და *6 ძირითადი პრაქტიკა*, რომლებსაც თავიანთ საქმიანობაში ინტეგრირებულად იყენებს კომპანიები Kanban-ის საფუძველზე.

*Kanban-ის საბაზო პრინციპებია:*

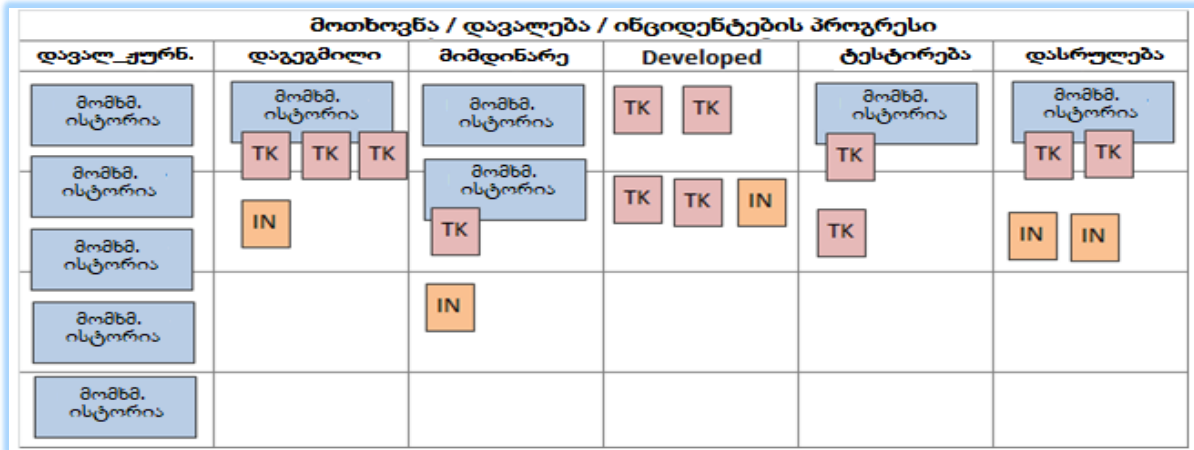
- 1) *დაიწყეთ იმით, რასაც ამჯერად აკეთებთ:* რომელი აქტუალური სამუშაოც სრულდება, ჯერ ის უნდა დასრულდეს და მხოლოდ ამის შემდეგ დაიწყოს ახალი სამუშაო;
- 2) *დათანხმდით, რომ ევოლუციური ცვლილებები მოსალოდნელია:* შემდგომ განვითარებას აქვს განსაკუთრებული მნიშვნელობა, ოღონდაც აქ სრულყოფა მიღწეულ უნდა იქნას ძირითადად მცირე / ევოლუციური ბიჯების ხარჯზე;
- 3) *პატივი ეცით პირველარსებულ პროცესებს / როლებს / ვალდებულებებს:* Kanban ადვილად რეალიზებადია, ყველა როლი, პროცესი და ა.შ., რჩება;
- 4) *წახალისეთ ლიდერობა ორგანიზაციის ყველა დონეზე:* სრულყოფა შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ამოქმედებულია ორგანიზაციის ყველა დონე. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ის, რომ სამუშაოს შემსრულებლები უშუალოდ უკეთებდნენ დემონსტრირებას „ლიდერობის აქტებს“ და ახმოვანებდნენ გაუმჯობესების კონკრეტულ წინადადებებს [9].

*Kanban-ის ძირითადი პრაქტიკებია:*

- 1) *სამუშაოს მსვლელობის (ნაკადის) ვიზუალიზაცია:* ღირებულებათა ჯაჭვი პროცესის სხვადასხვა ეტაპებისათვის (მაგალითად, მოთხოვნილების განსაზღვრა, პროგრამირება,

დოკუმენტირება, ტესტირება, დანერგვა) კარგადაა ვიზუალიზირებული ყველა მონაწილისათვის. ეს ხორციელდება Kanban-დაფის (Kanban-Board) დახმარებით, რომელზეც სხვადასხვა კვანძები (Stations) აისახება სვეტების სახით (ნახ.1).

ინდივიდუალური მოთხოვნილებები (ამოცანები, ფუნქციები, მომხმარებელთა ისტორიები, მინიმალური საბაზრო მახასიათებლები და ა.შ.) ჩაიწერება საადრიცვო ბარათებში („ბილეთები“, მიმაგრებული დაფის უჯრაზე, Ticket - TK).



ნახ.1. Kanban-ის დაფა (იყენებს Software Development Life Cycle-ს)

ისინი დროს და შესრულებული ბიჯის შესაბამისად გადაადგილდება დაფაზე მარცხნიდან მარჯვნივ;

2) **დაწყებული სამუშაოს მოცულობის შეზღუდვა:** ბილეთების რაოდენობა (Work in Progress - WiP), რომლებიც შეიძლება დამუშავებულ იქნას ერთდროულად ერთ კვანძში, შეზღუდულია. მაგალითად, თუ კვანძი „პროგრამირება“ ამუშავებს ორ ბილეთს და ამ კვანძის ლიმიტი 2-ია, მაშინ მას არ შეუძლია მე-3 ბილეთის მიღება, თუნდაც მოთხოვნის განსაზღვრება ამის უფლებას აძლევდეს. ეს ქმნის ამოთრევის-სისტემას (Pull-System), სადაც ყოველ კვანძს გადააქვს თავისი სამუშაო წინა კვანძში, და არ გადასცემს დასრულებულ სამუშაოს მომდევნო კვანძს;

3) **ნაკადის მართვა (Manage flow):** Kanban-პროცესის მონაწილეები ზომიერ ტიპურ მაჩვენებლებს, როგორცაა რიგის სიგრძე, ციკლის დრო, გამტარუნარიანობა, რათა დაადგინონ თუ რამდენად კარგადაა ორგანიზებული სამუშაო პროცესი, სად შეიძლება მისი სრულყოფა და რა შეიძლება დაპირდეს პარტნიორებს, ვისთვისაც მუშაობენ. ეს აადვილებს დაგეგმვას და ამაღლებს საიმედოობას;

4) **პროცესისთვის წესები უნდა გაკეთდეს ცხადად:** იმისათვის, რომ პროცესში მონაწილეებმა იცოდნენ თუ რა მოსაზრებებით და კანონებით მუშაობენ, აუცილებელია რაც შეიძლება მეტი ცხადი წესების გაკეთება. მათ შორის:

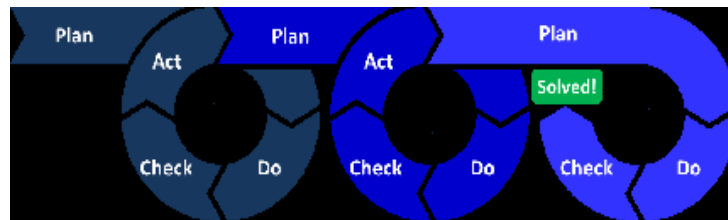
- განმარტებულ იქნას ტერმინი „დასრულებულია“, ასევე განსაზღვრება „მზადაა Scrum-ში“;
- Kanban-დაფის თითოეული სვეტის მნიშვნელობა;
- პასუხები შეკითხვებზე: ვინ მოძრაობს, როდის მოძრაობს, როგორ შეირჩეს შემდეგი ბილეთი არსებულებიდან და ა.შ.;

5) **უკუკავშირის ციკლების რეალიზაცია:** ფიქსირებულ თარიღებში გუნდები ერთმანეთს უკავშირდება. მაგალითად:

- რეტროსპექტივები: თანამშრომლობის მიმოხილვა;
- მომდევნო შეხვედრა: მომავალი დავალებების შეთანხმება / ბლოკირებების მოხსნა / ნაკადის კოორდინაცია;
- სამუშაო ოპერაციების რეცენზირება: კომპანიის Kanban გუნდები ხვდება და გამოცდილებას უზიარებს ერთმანეთს;

6) *მოდელის გამოყენება პროცესის ერთობლივად გაუმჯობესების შესაძლებლობების დასადგენად*: მოდელები ამარტივებს პროცესს. პოპულარული მოდელია, მაგალითად, ღირებულება, ნაკადი, ნარჩენები „ეკონომიური IT“-დან (Lean IT).

სხვა მოდელები ბაზირებულია *ედუარდ დემინგის* იდეებზე (ციკლი PDCA [Plan-Do-Check-Act] „დაგეგმე, გააკეთე, შეამოწმე, იმოქმედე“ (ნახ.2) – ესაა სრულყოფის პროცესი, რომელიც ეფუძნება ცოდნის თეორიის გაგებას და გამოყენება ხარისხის მენეჯმენტში) ან ვიწრო ადგილების თეორიაზე, სისტემურ აზროვნებაზე ან კომპლექსურობის (სირთულის) თეორიაზე [10,11].



ნახ.2. PDCA ციკლის იტერაციული განმეორება პრობლემის მოგვარებამდე

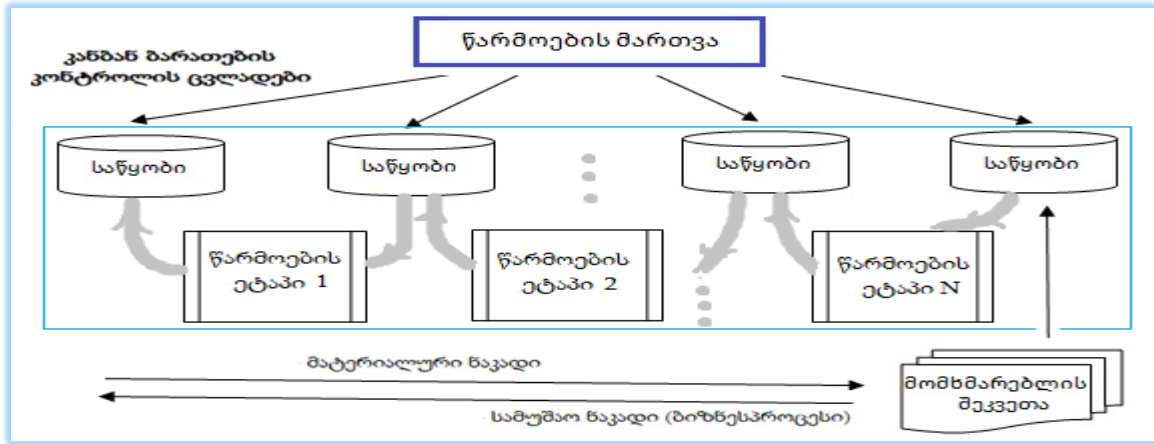
მოდელის დახმარებით შესაძლებელია პროცესის უკეთ გაგება და ექსპერიმენტების მოძიება, რომელთაც მივყავართ პროცესის სრულყოფამდე.

Kanban-ის ვიზუალიზირებული მიდგომა და WiP-ის შეზღუდვები მარტივი საშუალებაა, რომლითაც სწრაფად ხდება თვალსაჩინო, თუ რა სისწრაფით მოძრაობს ბარატები სხვადასხვა კვანძებში და სად გროვდება (იჭედება) ისინი. იმ კვანძებს, სადაც ხდება მათი დაგროვება და ამ დროს მომდევნო კვანძი თავისუფალია, უწოდებენ „ვიწრო ადგილებს“. Kanban-დაფის ანალიზით შესაძლებელია ზომების მიღება მაქსიმალურად თანაბარი ნაკადის მისაღწევად. ამ შემთხვევაში შესაძლებელია *რიგების თეორიის გამოყენება მარკოვის პროცესების საფუძველზე*.

## 2.2. წარმოების მართვის სისტემა და Kanban-მეთოდი

დაუმთავრებელი წარმოების (WiP) შეზღუდვისა და პროდუქტის (მათ შორის პროგრამული აპლიკაციის) შეკვეთის დროის შესამცირებლად ბევრი მწარმოებელი იყენებს Kanban სისტემებს. განვიხილოთ წარმოების ხაზი, რომელიც შედგება რამდენიმე მანქანისა და მზა ნაწილების საწყობისგან (საცავისაგან) [4,12].

Kanban მენეჯმენტი ორგანიზებას უწევს წარმოებას ისე, რომ თითოეული ნაწილი აღინიშნოს ბარათით. ყოველთვის, როცა მზა ნაწილი ამოიღება საწყობიდან (საცავიდან), მისი შესაბამისი ბარათიც ამოიღება და მასზე აღინიშნება უკვე ახალი ნაწილი, რომელიც უნდა იწარმოოს. საწარმოო ხაზის ნაწილების დამუშავება შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ბარათზეა მითითებული. ამრიგად, დაუმთავრებელი წარმოება (WiP) ეფექტურად შეზღუდულია კანბან-ბარათების რაოდენობით (ნახ.3 ვიზუალიზაციისთვის).



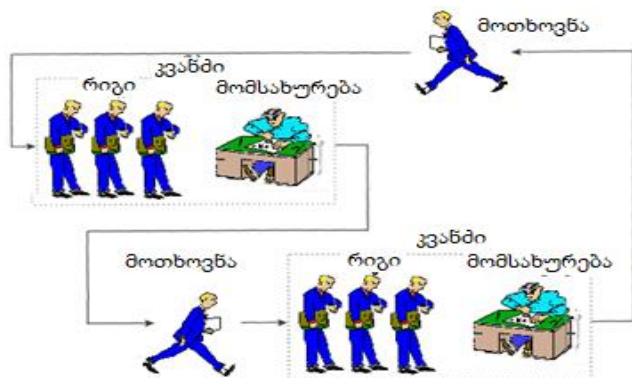
ნახ.3. Kanban სისტემის პრინციპი (საწყობი ან საცავი)

მანქანები დაჯგუფებულია სექტორების მიხედვით, რომლებშიც წარმოება კონტროლდება კანბანის სისტემით. მატერიალური ნაკადი ვრცელდება მრავალ სექტორში. ასეთ გარემოში Kanban ბარათების რაოდენობას სხვადასხვა სექტორში გადამწყვეტი მნიშვნელობა აქვს მწარმოებლურობის განსაზღვრისათვის. Kanban ბარათების ძალიან მცირე რაოდენობის შერჩევა ნიშნავს მოცულობის (სიმძლავრის) დაკარგვას და იქმნება სუსტი ადგილი არასაკმარისი დაგეგმვის გამო. წინააღმდეგ შემთხვევაში (ბარათების დიდი რაოდენობა) ეს ნიშნავს დაუმთავრებელი წარმოების (WiP) ძალზე მაღალ დონეს, რაც იწვევს ლოდინის დროის და შეკვეთის შესრულების დროის დიდად გადაჭარბებას.

Kanban ბარათებით დავალებების ასახვა საშუალებას იძლევა განვახორციელოთ საწარმოო ხაზის მოდელირება, რომელიც იმართება Kanban-ით როგორც მასობრივი მომსახურების ჩაკეტილი ქსელი [12]. Kanban ბარათების რაოდენობის გავლენა მწარმოებლურობაზე (შესრულების ინდიკატორებზე) შეიძლება შეფასდეს ანალიტიკური რიცხვითი მეთოდების გამოყენებით.

**2.3. რიგების თეორიის ინსტრუმენტი WinPepsy და Kanban-ბარათების განსაზღვრის ამოცანა**

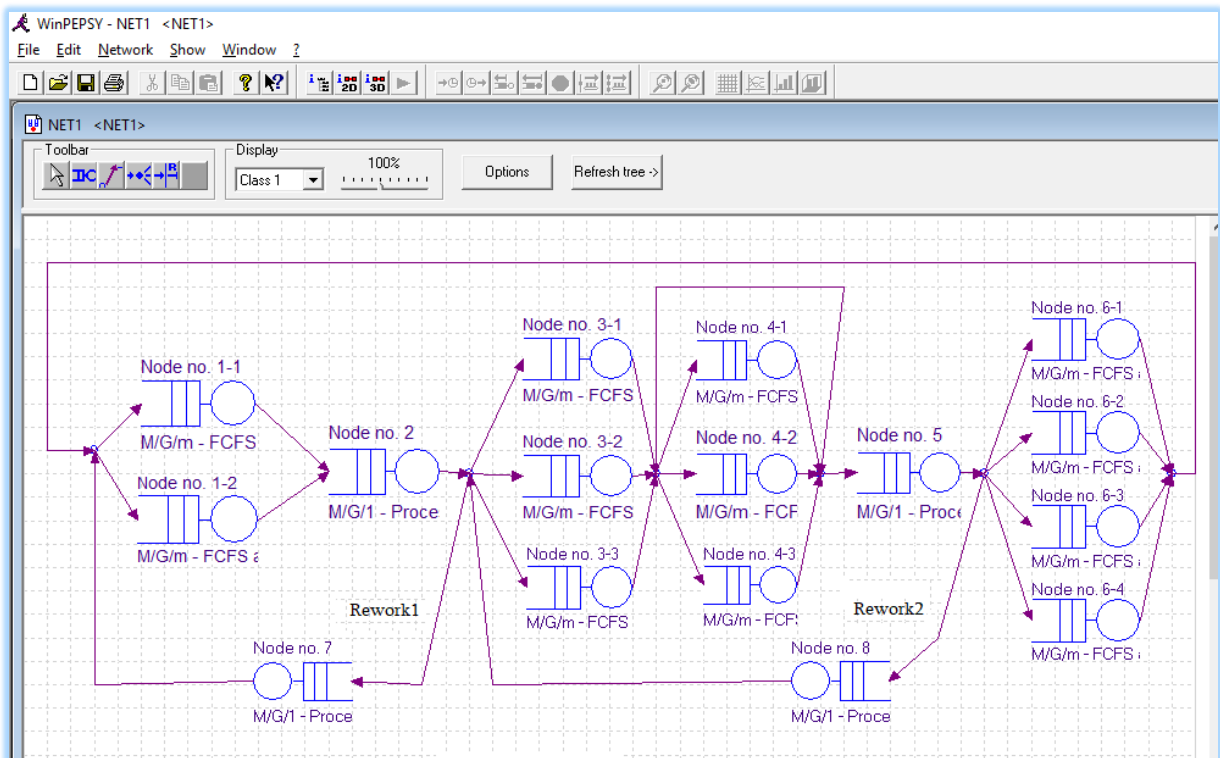
რიგების ქსელი შედგება ცალკეული რიგებისა და მომსახურე ობიექტებისგან. რიგი, რომელიც ელოდება მომსახურებას, შეიძლება წარმოვადგინოთ როგორც მომლოდინე სისტემა ან კვანძი [4]. მე-4 ნახაზზე მოცემულია რიგების ქსელი და რიგების სისტემა (კვანძი). შეკვეთები გადაეცემა კვანძიდან კვანძში. ყოველ კვანძს აქვს გარკვეული სტრატეგია, რომელიც აწესრიგებს თუ როგორი სახით უნდა დადგეს მოთხოვნა რიგში და როგორ უნდა მოხდეს მისი რედაქტირება.



ნახ.4. რიგების ქსელი და სისტემა

მოცემული მოთხოვნის დროებითი შეყოვნებისას, მომსახურე ობიექტი ყოველ კვანძში აღწერს მომსახურების დროის განაწილებას სპეციალური პარამეტრებით. ქსელი სადაც განთავსებულია სხვადასხვა სახის შეკვეთა, ერთიანდება დავალებათა კლასში, რომელიც იყოფა ორ კლასად: ა) ჩაკეტილი კლასი: ამ შემთხვევაში ვერცერთი ახალი მოთხოვნა ვერ შემოვა ქსელში და ასევე ვერცერთი მოთხოვნა ვერ დატოვებს რიგს. ქსელი მუდმივად ინარჩუნებს თანაბარ მოთხოვნათა რაოდენობას; ბ) ღია კლასი: ქსელი შეიცავს საწყის და სასრულ მოთხოვნათა წყაროს, რომელიც შეიძლება ვარეგულიროთ.

მე-5 ნახაზზე წარმოდგენილია რიგების თეორიის ინსტრუმენტული საშუალებით (WinPepsy) აგებული მომსახურების სქემა [4,12].



ნახ.5. WinPepsy სამუშაო გარემოში აგებული სქემა

აგებული ქსელის ანალიზით, რომელსაც ახორციელებს WinPepsy პაკეტის პროგრამული გაანგარიშებების ნაწილი, განისაზღვრება კანბან-ბარათების ოპტიმალური რაოდენობა და დაუმთავრებელი წარმოების (WiP) მოცულობა [12].

### 3. სერვისული რესურსების მართვის მახასიათებლების კვლევის ამოცანა

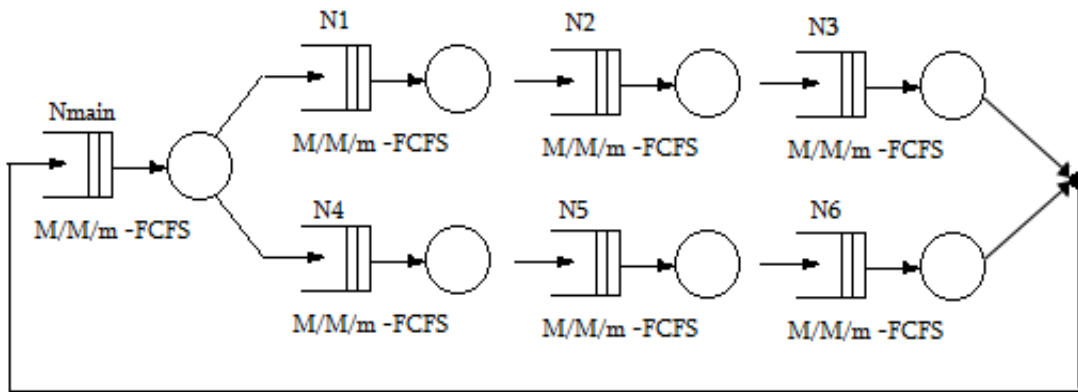
რიგების თეორიის საფუძველზე, „მომსახურე ორგანოს“ სახით ვიხილავთ კორპორაციული ორგანიზაციის მართვის სისტემის მხარდამჭერი კომპიუტერული ქსელის სერვერზე განთავსებულ სერვისებს (პროგრამული პროდუქტები მონაცემთა ბაზებით). პროცესის მოდელი აიგება მოთხოვნების ნაკადის, მომსახურების დროის, რიგების სიგრძის და სხვ. მაჩვენებელთა მნიშვნელობების განსაზღვრით [13].

მულტიპროცესორული ქსელური კონფიგურაციის სისტემების დაპროექტებისას საჭიროა მრავალი მახასიათებლის გათვალისწინება, რომელთა ოპტიმალური

სიდიდეების შერჩევა ძალზე მნიშვნელოვანია და ამავე დროს რთულიც. ამ სიდიდეთა ოპტიმიზაცია გაზრდის კომპიუტერული ქსელის წარმადობას და შეამცირებს მის შესაქმნელად საჭირო ხარჯებს. აქ გაითვალისწინება სიმძლავრეებისა და საერთო რესურსების ოპტიმალური განაწილება.

განვიხილოთ კორპორაციული ქსელის მოდელი, რომელშიც რამდენიმე მომხმარებელი და სერვერია (მომსახურე ორგანო). დავუშვათ, რომ ერთ-ერთი სერვერი ასრულებს გამანაწილებლის ფუნქციას, ე.ი. იღებს მომხმარებლისაგან მოთხოვნას და უგზავნის მას მომსახურებისათვის თავისუფალ სერვერს. თუ ყველა სერვერი დაკავებულია, მოთხოვნა დგება რიგში და ელოდება ერთ-ერთის განთავისუფლებას.

მე-6 ნახაზზე მოცემულია საილუსტრაციო მაგალითი 6 სერვერით ( $N_i, i=1,6$ ). მიიღებს რა მოთხოვნას გამანაწილებელი სერვერიდან ( $N_{main}$ ), ემსახურება მას გარკვეული სერვისებით და შედეგებს უბრუნებს ისევ გამანაწილებელ სერვერს, რომელიც, თავის მხრივ პასუხს აგზავნის მომხმარებელთან.



ნახ.6. WinPetsy გარემოში აგებული სერვერების ქსელის ფრაგმენტი

გაითვალისწინება, რომ მომხმარებლის მოთხოვნები შემოდის უწყვეტად, გარკვეული სიხშირით. თითოეული სერვერი ერთეული მოთხოვნის მომსახურებას ანდომებს გარკვეულ დროს. იმ შემთხვევაში როდესაც, მოთხოვნათა ფორმირების სიხშირე დიდია, გამანაწილებელ სერვერთან წარმოიქმნება რიგი. თუკი მოთხოვნათა ფორმირების სიხშირე ძალზე დიდია, ქსელი შეიძლება გადაიტვირთოს და ვეღარ შეძლოს ფუნქციონირება [14].

ჩვენი მიზანია ქსელის არსებული პარამეტრების მეშვეობით დავადგინოთ მისი მუშაობის კრიტიკული წერტილი, შევარჩიოთ ისეთი მახასიათებლები, რომლებიც უზრუნველყოფს მის ნორმალურ ფუნქციონირებას და შევქმნათ პროგრამული პროდუქტი, რომელიც ყოველივე ამას განახორციელებს. რიგების თეორიის თვალსაზრისით ზემოთ აღწერილი სისტემა არის  $M/M/m$  ტიპის [4].

განვიხილოთ მახასიათებლები და მათ შორის კავშირები, რომლებიც გააჩნია ქსელს. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ქსელის ფუნქციონირებას განვიხილავთ სტაციონარულ რეჟიმში. ამ შემთხვევაში, როგორც ცნობილია, გარკვეულ იდეალიზაციასთან გვაქვს საქმე. რეალურად, დროის ყოველ  $t$  მომენტში სისტემაში არსებობს მოთხოვნათა რაღაც  $k$  რაოდენობა. ალბათობა იმისა, რომ დროის მოცემულ  $t$  მომენტში სისტემაში იმყოფება  $k$  მოთხოვნა, აღვნიშნოთ  $P_k(t)$ -თი. ჩვენ უნდა ვიგულისხმოთ, რომ  $t$ -ს ზრდასთან ერთად ალბათობა  $P_k(t)$  თანდათან მუდმივი ხდება. ამ შემთხვევაში  $P_k(t)$ -ს ნაცვლად შეიძლება

გამოვიყენოთ Pk, რომელიც უკვე აღარაა დროის ფუნქცია. ეს დაშვება არ გულისხმობს იმას, რომ სისტემა არ გადადის ერთი მდგომარეობიდან მეორეში, რა თქმა უნდა, დროის მიხედვით იცვლება ქსელში არსებული მოთხოვნების რაოდენობა, მაგრამ ალბათობა იმისა, რომ სისტემაში საკმარისად დიდი დროის გასვლის შემდეგ იმყოფება k მოთხოვნა, გამოიხატება Pk-ით.

სერვისულ პროგრამულ პაკეტებში ფუნქციების დასაპროგრამებლად გამოვიყენოთ აღნიშნული კლასიკური მოდელები. ამგვარად, სერვერების რაოდენობით, შემოსულ მოთხოვნათა ინტენსივობით და დროით, რომელსაც ანდომებს სერვერი თითოეული მოთხოვნის მომსახურებას, შეგვეძლება დავადგინოთ ქსელის სხვადასხვა მახასიათებელი.

აღნიშნოთ მოთხოვნათა მოსვლის ინტენსივობა  $\lambda$ -ით, ხოლო თითოეული მოთხოვნის მომსახურების დროს  $T_s$ -ით. ამ შემთხვევაში ერგოდიულობის პირობა არის:  $\lambda * T_s < 1$ . ქსელს გააჩნია შემდეგი მახასიათებლები:

1. მოძრაობის ინტენსივობა:  $u = \lambda * T_s$ .
2. სერვერის დატვირთვა:  $\rho = u / m$ .

იმისათვის, რომ სისტემა იყოს სტაბილური, სერვერს უნდა შეეძლოს თავი გაართვას მოთხოვნათა მოსვლის საშუალო ინტენსივობას, ეს კი ნიშნავს, რომ მოძრაობის ინტენსივობა უნდა იყოს სერვერთა რაოდენობაზე ნაკლები, ან რაც იგივეა, სერვერის დატვირთვა უნდა იყოს ერთზე ნაკლები:  $u < m$  ან  $\rho < 1$ .

M/M/n სახის სისტემების კვლევისას მნიშვნელოვანი ადგილი უკავია ერლანგის ფუნქციას. ეს ფუნქცია განსაზღვრავს იმის ალბათობას, რომ ყველა სერვერი დაკავებულია, და იმავდროულად იმის ალბათობასაც, რომ მოსულ მოთხოვნას მოცდა მოუწევს [14]. ერლანგის ფუნქციისთვის გამოვიყენებთ გამოსახულებას:

$$Ec(m, u) = (u^m / m!) / (u^m / m! + (1 - \rho) \sum_{k=0}^{m-1} (u^k / k!))$$

მომხმარებლისთვის დიდი მნიშვნელობა აქვს მოთხოვნის რიგში დგომის (მოცდის) საშუალო დროს, იგი გამოითვლება ფორმულით:

$$T_w = \frac{Ec(m, u) T_s}{m(1 - \rho)}$$

აუცილებელია განისაზღვროს სისტემაში მოთხოვნის ყოფნის საშუალო დრო:

$$T_q = T_w + T_s.$$

ალბათობა იმისა, რომ მოთხოვნის ყოფნის დრო სისტემაში ნაკლებია t-ზე, დამოკიდებულია  $u = m-1$ , თუ არა. თუ ეს პირობა სრულდება, მაშინ ადგილი აქვს შემდეგ ტოლობას:

$$P(\text{სისტემაში ყოფნის დრო} < t) = 1 - (1 + \frac{t}{T_s} Ec(m, u)) e^{-\frac{t}{T_s}}$$

წინააღმდეგ შემთხვევაში:

$$P(\text{სისტემაში ყოფნის დრო} < t) = 1 + \frac{B + Ec(m, u)}{B} e^{-\frac{t}{T_s}} + \frac{Ec(m, u)}{B} e^{-(m-1)\frac{t}{T_s}}$$

სადაც  $B = m-1-u$ .

დროის ყოველ მომენტში ქსელში იარსებებს მოთხოვნათა გარკვეული რაოდენობა. რაც ნაკლები მოთხოვნაა ქსელში, მით უკეთ ფუნქციონირებს იგი. ალბათობა იმისა, რომ ქსელში არის k მოთხოვნა არის Pk სადაც



$$P_k = \frac{u}{k!} P_0$$

როცა  $k \leq m$  და

$$P_k = \frac{u^k}{m! m^{k-m}} P_0$$

როცა  $k > m$ .

$P_0$  არის ალბათობა იმისა, რომ ქსელში საერთოდ არაა მოთხოვნა.

ეს რაც შეეხებოდა ალბათობებს. თვით სისტემაში არსებულ მოთხოვნათა რაოდენობა კი არის  $L_q$ , სადაც

$$L_q = u + \frac{pEc(m, u)}{1 - \rho}$$

თუკი ქსელში არის  $m$  ან  $m$ -ზე ნაკლები მოთხოვნა, მაშინ იმ მოთხოვნების რაოდენობა, რომლებიც რიგში დგანან  $0$ -ის ტოლია, ხოლო თუ ვიცით, რომ  $x$  მოთხოვნა რიგში დგას, მაშინ მთლიანად სისტემაში იქნება  $x+m$  მოთხოვნა. ასე, რომ გვაქვს შემდეგი მახასიათებლები:

ალბათობა იმისა, რომ არცერთი მოთხოვნა არ იცდის:

$$P(\text{არცერთი მოთხოვნა არ იცდის}) = \sum_{k=0}^m P_k$$

ალბათობა იმისა, რომ  $x$  მოთხოვნა დგას რიგში:

$$P(x \text{ მოთხოვნა იცდის}) = P_{x+m} \quad \text{სადაც } x > m$$

მომლოდინე მოთხოვნათა საშუალო რიცხვი:

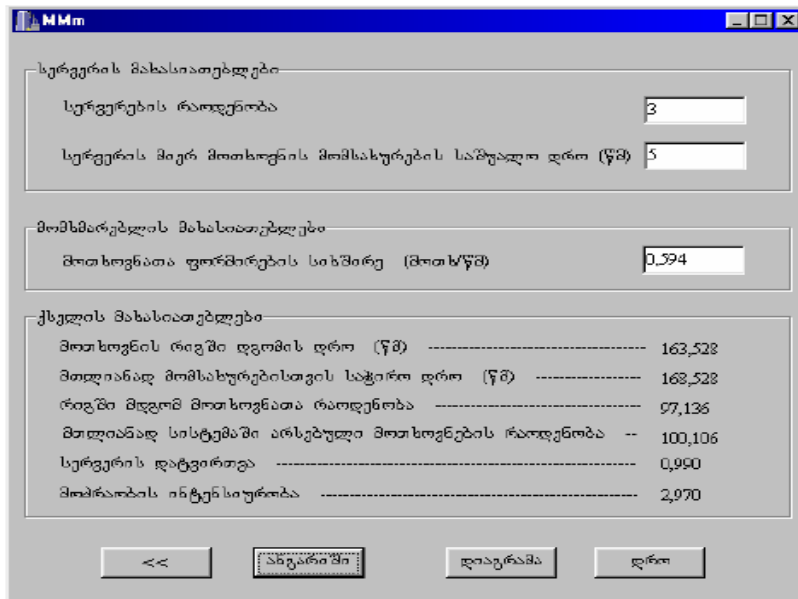
$$L_w = \frac{pEc(m, u)}{1 - \rho}$$

რეჟიმს. ჩვენ მიერ შექმნილი პროგრამული საშუალება სწორედ ამ სიდიდეებს და ფორმულებს იყენებს ქსელის პარამეტრების ანალიზისათვის და მათი ოპტიმალური მნიშვნელობის შერჩევისათვის. იგი, იღებს რა ინფორმაციას ქსელში მოთხოვნების მოსვლის სიხშირეზე, სერვერთა რაოდენობასა და თითოეული მოთხოვნის მომსახურების დროზე, ანგარიშობს ისეთ პარამეტრებს როგორცაა მოთხოვნის რიგში დგომის დრო, ბუფერში მოთავსებული მომლოდინე მოთხოვნათა რაოდენობა, სერვერის დატვირთვა და მოძრაობის ინტენსივობა, სხვადასხვა ალბათობები და ა.შ.

გარდა ამისა, გამოითვლის მოცემულ პირობებში ოპტიმალური მუშაობისათვის საჭირო პარამეტრებს და აგებს მათ შორის დამოკიდებულებათა გრაფიკებს.

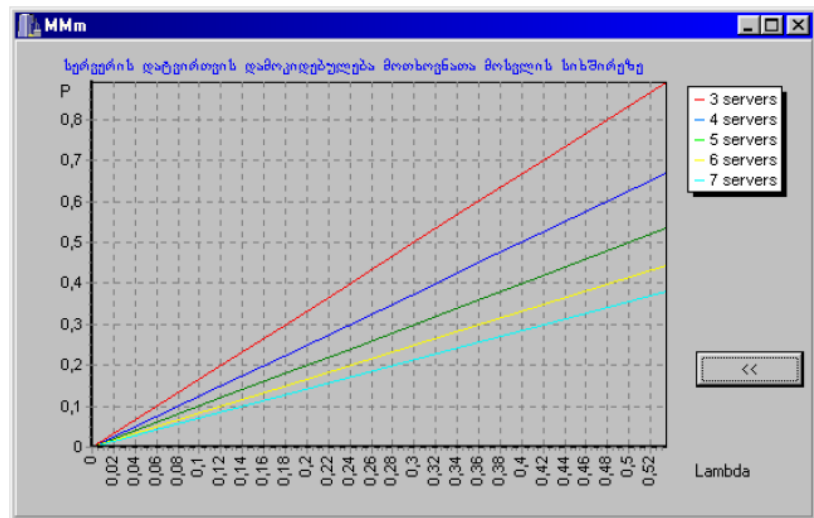
მე-7 ნახაზზე მოცემულია C++ ენის ინსტრუმენტით აგებული მომხმარებლის ინტერფეისი, რომელიც მუშაობს ვიზუალური და ტრადიციული დაპროგრამების კომპონენტების რევერსული ტექნოლოგიით [28]. მომხმარებელს შეუძლია შეიტანოს (და ცვალოს) სამი პარამეტრის მნიშვნელობა: სერვერების რაოდენობა, მომსახურების საშუალო დრო და მოთხოვნათა რაოდენობის ინტენსიურობა.

დილაკით „ანგარიში“ სისტემა გაიანგარიშებს ქსელის ძირითად მახასიათებლებს, კერძოდ: სერვერის დატვირთვა, მოძრაობის ინტენსიურობა, მოთხოვნის რიგში დგომის დრო, მთლიანად მომსახურებისთვის საჭირო დრო, რიგში მდგომ მოთხოვნათა რაოდენობა, სისტემაში მყოფ მოთხოვნათა საერთო, რაოდენობა.



ნახ.7. მომხმარებლის ინტერფეისი

ლილაკით „დიაგრამა“ გამოიტანება გაანგარიშების შედეგად მიღებული გრაფიკები. კერძოდ, მე-8 ნახაზზე მოცემულია პროგრამულად მიღებული დიაგრამა სერვერის დატვირთვის დამოკიდებულებისა მოთხოვნათა მოსვლის სიხშირეზე სერვერების სხვადასხვა რაოდენობისათვის (მაგალითად, 3-:-7).



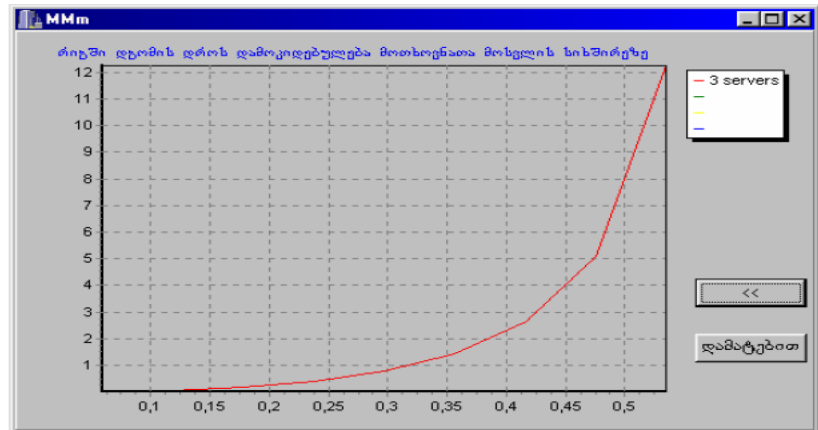
ნახ.8. პროგრამული ნგარისის შედეგები

მე-9 და 10 ნახაზებზე კი მოცემულია დიაგრამები მოთხოვნათა რიგში დგომის დროის დამოკიდებულებისა მოთხოვნათა მოსვლის სიხშირეზე სერვერების სხვადასხვა რაოდენობის (მაგ., 3-:-6) შემთხვევაში. ბოლო დიაგრამებიდან კარგად ჩანს, თუ როგორ იკლებს მოთხოვნათა რიგში დგომის დრო მომსახურე არხების მომატებით.

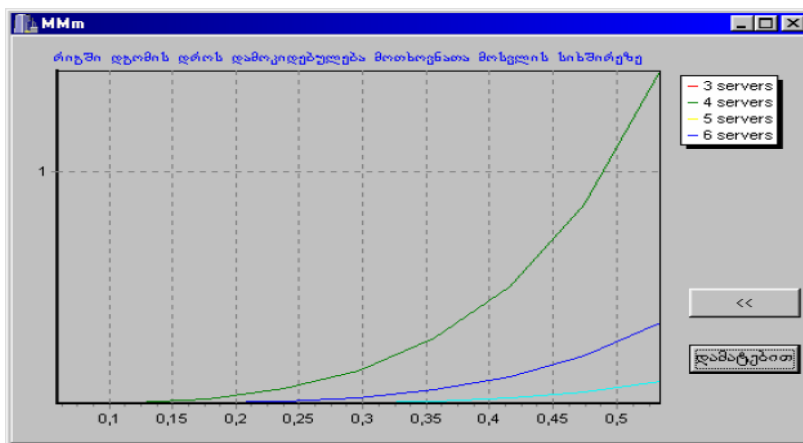
#### 4. დასკვნა

კორპორაციული ბიზნესპროცესების მენეჯმენტის მხარდამჭერი საინფორმაციო სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფის დიზაინისა და დეველოპმენტისათვის აქტუალურია Agile Software Development მოქნილი ეკონომიური მეთოდების (Kanban/Lean) და რიგების თეორიის გამოყენება. Agile/Kanban მეთოდის სასიგნალო ბარათების სისტემით

დეველოპერების გუნდი მუშაობს სინქრონულად და აკონტროლებს თითოეულ გადაწყვეტილებას და შესრულების შედეგს, დაუმთავრებელი წარმოების (WiP) შემცირების მიზნით. რიგების თეორიის და WinPetsy ინსტრუმენტის გამოყენებით შესაძლებელია ამ ბიზნესპროცესების მართვის მოდელების აგება და მათი შესაბამისი მხარდამჭერი მულტიპროცესორული ქსელის მახასიათებლების რაოდენობრივი მნიშვნელობების შეფასება მარკოვისა და ერლანგის ფუნქციების საფუძველზე.



ნახ.9



ნახ.4.10

#### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Software Development Life Cycle. (2019). Internet resource: [https://en.wikipedia.org/wiki/Software\\_development\\_process](https://en.wikipedia.org/wiki/Software_development_process)
2. Surguladze G., Turkia E. (2016). Software Management Basics. GTU, "Techn.Univ." Tb., - 350 p., (in Georgian). [http://gtu.ge/book/gia\\_sueguladze/GiaSurg1\\_%20ProgSysManag.pdf](http://gtu.ge/book/gia_sueguladze/GiaSurg1_%20ProgSysManag.pdf)
3. Booch G., Jacobson I., rambaugh J. (1996). Unified Modeling Language for Object-Oriented Development. Rational Software Corporation, Santa Clara
4. Bolch G., Gogichaishvili G., Surguladze G., Petriashvili L. (2013). Tools of Object-Oriented Design and Modelling of Automated Control Systems (MsVisio, WinPetsy, PetNet, CPN). GTU, "Techn.Univ.", Tb., -232 p., (in Georgian). <https://gtu.ge/book/ims/GogichaiSurgul.pdf>
5. Beck K., Fowler M., Martin R.C., Mellor S. et al. (2001). Manifesto for Agile Software Development. Internet resource; <https://agilemanifesto.org/>

6. Lean Software Development - in What is Agile Kanban Methodology? (2019). Internet resource: <https://www.inflectra.com/methodologies/kanban.aspx>
7. Six Sigma. (2019). Internet resource: [https://en.wikipedia.org/wiki/Six\\_Sigma](https://en.wikipedia.org/wiki/Six_Sigma)
8. Anderson, David J. (April 2010). Kanban: Successful Evolutionary Change for Your Technology Business. Blue Hole Press. ISBN 978-0-9845214-0-1.
9. Kanban (development). Internet resource: [https://de.wikipedia.org/wiki/Kanban\\_\(Softwareentwicklung\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Kanban_(Softwareentwicklung))
10. Deming E.W. (2018). PDSA: Plan-Do-Study-Act. Internet resource: [https://de.wikipedia.org/wiki/William\\_Edwards\\_Deming](https://de.wikipedia.org/wiki/William_Edwards_Deming).
11. PDCA: plan-do-check-act. (2019). Internet resource: <https://en.wikipedia.org/wiki/PDCA>
12. Bolch G., Greiner S., DeMeer H., Travedi K. (2000). Queueing Networks and Markov Chains. John Wiley&Sons.Inc.
13. Bolch G., Surguladze G., Petriashvili L., Chikhradze B. Development of multiprocessor systems resource management software with Borland\_C++ Builder Tool. GTU Transact., N4(437), Tb., 2001
14. Kendall's notation. (2019). Internet resource: [https://en.wikipedia.org/wiki/Kendall%27-s\\_notation](https://en.wikipedia.org/wiki/Kendall%27-s_notation).

## **CORPORATE BUSINESS PROCESS MANAGEMENT USING THE AGILE / KANBAN METHOD AND QUEUE THEORY**

Surguladze Gia, Geladze Bezhan, Kaishauri Tinatin  
Georgian Technical University

### **Summary**

This article discusses about issues related to the design and development of software for corporate information management systems based on the use of Agile Software Development's flexible methodology and queuing theory. There are presented the principles and practices of teamwork using the Kanban method card system. Creating business process management models using the WinPepsy queuing theory tool and assessing their quantitative values of the multiprocessor network based on Markov and Erlang functions.

## **УПРАВЛЕНИЕ КОРПОРАТИВНЫМИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МЕТОДОВ AGILE/KANBAN И ТЕОРИИ ОЧЕРЕДЕЙ**

Сургуладзе Г., Геладзе Б., Каишаури Т.  
Грузинский Технический Университет

### **Резюме**

Рассматриваются вопросы, связанные с проектированием и разработкой программного обеспечения корпоративных информационных систем управления на основе использования гибкой методологии Agile Software Development и теории массового обслуживания. Представлены принципы и практики развития команды с использованием системы карт метода Канбан. Создание моделей менеджмента бизнес-процессов, используя инструмент теории очередей WinPepsy и определение значений характеристик многопроцессорной сети поддерживающей ей системы на основе функций Маркова и Эрланга.

## ფრაქტალური და ვეივლეტ ტექნოლოგიების შედარებითი ანალიზი გამოსახულებათა კომპიუტერული კოდირების შემთხვევაში

ირინა ჩხეიძე, ომარ ტომარაძე, გურამ კურტანიძე, გედევან მურჯიკნელი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია ვეივლეტ და ფრაქტალური ტექნოლოგიების შედარებითი კვლევის შედეგები, რომელმაც, გამოსახულებათა კოდირების თვალსაზრისით, ცალსახად გვიჩვენა, რომ შეკუმშვის პროცედურამ ფრაქტალური კოდირებისთვის მოგვცა უკეთესი შედეგი. მაგალითად, კოდირების შედეგები ორივე მეთოდისთვის დამოკიდებულია გამოსახულების სახეობაზე. რაც უფრო მეტია კონტურების რაოდენობა, მით ცუდია აღდგენილი გამოსახულების ხარისხი. შედარების მეორე პარამეტრის – კოდირების სიჩქარის მიმართ შეიძლება ითქვას, რომ ფრაქტალური კოდირების რეალიზაციისთვის საჭიროა იმდენად დიდი დრო, რომ მათი კონკურენტუნარიანობა შეუდარებელია. რაც შეეხება კოდირების მესამე პარამეტრს – საკვლევი გამოსახულების ზომის გავლენას შეკუმშვის კოეფიციენტზე, ექსპერიმენტმა დაადასტურა თეორიული ვარაუდი: ორივე მეთოდისათვის გამოსახულების ზომის გაზრდა იწვევს შეკუმშვის კოეფიციენტის გაზრდას დაახლოებით ორჯერ, როცა ზომა იზრდება  $256 \times 256$ -დან  $512 \times 512$  –მდე.

**საკვანძო სიტყვები:** ფრაქტალური კოდირება. ვეივლეტ-გარდაქმნა. შეკუმშვის კოეფიციენტი. დობემ ფუნქცია. დონური და რანგული ბლოკები.

### 1. შესავალი

ფრაქტალური და ვეივლეტ ტექნოლოგიები მიეკუთვნება უახლეს განვითარებად ტექნოლოგიებს, რომლებიც იყენებს თავიანთ მიდგომებს გამოსახულებათა სტრუქტურის აღმოჩენისა და კოდირებისათვის.

მრავალმა გამოკვლევამ და ანალიზმა აჩვენა, რომ განსხვავებული მიდგომისას სხვადასხვა ობიექტის შესწავლისადმი ფრაქტალურ და ვეივლეტ ტექნოლოგიებს აქვს ერთი უმნიშვნელოვანესი თვისება – თვითმსგავსება (Self-Similarity), მასშტაბურობის თვისება შესაბამისი მასშტაბურობის კოეფიციენტით [1-4].

როგორც ცნობილია [1], შავ-თეთრ გამოსახულებათა კომპიუტერული წარმოდგენა არის არაურყოფითი რიცხვების ორგანოზომილებიანი მასივი. ამ მასივის ყოველი ელემენტი გამოსახულების პიქსელია. ციფრული გამოსახულება შედგება პიქსელების ერთობლიობისაგან – მასივისაგან. შეკუმშვის ამოცანაა – კოდირება, რომლის საშუალებითაც ხორციელდება რიცხვთა მასივის ისეთი წარმოდგენა, რომელიც უზრუნველყოფს ამ მასივის დამახსოვრებისა და შენახვისათვის მინიმალურ მოცულობას. არსებობს ორი შესაძლებლობა, რომელიც ახორციელებს მონაცემთა შემცირებას – შეკუმშვას. პირველი – შეკუმშვა პიქსელების რაოდენობის შემცირებით, მეორე – პიქსელის წარმოდგენის შესაბამისი რიცხვის შემცირებით (ბიტების საშუალო რაოდენობის გამოყენება).

სამუშაო ეხება ფრაქტალურ და ვეივლეტ ტექნოლოგიების შედარებას მხოლოდ პირველი შესაძლებლობით. რაც იმას ნიშნავს, რომ არ შევხებით არც ენტროპიულ და არც ვექტორულ კოდირებას, რომლებიც შედეგიანია, მაგრამ დაკავშირებულია მეორე ამოცანასთან. ამ სამუშაოს მიზანია – შევადაროთ ვეივლეტ და ფრაქტალური ტექნოლოგიები გამოსახულებათა კოდირების თვალსაზრისით და გამოვავლინოთ მათი ალგორითმების უპირატესობანი ერთმანეთის მიმართ. შედარებითი ანალიზი შეეხება არა მხოლოდ გამოსახულების შეკუმშვის უნარისა და გამოსახულების ხარისხის შეფასებას, არამედ კოდირების სიჩქარესა და საკვლევი გამოსახულების ზომის გავლენას შეკუმშვის მნიშვნელობაზე.

## 2. ძირითადი ნაწილი

როგორც შესავალში იყო აღნიშნული, სიგნალების ციფრული დამუშავებისთვის ინფორმაციის შეკუმშვის დროს ფრაქტალების და ვეივლეტების გამოყენება არის მნიშვნელოვანი ამოცანა. ამას ადასტურებს ისიც, რომ 2000 წელს მიღებული იქნა JPEG-200 სტანდარტი, რომელიც დაფუძნებულია ვეივლეტ-გარდაქმნის გამოყენებაზე. ამ კონტექსტში ფრაქტალურმა მეთოდმა, რომელიც განიხილავს ფუნდამენტური სტრუქტურის მოდელირებას ახალი პოზიციებიდან, შეიძლება მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანოს ახალი თანამედროვე სტანდარტის შექმნაში იმიტომ, რომ ფრაქტალებს და ვეივლეტებს აქვს თვითმსგავსების თვისება, რომლებიც დაკავშირებულია ჰერსტის მუდმივას მეშვეობით [2]. მოსალოდნელია, რომ ახალი სტანდარტი უფრო მიესადაგება დღევანდელ მოთხოვნებს.

ფრაქტალური კოდირების მეთოდმა პირველად ჰპოვა გამოყენება 1990 წელს, როცა ჯეკუინმა (Jacquin) წარმოადგინა კოდირების მეთოდი, სადაც მონაწილეობს გამოსახულების დონური და რანგული ბლოკები. ამ მეთოდის მიხედვით გამოსახულება იყოფა არაგადამკვეთ რანგულ ქვეგამოსახულებებად (range subimages) და განისაზღვრება დომენურ ქვეგამოსახულებების (domain subimages) ერთობლიობა. კოდირების ალგორითმი ყოველი რანგული ბლოკისთვის პოულობს ყველაზე შესაფერის დომენურ ბლოკს და აფინურ გარდაქმნას, რომელიც გარდაქმნის ამ დომენურ ბლოკს შესაბამის რანგულ ბლოკში. გამოსახულების სტრუქტურა აისახება რანგულ და დომენურ ბლოკების სისტემაში და შესაბამისი გარდაქმნის ალგორითმში.

ვეივლეტ-ტექნოლოგიები გამოსახულებათა შეკუმშვისთვის (კოდირებისთვის) იყენებს სიჭარბეს და საწყის ინფორმაციას ყოფს დაბალ და მაღალ სიხშირულ არეებად [2, 3]. გამოსახულებათა ვეივლეტ-შეკუმშვის იდეა მარტივია და მდგომარეობს გამოსახულებაზე ვეივლეტ-გარდაქმნის ზემოქმედებაში. მიღებული კოეფიციენტების ერთობლიობისაგან უქმდება ნაწილი, დარჩენილი კოეფიციენტები ექვემდებარება კოდირებას და დეკოდირებას მიმდებ მხარეზე. ეს არის ვეივლეტ-ანალიზის არსი. არსებობს მრავალი სახის ვეივლეტ ფუნქცია მარტივი (ჰარის) და რთული (დობემის). ჩვენ შევხებით დობემის ფუნქციების გამოყენებას, რადგან მათი აგებულება იძლევა კოდირების დროს სიგნალის მუდმივი და წრფივი ნაწილის მნიშვნელოვნად შეკუმშვის საშუალებას. გამოსახულებათა შეკუმშვის ეფექტურობა განისაზღვრება კრიტერიუმით, რომელიც მოცემულია შეკუმშვის კოეფიციენტით (შ. კ.). შეკუმშვის კოეფიციენტი განისაზღვრება გამოსახულებით

$$\text{შ.კ.} = B \times M \times N / \sum_{i=0}^{k-1} BiMiNi \quad (1)$$

სადაც მრიცხველში არის საწყისი გამოსახულების წარმოსადგენად საჭირო ბიტების რაოდენობა B, – ერთი ელემენტის ინტენსივობის წარმოდგენისთვის საჭირო ბიტების რაოდენობა. (ზოგადად იგი შეადგენს 8 ბიტს), M და N საწყისი გამოსახულების სტრიქონების და სვეტების რაოდენობაა. ხოლო მნიშვნელში – კოდირების შედეგად მიღებული და გადასაცემად განკუთვნილი საჭირო ბიტების რაოდენობა, k – შენარჩუნებული ბიტების რაოდენობა.

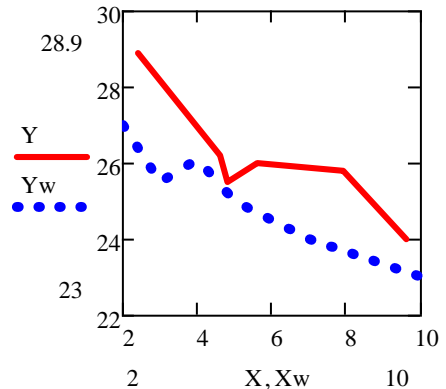
შეკუმშვის ნებისმიერი მეთოდი მიეკუთვნება კოდირებას დანაკარგებით (rate distortion). ამ მეთოდის გამოყენებისას აუცილებელია შეფასდეს შეკუმშვის მაჩვენებელი მიღებული დანაკარგების პირობებში. არსებობს დანაკარგების შეფასების მრავალი კრიტერიუმი [2]. მაგალითად, თანაბარი მიახლოების, საშუალო კვადრატული გადახრის და სხვა კრიტერიუმები. ტექნიკაში და კერძოდ კავშირგაბმულობაში უფრო ხშირად გამოიყენება სიგნალ-ხმაურის ფარდობის (SNR) და სიგნალ-ხმაურის პიკური მნიშვნელობა (PSNR). ამ დროს დეკოდირებული გამოსახულების ზომა ტოლი უნდა იყოს საწყისი გამოსახულების ზომის (პიქსელების რაოდენობის). ჩვენს შემთხვევაში სიგნალ-ხმაურის პიკური მნიშვნელობა გამოისახება შემდეგნაირად:

$$PSNR = -20 \log \left[ \frac{1}{256^2} \sum_{m=0}^{255} \sum_{n=0}^{255} [f(m,n) - f^i(m,n)]^2 / 255^2 \right] \quad (2)$$

სადაც f(m,n) არის m,n კოორდინატებზე საწყისი გამოსახულების პიქსელის ინტენსივობა, m=0...255, n=0...255. f<sup>i</sup>(m,n) – აღდგენილი გამოსახულების ანათვლების ინტენსივობა, M,N – სტრიქონების და სვეტების რაოდენობა, რომელიც უდრის 256.

არსებობს პრინციპული განსხვავება ფრაქტალური და ვეივლეტ გარდაქმნებს შორის შეკუმშვის კოეფიციენტის და მისი მართვის მიღების თვალსაზრისით. ფრაქტალურ მეთოდებში გამოიყენება სქემები, რომლებიც იმართება წინასწარ დასაშვები შეცდომებით. რაც უფრო ნაკლებია დასაშვები შეცდომა მით უფრო კარგია დეკოდირებული გამოსახულების ხარისხი [2,3]. თუმცა ამ დროს იზრდება რანგული ბლოკების რაოდენობა და შესაბამისად მცირდება შეკუმშვა. ვეივლეტ მეთოდები იძლევა საშუალებას ვმართოთ შეკუმშვის პროცესი შეკუმშვის კოეფიციენტის წინასწარი შეფასებით დეკოდირებული გამოსახულების ხარისხის შეფუების პირობებში.

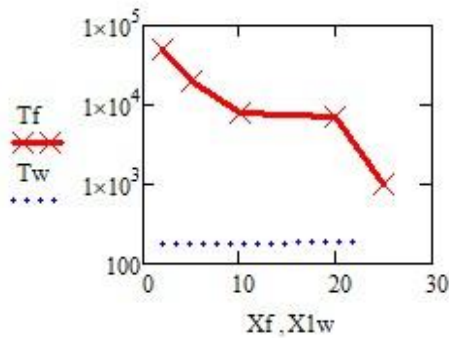
სამუშაოში დასმული მიზნის მიხედვით ამოცანა მდგომარეობდა ვეივლეტ და ფრაქტალური გარდაქმნების მეთოდების შედარებაში გამოსახულებათა შეკუმშვის უნარის თვალსაზრისით. შედარება გულისხმობდა კომპიუტერულ ექსპერიმენტს, როდესაც ორივე მეთოდი გამოიყენებოდა ერთნაირ პირობებში, ერთი-დაიმავე გამოსახულებაზე. კერძოდ - PSNR-ის შ.კ.-ზე დამოკიდებულების მიღებას. ცდები ჩატარდა რამდენიმე ტესტურ გამოსახულებაზე: სტანდარტული „Lena“, „ფოთლები“, „ვარდი“. სტატიაში ასახულია „Lena“-სთვის გამოსახულება (ნახ.1).



ნახ. 1

ცდების ანალიზი ცალსახად გვიჩვენებს, რომ კოდირების შედეგები დამოკიდებულია გამოსახულების სახეობაზე: რაც მეტია კონტურების რაოდენობა მით ცუდია აღდგენილი გამოსახულების ხარისხი. რაც მთავარია, ჩანს, რომ ფრაქტალურმა კოდირებამ მოგვცა შეკუმშვის უკეთესი შედეგი. აღსანიშნავია, რომ შედარებულია ორივე მეთოდი საბაზო ვარიანტში და შედეგი მოცემულია მხოლოდ მცირე შეკუმშვის კოეფიციენტებისათვის.

შემდეგი ექსპერიმენტები შეეხებოდა კოდირების პარამეტრს – კოდირების სიჩქარეს, რომელიც აუცილებლად უნდა იყოს გათვალისწინებული ამ შედარების დროს. ამ თვალსაზრისით შეკუმშვის კოეფიციენტი და კოდირების დრო არის ის მაჩვენებლები,



ნახ. 2

რომლის მიხედვითაც ხდება შედარება. ექსპერიმენტი ტარდებოდა PC-ზე. ვერტიკალურ ღერძზე გადაზომილი სკალა არის ლოგომეტრული, რათა შედარების შედეგები იყოს ერთ გრაფიკზე მოთავსებული.

მე-2 ნახაზზე მოცემულია კოდირების დროის დამოკიდებულება შეკუმშვის კოეფიციენტზე. შედეგები მოყვანილია საბაზო ალგორითმისთვის. ფრაქტალების შემთხვევაში კოდირების სიჩქარის ასამაღლებლად მიღებულია გარკვეული ზომები.

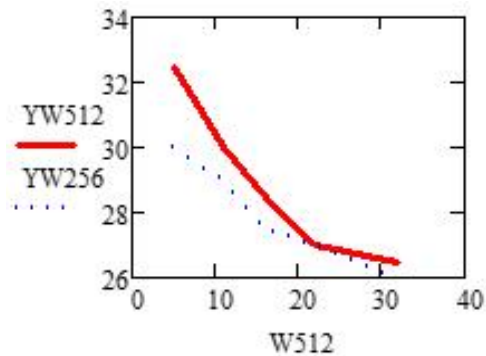
მიღებული შედეგები ცხადყოფს, ფრაქტალური მეთოდების კოდირებისთვის საჭირო დრო ვეივლეტთან შედარებით იმდენად დიდია, რომ მათი კონკურენცია შეუძლებელია. საქმე ისაა, რომ ფრაქტალური კოდირება მოითხოვს გამოსახულების დიდ მოცულობას, ვინაიდან ყოველი რანგული ბლოკისთვის აუცილებელია ძებნა ჩატარდეს დიდი რაოდენობის დომენური ბლოკების ერთობლიობაში. გარდა ამისა საჭიროა ჩატარდეს დიდი რაოდენობის გამოთვლები. შეკუმშვის ფრაქტალური კოდირების პრაქტიკაში დანერგვისთვის დამუშავებულია მრავალი მეთოდი, რომელიც განაპირობებს კოდირების სიჩქარის ამაღლებას [3].

ფრაქტალური კოდირების უპირატესობა იმაშია, რომ კოდირების პროცესი შეიძლება მთლიანად დაპარალელდეს. დომენურ-რანგული ურთიერთშეპირისპირება შეიძლება განხორციელდეს გამოსახულების მრავალ ფრაგმენტზე ერთდროულად და პარალელურად. ე. ი. პარალელურად დამუშავების მოწყობილობის გამოყენება არსებითად ამცირებს კოდირების დროს.

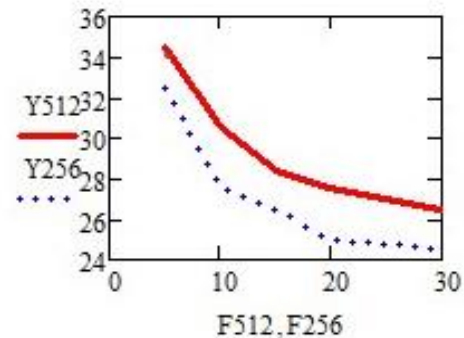
შემდეგი ცდები შეეხებოდა საკვლევი გამოსახულების ზომის შეკუმშვის კოეფიციენტზე გავლენის კვლევას. ცნობილია, რომ დიდი ზომის გამოსახულებები უფრო ადვილად იკუმშება, რაც აიხსნება იმით, რომ გამოსახულების ზომის გადიდებისას მისი ინფორმაციული შედგენილობა იცვლება მნიშვნელოვნად.

მე-3 ნახაზზე მოცემულია PSNR-ს დამოკიდებულების გრაფიკი „Lena” გამოსახულების ფრაქტალური კოდირებისთვის. ზედა მრუდი შეესაბამება „Lena” გამოსახულების ზომას 512×512 პიქსელით, ხოლო ქვედა კი „Lena” გამოსახულების ზომას 256×256.





ნახ.3



ნახ.4

ნახ.3 შეესაბამება ფრაქტალური კოდირების შედეგებს, ხოლო ნახ.4 – ვეივლეტ კოდირების შედეგებს.

### 3. დასკვნა

ჩატარებული ცდების ანალიზის საფუძველზე შეიძლება გავაკეთოთ შემდეგი დასკვნა:

ვეივლეტ და ფრაქტალური ტექნოლოგიების შედარებამ, გამოსახულებათა კოდირების თვალსაზრისით, ცალსახად გვაჩვენა რომ შეკუმშვის პროცედურამ ფრაქტალური კოდირებისთვის მოგვცა უკეთესი შედეგი.

მაგალითად, კოდირების შედეგები ორივე მეთოდისთვის დამოკიდებულია გამოსახულების სახეობაზე. რაც უფრო მეტია კონტურების რაოდენობა, მით ცუდია აღდგენილი გამოსახულების ხარისხი. შედარების მეორე პარამეტრის სიჩქარის მიმართ შეიძლება ითქვას, რომ ფრაქტალური კოდირების რეალიზაციისთვის საჭიროა იმდენად დიდი დრო, რომ მათი კონკურენტუნარიანობა შეუძლებელია.

### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Shelukhin O.I. and others. (2003). Fractal processes in telecommunication. Moscow.: "Radiotekhnika" [in rus].
2. Kharatishvili N., Chkheidze I.M. (1996). Pyramid Image Coding. Moscow, "Radio I sviaz". [in rus].
3. Feder E. (1991). Fractals. Moscow."Mir". [in rus].
4. Steppen Welsteal. (2003) Fractal and Wavelet Image Compression Techniques. SPIE Optimal Engineering Press, VolTT40.

## COMPARATIVE ANALYSIS OF FRACTIONAL AND WAVELET TECHNOLOGIES IN COMPUTERIZED IMAGE ENCODING

Chkheidze Irina, Tomaradze Omar, Kurtanidze Gxxxxx, Murjikneli Gedevan

Georgian Technical University

### Summary

This article represents comparative studies of Wavelet and Fractal technologies. Based on the analysis of experiments, following conclusion can be made: Comparison of Wavelet and Fractal technologies in terms of image processing, has clearly shown that the compression procedure for Fractal encoding has given better results. For example, encoding results for both methods depend on the type of image. The higher the number of contours, the worse the image quality is. About second parameter of comparison – Speed, it should be said that Fractional encoding takes so long that it is impossible to compete. As for the third parameter of encoding - the effect of the image size on the compression ratio, the experiment confirmed the theoretical assumption: Increasing the image size for both methods results in an increase in the compression ratio approximately twice, when the size increases from  $256 \times 256$  to  $512 \times 512$ .

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ФРАКТАЛЬНЫХ И ВЕЙВЛЕТ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО КОДИРОВАНИЯ ИЗОБРАЖЕНИЙ

Чхеидзе И., Томарадзе О., Куртанидзе Г., Мурджикнели Г.

Грузинский Технический Университет

### Резюме

Проведены исследования Вейвлет и Фрактальных технологий. На основе анализа проведенных опытов можно сделать следующее заключение: сравнение Вейвлет и Фрактальных технологий с точки зрения кодирования изображений, однозначно показало, что процесс сжатия для фрактального кодирования дал лучшие результаты. Например, результаты кодирования для обеих методов зависят от вида изображения: чем больше число контуров, тем хуже качество восстановленного изображения. Для второго параметра сравнения – скорости кодирования можно сказать, что для реализации фрактального кодирования необходимо настолько больше времени, что их конкурентноспособность не сравнима. Что касается третьего параметра кодирования – влияние размера исследуемого изображения на коэффициент сжатия, эксперименты подтвердили теоретическое предположение: увеличение размера изображения для обоих методов увеличивает коэффициент сжатия вдвое, когда размер меняется от  $256 \times 256$ -ти до  $512 \times 512$ .

## კომპიუტერულ ქსელებში ხაზებზე დატვირთვების მოდელირება ერთი არაკრიტიკული ხაზის შემთხვევაში

რომან სამხარაძე<sup>1</sup>, ლია გაჩეჩილაძე<sup>1</sup>, მარინა ქურდაძე<sup>1</sup>,

მაია ქევხიშვილი<sup>1</sup>, სერგო მიქელაძე<sup>2</sup>

1-საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი,

2-სამცხე-ჯავახეთის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

შემუშავებულია კომპიუტერულ ქსელებში ხაზებზე დატვირთვების რეგულირების სისტემა. ის საშუალებას გვაძლევს მრავალრიცხოვანი ექსპერიმენტების საფუძველზე განვსაზღვროთ ქსელებს შორის მაკავშირებელი ხაზების დატვირთულობის კრიტიკული მახასიათებლები. მათი გათვალისწინებით მოდელირების პროცესი გვიჩვენებს თუ როგორ მიმდინარეობს ერთი ან მეტი კრიტიკული ხაზიდან ერთ არაკრიტიკულ ხაზზე პაკეტების გადატანის პროცესი ისე, რომ ადგილი არ ჰქონდეს პაკეტების დაყოვნებას ან მათ დაკარგვას. შემუშავებული მიდგომის დადებითი მხარეა ის, რომ კომპიუტერულ ქსელებში ადრეულ ეტაპზე ხდება მაქსიმალური დატვირთვის მქონე კრიტიკული ხაზების გამოვლენა და პაკეტების გადაგზავნა არაკრიტიკულ ხაზზე. ამის შედეგად მიიღწევა კრიტიკული ხაზების დროული განტვირთვა რაც, მკვეთრად ზრდის ქსელის მუშაობის ხარისხს.

**საკვანძო სიტყვები:** გამტარუნარიანობა. კრიტიკული ხაზი. არაკრიტიკული ხაზი. კომპიუტერული ქსელი, პაკეტი.

### 1. შესავალი

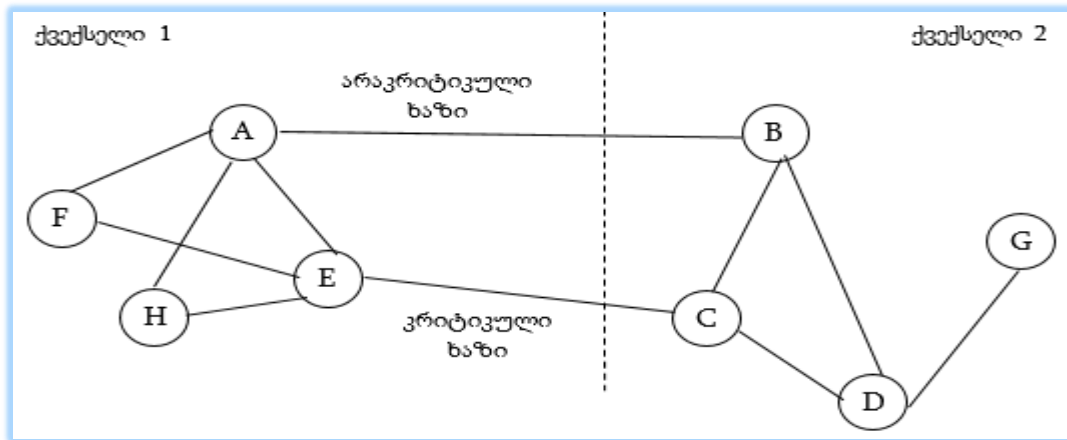
თანამედროვე კომპიუტერულ ქსელებში დატვირთვის განუწყვეტელი ცვლილება იწვევს სისტემის რხევებს ქვექსელების დამაკავშირებელ ხაზებზე [1-4]. რამდენიმე მაკავშირებელი ხაზიდან აირჩევა მინიმალური დატვირთვის მქონე, რომელზეც შესრულდება გადასაცემი პაკეტების გადაცემა. შედეგად, არჩეული ხაზის დატვირთვის დონე იზრდება. ასევე იზრდება ქსელის მუშაობის ეფექტურობაც. თუმცა, გარკვეული დროის შემდეგ ეს ხაზი ვეღარ შეძლებს პაკეტების გატარებას და ისინი სხვა ხაზზე გადაიგზავნება. გარკვეული დროის შემდეგ ეს ხაზი განიტვირთება და ისევ დაიწყებს პაკეტების მიღებასა და გატარებას [5-7]. ამ პროცესს გამუდმებით აქვს ადგილი, რაც მკვეთრად ზრდის სისტემის რხევებს. გამუდმებული რხევები კი მკვეთრად ამცირებს ქსელის მუშაობის ეფექტურობას.

### 2. ძირითადი ნაილი

კომპიუტერულ ქსელებში სისტემის რხევების შემცირების მიზნით შემუშავებულია ალგორითმების სიმრავლე. ექსპერტული შეფასების საფუძველზე განისაზღვრება ხაზის გამტარუნარიანობის კრიტიკული მნიშვნელობა [1,2,4].

**ალგორითმი 1.** ამ შემთხვევაში გვაქვს ერთი კრიტიკული და ერთი არაკრიტიკული ხაზი (ნახ..1). კრიტიკულია AB ხაზი, არაკრიტიკული კი - EC. აქ, გამომდინარე არაკრიტიკული ხაზის დატვირთულობიდან, შეიძლება შესაძლებელი იყოს პაკეტების გადაცემა არაკრიტიკული ხაზიდან კრიტიკულ ხაზზე. თუ ეს შესაძლებელია, მაშინ

შესრულდება პაკეტების გადაგზავნა. წინააღმდეგ შემთხვევაში, პაკეტები დაელოდება არაკრიტიკულ ხაზზე დატვირთვის შემცირებას.



ნახ.1. ორი ქვეყნული თითო კრიტიკული და არაკრიტიკული ხაზებით

ექსპერტული შეფასების საფუძველზე განისაზღვრება ხაზის გამტარუნარიანობის კრიტიკული მნიშვნელობა [3],  $K_{კრიტ.}$ . ის აიღება ხაზის მაქსიმალური გამტარუნარიანობის 80-90%-ის ტოლი. ეს პროცენტული მნიშვნელობა განისაზღვრა ექსპერიმენტული გზით. თუ ხაზის გამტარუნარიანობის მიმდინარე მნიშვნელობა  $K_{მიმდ.}$  ნაკლებია კრიტიკულ მნიშვნელობაზე,  $K_{მიმდ.} < K_{კრიტ.}$ , მაშინ ხაზი არაკრიტიკულია, წინააღმდეგ შემთხვევაში - კრიტიკული. არაკრიტიკული ხაზებიდან პაკეტების გადანაწილება შესრულდება არაკრიტიკულ ხაზებზე.

დავუშვათ, პარამეტრების მნიშვნელობების გამოთვლისას AB ხაზის (სურ. 1) მიმდინარე გამტარუნარიანობა აღმოჩნდა 7 კბ/წმ-ის ტოლი,  $K_{AB_{მიმდ.}} = 7$  კბ/წმ, ხოლო EC ხაზის მიმდინარე გამტარუნარიანობა კი - 27 კბ/წმ-ის ტოლი,  $K_{EC_{მიმდ.}} = 27$  კბ/წმ.

ცნობილია ამ ხაზების გამტარუნარიანობების მაქსიმალური მნიშვნელობები:

$$K_{AB_{მაქს.}} = 18 \text{ კბ/წმ,}$$

$$K_{EC_{მაქს.}} = 30 \text{ კბ/წმ.}$$

ექსპერტული შეფასების მიხედვით ორივე ხაზისთვის მაქსიმალური სასურველი გამტარუნარიანობის მნიშვნელობა სასურველია იყოს მაქსიმალური გამტარუნარიანობის 90%:  $K_{AB_{კრიტ.}} = K_{AB_{მაქს.}} \cdot 90/100 = 18 \cdot 90/100 = 16.2$  კბ/წმ,

$$K_{EC_{კრიტ.}} = K_{EC_{მაქს.}} \cdot 90/100 = 30 \cdot 90/100 = 27 \text{ კბ/წმ.}$$

როგორც ვხედავთ, AB ხაზი არაკრიტიკულია, რადგან  $K_{AB_{მიმდ.}} < K_{AB_{კრიტ.}}$ , EC ხაზი კი - კრიტიკული, რადგან  $K_{EC_{მიმდ.}} \geq K_{EC_{კრიტ.}}$ .

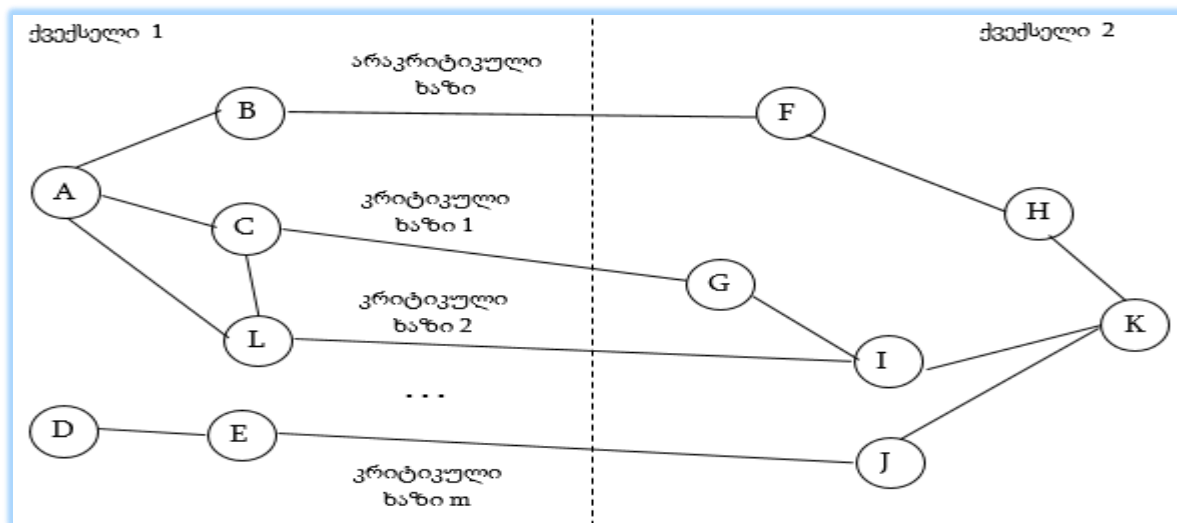
რადგან, EC ხაზის გამტარუნარიანობის მნიშვნელობა გაუტოლდა კრიტიკულ ზღვარს, ამიტომ ამ ხაზიდან პაკეტები უნდა გადავანაწილოთ AB ხაზზე ისე, რომ მივიღოთ შემდეგი მნიშვნელობები:

$$K_{EC_{მიმდ.}} = K_{EC_{მიმდ.}} - \min(K_{EC_{მიმდ.}}, K_{AB_{კრიტ.}} - K_{AB_{მიმდ.}}) = 27 - \min(27, 16.2 - 7) = 27 - 9.2 = 17.8 \text{ კბ/წმ.}$$

$$K_{AB_{მიმდ.}} = K_{AB_{მიმდ.}} + \min(K_{EC_{მიმდ.}}, K_{AB_{კრიტ.}} - K_{AB_{მიმდ.}}) = 7 + 9.2 = 16.2 \text{ კბ/წმ.}$$

მიიღება AB და AC ხაზების მიმდინარე გამტარუნარიანობების ახალი მნიშვნელობები. როგორც ვხედავთ, ორივე ხაზი არაკრიტიკული გახდა.

**ალგორითმი 2.** ამ შემთხვევაში გვაქვს ერთი არაკრიტიკული და  $m$  კრიტიკული ხაზი (ნახ.2). არაკრიტიკულია BF ხაზი, კრიტიკული კი - CG, LI და EJ. ამ სამი ხაზიდან ამოირჩევა CG და LI, რადგან ამ ორ ხაზზე შეიძლება პაკეტების გადაცემა A წვეროდან. EJ ხაზი განხილვიდან გამოირიცხება. ამის შემდეგ განისაზღვრება CG და LI ხაზებს შორის მაქსიმალური დატვირთვის მქონე,  $\max \{ CG, LI \}$ . მუშაობას იწყებს **ალგორითმი 1**. აქ შეიძლება ადგილი ჰქონდეს შემთხვევას, როცა ამ ერთ არაკრიტიკულ ხაზზე შესაძლებელი იყოს რამდენიმე არაკრიტიკული ხაზიდან პაკეტების გადაცემა. ან არაკრიტიკული ხაზის გამტარუნარიანობიდან გამომდინარე საერთოდ შეუძლებელი იყოს პაკეტების გადაცემა.



ნახ.2. ორი ქვესელო კრიტიკული  $m$  ხაზით და ერთი არაკრიტიკული ხაზით

### 3. დასკვნა

ამრიგად, სტატიაში შემოთავაზებულია კომპიუტერულ ქსელებში სისტემის რხევების შემცირების მეთოდოლოგია და შესაბამისი ალგორითმების სიმრავლე. ალგორითმები შემუშავებული იმ შემთხვევისთვის, როცა ქვესელები ერთმანეთთან დაკავშირებულია: ერთი არაკრიტიკული და ერთი ან მეტი კრიტიკული ხაზით. თავდაპირველად განისაზღვრება მაქსიმალური დატვირთვის მქონე კრიტიკული ხაზი. შემდეგ კი ამ ხაზიდან შესრულდება პაკეტების გადაგზავნა არაკრიტიკულ ხაზზე. ასეთი მიდგომა იწვევს გადატვირთული კრიტიკული ხაზის დროულ განტვირთვას და პაკეტების დაკარგვის თავიდან აცილებას.

### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Samkharadze R., Kobakhidze G. (2011). On one issue of solving the problem of system fluctuations in computer networks. *Internet and Society. Inso-2011. Fifth International Scientific-Practical Conference Kutaisi*, pp. 153-155, (in Georgian)
2. Samkharadze R., Kobakhidze G., Gachechiladze L. (2011). Method for reducing system fluctuations in computer networks. In *the World of Scientific Openings. Materials of the First Intern.Scientific and Practical Conf. (Sep.30,2011)*, pp. 134-136, (in Russian)
3. Tanenbaum E. (2003). *Computer networks. 4th ed.* - St. Petersburg : Piter, (in Russian)

4. Samkharadze R., Gachechiladze L, Kobakhidze G. (2017). Modeling the process of reducing system fluctuations in a computer network. Georgian Technical University. Proceedings. №1(503), pp. 63-68, (in Georgian)
5. Aivazov V., Samkharadze R. (2012). Available end-to-end throughput measurement tools, Transaction N2(13), Georgian Technical University, Tbilisi, pp.123-127. (In English)
6. Aivazov V., Samkharadze R. (2012). Identification of flows in the application based routing, Transactions N3(485), Georgian Technical University, Tbilisi, pp.62-66. (In English)
7. Doyle J., Carroll J. (2006). Routing TCP/IP. Vo.1, Second Edition, Cisco Press (In English).

## **MODELING OF LOADS ON LINES IN COMPUTER NETWORKS IN CASE OF ONE UNCRITICAL LINE**

Samkharadze Roman<sup>1</sup>, Gachechiladze Lia<sup>1</sup>, Kurdadze Marina<sup>1</sup>,  
Kevkhishvili Maya<sup>1</sup>, Mikeladze Sergo<sup>2</sup>  
1-Georgian Technical University,  
2-Samtskhe-Javakheti State University

### **Summary**

In article is developed a load management system in computer networks. It allows us to determine the critical load characteristics of connections between networks based on numerous experiments. Based on this, the simulation process illustrates the movement of packets from one or more critical lines to one non-critical line. As a result, packets are not delayed or lost. The advantage of the developed approach is that in the early stages critical lines with maximum load are detected and packets are redirected to a non-critical line. This will allow timely unloading of critical lines, which, in turn, significantly improves the network performance quality.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ НАГРУЗОК НА ЛИНИИ В КОМПЬЮТЕРНЫХ СЕТЯХ В СЛУЧАЕ ОДНОЙ НЕКРИТИЧЕСКОЙ ЛИНИИ**

Самхарадзе Р.<sup>1</sup>, Гачечиладзе Л.<sup>1</sup>, Курдадзе М.<sup>1</sup>,  
Кевхишвили М.<sup>1</sup>, Микеладзе С.<sup>2</sup>  
1-Грузинский Технический Университет,  
2-Самцхе-Джавახетский государственный университет

### **Резюме**

Разработана система управления нагрузками в компьютерных сетях. Она позволяет нам определять критические характеристики нагрузки соединений между сетями на основе многочисленных экспериментов. Исходя из этого, процесс моделирования иллюстрирует перемещение пакетов из одной или нескольких критических линий на одну некритическую линию. В результате пакеты не задерживаются и не теряются. Преимущество разработанного подхода заключается в том, что на ранних этапах выявляются критические линии с максимальной нагрузкой и пакеты перенаправляются на некритическую линию. Это позволит своевременно разгружать критические линии, что, в свою очередь, значительно повышает качество работы сети.

## უსადენო ქსელის კონცეფციები სამხედრო გამოყენებაში

ზურაბ წვერაიძე, გიორგი თევდორაშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია მობილური უსადენო ქსელის კონცეფციები სამხედრო გამოყენებაში. წარმოდგენილია მობილური უსადენო ქსელის საჭიროება განსაკუთრებული სიტუაციების დროს, ყურადღება გამახვილებულია სამხედრო ოპერაციებზე, რომელიც შესაძლებელია მიმდინარეობდეს მტრულ გარემოში, სადაც წინასწარ შეუძლებელია ინფრასტრუქტურის მოწყობა. გამომდინარე იქიდან, რომ ყოველ სამხედრო ოპერაციას წინ უძღვის სცენარი, რომლის მიხედვითაც შემდგომში ჩაფიქრებულია ოპერაციის განხორციელება, აღწერილია კონცეფციები, რომლებიც აუცილებელი განხილვის საკითხებია სცენარების შემუშავების დროს. აგრეთვე წარმოდგენილია საკითხები რომლებმაც სცენარის შერჩევის დროს მნიშვნელოვანი როლი უნდა შეასრულოს.

**საკვანძო სიტყვები:** სამხედრო ოპერაცია. ოპერაციის სცენარი. ქსელური ომი. მობილური უსადენო ქსელი.

### 1. შესავალი

ქსელური ომი (Network-centric warfare) ძირითადად დაკავშირებულია უკაბელო ქსელებთან. სამხედრო პერსონალი მაქსიმალურად დაინტერესებულია ზემოაღნიშნულით, რადგან მათ უნდა დაიცვან მობილური სამხედრო ქსელები შეღწევისა და თავდასხმებისგან. სამხედრო ოპერაციებში იზრდება მოთხოვნა უკაბელო ქსელურ კავშირზე, ცენტრალური მართვის ცენტრიდან, დაქვემდებარებულ სავსელე ქვედანაყოფებზე ინფორმაციის დაყვანის, ასევე მართვისა და კონტროლის უზრუნველსაყოფად. რადგანაც სამხედრო ქვედანაყოფები მაღალი მობილურობის ერთეულებია, მოითხოვს ქსელს რომელიც უნდა შეიქმნას და ჩამოყალიბდეს სიტუაციურ სტილში (მოთხოვნებზე მორგებული, არა შაბლონური). უფრო მეტიც, ვინაიდან მობილურობა და უსაფრთხოება კრიტიკული ფაქტორებია სამხედროებისთვის, დაცული მობილური უსადენო ქსელი არის განსაკუთრებული ყურადღების სფერო [1,2].

უსადენო მობილური ქსელის კონცეფციები, როგორცაა მობილურობა, ქსელის ზომა და მომსახურების ხარისხი, განუყოფელი ფაქტორებია კონკრეტული სცენარისთვის ქსელის დემონსტრაციის ფარგლებში. კონცეფციები ქსელის დიზაინის ვარაუდებია და ქსელში კავშირის მთლიანობა დამოკიდებულია ამ კონცეფციებზე და მათ შესაბამის პარამეტრებზე. სამხედრო სცენარები, რომლებშიც გამოყენებულია უსადენო ქსელები, უზრუნველყოფს ისეთ გარემოს, რომელიც აფართოვებს ქსელურ ჩართულობას. მობილურობა, ქსელის ზომა და ხარისხი მცირე ნაწილია ქსელის კონცეფციებში. დაცული მობილური უსადენო ქსელი უნდა შეიქმნას საიმედო, ადაპტირებადი მარშრუტიზაციით და მართვადი [3,4].

### 2. ძირითადი ნაწილი

#### 2.1. მობილურობა

მობილურობა აუცილებელი საჭიროებაა სამხედრო ოპერაციებისათვის. ქვედანაყოფები ღებულობს ამოცანებს, რომლებიც შესაძლოა იწყებოდეს ერთ კოორდინატზე და

სრულდებოდენ სხვაზე. გადაადგილებისას ძალებს ესაჭიროებათ ხმოვანი, საინფორმაციო და შესაძლოა, ვიდეო კავშირითაც უზრუნველყოფა. ყოველივე ამის გამო, მობილურობა ძირითადი საკითხია სამხედრო ქსელის დაგეგმარებისას. ქსელი უნდა იყოს ავტონომიური, თვითფორმირებადი, თვითაღდგენადი და მისი გამოყენება უნდა იყოს შესაძლებელი ნებისმიერ ადგილას ინფრასტრუქტურის მოწყობის გარეშე. ასე რომ, ქსელი უნდა იყოს მობილური და სიტუაციური.

## 2.2. ქსელის ზომა

ქსელის ზომა (დაფარვა) განისაზღვრება კვანძების რაოდენობით, დაფარვის არეალით ან ორივეთი ერთად. დაფარვის დიაპაზონი განისაზღვრება როგორც წრიული დაფარვის რადიუსი ან როგორც მაქსიმალური მანძილი, სადამდეც სიგნალი შეიძლება წავიდეს გონივრულ ფარგლებში. ამავე დროს გასათვალისწინებელია, რომ სიგნალის დიაპაზონი და დაფარვა არ არის ერთი და იგივე. მიმართული ანტენები უზრუნველყოფს სუსტ გასხივებას წრიულ რადიუსში, ყველა მიმართულებაზე, გარდა დიზაინით გათვალისწინებულისა. გონივრული მიღება ნიშნავს, მიმღებისთვის საკმარისი სიძლიერის სიგნალის მიწოდებას, რათა დაცული იქნას დასაშვები ცდომილების დონე.

დიაპაზონიც და დაფარვაც განისაზღვრება როგორც საზომი ერთეულები, საკმარისი სიგნალის სიძლიერისა სხვადასხვა გარემოსა და რელიეფზე. დიდი რაოდენობის კვანძებმა შეიძლება თავი მოიყაროს მართვის ცენტრთან ახლოს, ანდა მომოფანტული იყოს მართვის ცენტრიდან შორს. ორივე შემთხვევაში ქსელის ზომა (კვანძების რაოდენობა და დაშორება) ქსელის პროექტირების მთავარი ფაქტორია. თუ ქსელი გადატვირთულია აქტიური კვანძებით, გენერირებული ტრაფიკი ზღუდავს ქსელის ხელმისაწვდომობას ქსელის მოცულობის გადაჭარბებით, ხოლო თუ ქსელი განიცდის აქტიური კვანძების სიმცირეს, შესაძლებელია გონივრულ მანძილზე მეტად დაშორებული კვანძი დარჩეს რადიო-დაფარვის გარეთ, სიგნალის არასაკმარისი სიმძლავრის გამო.

## 2.3. მომსახურების ხარისხი

ქსელი არ შემოიფარგლება მხოლოდ ურთიერთკავშირით. ქსელის მომსახურების ხარისხი (QoS) არის უმნიშვნელოვანესი და ისაზღვრება გარკვეული პარამეტრებით. მომსახურების ხარისხი მოიცავს: შეფერხებას, მოცულობას, დაფარვასა და ბიტური ცდომილების სიხშირეს (BER). შეფერხების დიდი ნაწილი დამოკიდებულია უსადენო ქსელის დამუშავების სიმძლავრეზე და გამტარობაზე. მოცულობა ხდება პრობლემატური როდესაც დიდი რაოდენობის კვანძები ითხოვს ერთდროულად წვდომას შეზღუდული რაოდენობის რესურსებზე. დაფარვის მანძილი ხდება მნიშვნელოვანი როდესაც რომელიმე კვანძი იმყოფება დაფარვის რადიუსის გარეთ. როგორც წესი შეფერხება იზომება წამებში, მოცულობა ბიტებში, დაფარვა მეტრებში, ბიტური ცდომილების სიხშირე (BER) წარმოადგენს საკომუნიკაციო არხზე არსებულ ხმაურისა და ხელშეშლის საზომს, ის ასევე შეიძლება გამოყენებული იყოს როგორც კავშირის სისუფთავის და მთლიანობის საზომი.

## 2.4. უსაფრთხოება

ქსელის უსაფრთხოება ხასიათდება შემდეგი პარამეტრებით: აუთენტიფიკაცია, საიმედოობა, კონფიდენციალურობა, მონაცემთა მთლიანობა, ხელმისაწვდომობა. მთლიანობა შეიძლება შეფასდეს შეცდომების თვალსაზრისით, რომლებიც შემოტანილია



მონაცემებში. შეცდომების შემოწმებისა და შეცდომების შესწორების მეთოდებზე ყურადღება მახვილდება თუ მონაცემები გაყალბებულია ან გატეხილი. ხელმისაწვდომობა იზომება დროის ერთეულებით.

## 2.5. უხილავობა

უსადენო აპარატურის მიერ გამოსხივებული ელექტრომაგნიტური ენერჯის კონტროლი მნიშვნელოვანია სამხედრო საქმიანობაში, რათა თავიდან იქნას აცილებული აპარატურის ადგილმდებარეობის გამოვლენა. თვითონ გამოსხივება განიხილება როგორც მეორეხარისხოვანი პრობლემა, რადგან გამოსხივების გარეშე კავშირის დამყარება შეუძლებელია. თუმცა რიგ შემთხვევებში, გამომდინარე დავალების კვანძი შესაძლებელია გადავიდეს მარტო მიღების რეჟიმში და არ მოახდინოს გასხივება, გამომდინარე აქედან საკმაოდ რთულია აღნიშნული პროცესების მართვა. აღნიშნული ტექნოლოგიები სამწუხაროდ არ არის ხელმისაწვდომი. ერთადერთი, რაც ცნობილია საჯაროდ, ესაა ტექნოლოგია კოდური სახელით: **TEMPEST**. ის არის აშშ-ს ეროვნული უსაფრთხოების სააგენტოსა და NATO-ს მიერ გამოყენებული ტექნოლოგია, რომლის დროსაც ხდება დაკვირვება და მოწინააღმდეგის კვანძების გამოვლენა სიგნალის გასხივების, ვიბრაციის, ხმოვანი სიგნალის, ელექტრომაგნიტური სიგნალისა და ხმის მიხედვით. აღნიშნული ტექნოლოგია ასევე მოიცავს საკუთარი კვანძების დაცვას გამოვლენისგან (emission security - EMSEC).

## 2.6. სიმტკიცე-საიმედოობა

სამხედრო უსადენო ქსელმა უნდა უზრუნველყოს საკმარისი კავშირი მართვის კონტროლისა და კომუნიკაციებისთვის. მტრის ზეგავლენის შედეგად ქსელის კვანძები შეიძლება განადგურდეს ან მწყობრიდან გამოვიდეს. ჩახშობის მეთოდმა შეიძლება შეამციროს კავშირის შესაძლებლობა და ხარისხი. გარდა ამისა ქსელის მობილურობის გამო რთულია მისი მართვაც და ამავდროულად მონაცემთა გადაცემის ხარისხის უზრუნველყოფაც. სამხედრო დანიშნულების უსადენო მობილური ქსელი უნდა დაიგეგმოს იმგვარად რომ ქსელის კვანძებს შეეძლოთ ადაპტირება ცვალებად ვითარებაში უსაფრთხოებისა და მონაცემთა გადაცემის ხარისხის შენარჩუნებით.

## 2.7. ქსელის ადგილმდებარეობა

უსაფრთხო მობილური უსადენო ქსელი შეიძლება განთავსდეს მტრულ ან მეგობრულ ადგილზე, რათა მოხდეს კავშირის უზრუნველყოფა სტრატეგიული, ოპერატიული, ან ტაქტიკური მიზნებისათვის. ეს შეიძლება იყოს ხმელეთი ან საზღვაო გარემო. ხმელეთზე, შესაძლებელია იყოს შენობა-ნაგებობები, მჭიდროდ დასახლებული ტერიტორიები, მთები ან ტყის მასივები. საზღვაო გარემოში, წყლისა და ამინდის მდგომარეობა გათვალისწინებული უნდა იყოს ქსელის დიზაინისთვის.

## 3. დასკვნა

სცენარის გათამაშებამდე, ქსელის კონცეფციები უნდა გაანალიზდეს და შეფასდეს სცენარის დამუშავების(დიზაინის შექმნის) ფაზაში. კონკრეტული სცენარისთვის დაგეგმვის დროს როგორც წესი უნდა შემუშავდეს მინიმუმ ორი გეგმა იმისა თუ როგორ მოხდება სცენარში მონაწილე ძალებისა და საშუალებების კავშირით უზრუნველყოფა, განხილული უნდა იქნას ყველა საჭირო კონცეფცია. შემდგომ აუცილებელია აღნიშნული

გეგმების შედარება და უმნიშვნელოვანესია სელექციის პროცესი. შეფასების დროს განსახილველი საკითხებია:

- 1) ოპერაციის ადგილმდებარეობა;
- 2) ოპერაციაში შემავალი ძალები და საშუალებები;
- 3) ოპერაციისთვის საჭირო ინფორმაცია;
- 4) ქსელის კონცეფციები და უსაფრთხოების ზომები.

#### **ლიტერატურა – References – Литература:**

1. Blakeway S.J., Merabti M. (2010). Simulation Tools for use in Mobile Ad-hoc Networks. The 11th Annual Symposium on the Convergence of Telecommunications, Networking and Broadcasting.
2. Flood, M., Blakeway S.J. (2010). VANET: Vehicular Network Communications. The 11th Annual Symposium on the Convergence of Telecommunications, Networking and Broadcasting
3. Gundry S., Urrea E., Sahin C.S., Zou J., Uyar M.U. (2011). Formal convergence analysis for bio-inspired topology control in MANETs. 34th IEEE Sarnoff Symposium, vol., no., pp.1-5, 3-4
4. Blakeway S.J. (2015). An investigation of mobile ad-hoc network performance with cognitive attributes applied. Intrenet resource: [http://researchonline.ljmu.ac.uk/id/eprint/4336/1/158070\\_2015blakewayphd2.pdf](http://researchonline.ljmu.ac.uk/id/eprint/4336/1/158070_2015blakewayphd2.pdf)

### **WIRELESS NETWORK CONCEPTS IN MILITARY USE**

Tsveraidze Zurab, Tevdorashvili Giorgi  
Georgian Technical University

#### **Summary**

The article discusses the concepts of mobile wireless networking in military use, the need for mobile wireless networking in special situations, and focuses on military operations that can take place in a hostile environment where infrastructure is not possible in advance. Since Each military operation is based on preoperation scenario, discussed concepts which are essential considerations when developing scenarios. There are also issues that should play an important role in scenario selection.

### **КОНЦЕПЦИИ БЕСПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ В ВОЕННЫХ ЦЕЛЯХ**

Цвераидзе З. , Тевдорашиვი Г.  
Грузинский Технический Университет

#### **Резюме**

Обсуждаются концепции мобильных беспроводных сетей в военных целях, необходимость использования мобильных беспроводных сетей в особых ситуациях, а также рассматриваются военные действия, которые могут проводиться на враждебной территории, где создание инфраструктуры заранее невозможно. Поскольку каждая военная операция основана на сценарии, обсуждаются понятия, которые являются важными факторами при разработке сценариев. Есть также вопросы, которые должны играть важную роль в выборе сценария.

## საფრთხეები და თავდასხმები მობილურ უსადენო ქსელებში

ზურაბ წვერაიძე, გიორგი თევდორაშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია მობილური უსადენო ქსელის საფრთხეები და შესაძლო თავდასხმები. წარმოდგენილია თავდასხმის ტიპები, რომლებმაც შესაძლებელია ხელი შეუშალოს მობილური უსადენო ქსელის ფუნქციონირებასა და ქსელში არსებული ინფორმაციის უსაფრთხოებას. აღწერილია თავდასხმები, აგრეთვე მოცემულია მობილური უსადენო ქსელის დაგეგმვის დროს ის გასატარებელი საკითხები, რომლის დაცვის შემთხვევაში მოხდება თავდასხმის რისკების მაქსიმალურად შემცირდება.

### 1. შესავალი

უსადენო კავშირი ბოლო ათწლეულის განმავლობაში გახდა ადამიანებს შორის ურთიერთობის ჩვეულებრივი საშუალება ყოველდღიურ ცხოვრებაში. უსადენო საკომუნიკაციო სისტემები როგორც წესი დამოკიდებულია წინასწარ დაგეგმილ და დამონტაჟებულ საკომუნიკაციო სისტემებსა და შესაბამის ინფრასტრუქტურაზე. მობილური უსადენო ქსელი “AD HOC” არის ხელმისაწვდომი იქ სადაც არ არსებობს უსადენო კომუნიკაციისთვის საჭირო ინფრასტრუქტურა [1,2]. იგი შედგება მობილური კვანძებისაგან რომლებიც წარმოადგენენ როგორც ქსელის საბოლოო წერტილებს ასევე მარშრუტიზატორებს. თანამედროვე სამყაროში, ისე როგორც სადენიან ასევე უსადენო ქსელებში მყარად დამკვიდრდა ტერმენები: ინფორმაციული ომი, ინფორმაციული უსაფრთხოება, კიბერდანაშაული, კიბერშეტევა, კიბერუსაფრთხოება და შესაბამისი კანონმდებლობა. აღნიშნულიდან გამომდინარე საჭიროა სფეროს კვლევის გაღრმავება, პრობლემების გამოვლენა და მისი გადაჭრის გზების ძიება. თითოეული გადაჭრილი პრობლემა კი ნაბიჯ-ნაბიჯ აღმოფხვრის ქსელში არსებულ პრობლემებსა და გააუმჯობესებს მის უსაფრთხოებას [3,4].

### 2. ძირითადი ნაწილი: შეტევები და თავდასხმები

ძირითადად შეტევები იყოფა ორ კატეგორიად:

„პასიური“- როდესაც ჰაკერი უსმენს ქსელში მოგზაური ინფორმაცია და „აქტიური“- როდესაც ჰაკერი წყვეტს ქსელის ნორმალურ ფუნქციონირებას.

#### ➤ პასიური შეტევა (passive attack)

ამ დროს ხდება ქსელის დაუცველი ტრაფიკის მონიტორინგი იმისათვის, რომ იპოვონ და ამოიღონ პაროლები და ინფორმაცია, რომელიც შეიძლება გამოყენებული იყოს სხვა ტიპის შეტევების განსახორციელებლად [5].

პასიური შეტევები მოიცავს ტრაფიკის ანალიზს, არადაცული კომუნიკაციების მონიტორინგს, სუსტად დამიფრული ტრაფიკის დეშიფრაციასა და ისეთი აუტენტთიფიკაციის ინფორმაციის მიღებას, როგორცაა, მაგალითად, პაროლები ან ელექტრონული მისამართები. ქსელის ოპერაციების პასიური შეტევა მოწინააღმდეგეებს

საშუალებას აძლევს დაინახოს მომავალი ქმედებები. პასიური შეტევა იწვევს ინფორმაციის ან მონაცემთა ფაილების გამჟღავნებას მომხმარებლის თანხმობის ან ცოდნის გარეშე.

➤ *აქტიური შეტევა (active attack)*

აქტიური შეტევის დროს ჰაკერი ცდილობს დაცულ სისტემებზე შეტევას. ეს შეიძლება გაკეთდეს სტელსით, ვირუსებით, ჭიებით ან ტროას ცხენების გამოყენებით. ეს შეტევები მიმართულია ქსელის ხერხემალზე (backbone) და ცდილობს სატრანზიტო ინფორმაციის გამოყენებას ან მოახდინოს დისტანციური თავდასხმა ავტორიზებულ მომხმარებელზე. აქტიური შეტევა იწვევს მონაცემთა ფაილების გამჟღავნებას ან გავრცელებას, DoS-ის მატებას ან მონაცემების მოდიფიკაციის ცვლილებას.

➤ *განაწილებული შეტევა (distributed attack)*

განაწილებული შეტევის დროს ჰაკერმა უნდა შეთავაზოს სისტემას რაიმე კოდი, მაგალითად, Trojan horse-ს ან back-door პროგრამა, ისეთნაირად, რომ სისტემამ ჩაითვალოს ეს კოდი დაცულად და შემდგომ განაწილოს ის სხვა კომპანიებსა და მომხმარებლებს შორის. ასევე განაწილებული შეტევები ფოკუსირებს ტექნიკის ან სოფტის ზიანისმომტანი მოდიფიკაციის ქარხანაში ან დისტრიბიუციის დროს. ზიანისმომტანი კოდი შემდგომში გამოიყენება იმისათვის, რომ მიიღონ არავტორიზებული წვდომა ინფორმაციასთან ან სისტემურ ფუნქციებთან.

➤ *Insider-ით შეტევა*

insider-თა შეტევის დროს კომპანიის თანამშრომელი ახორციელებს შეტევას სისტემაზე. insider შეილება იყოს ზიანისმომტანი ან არა. ზიანისმომტანი insider შეგნებულად ისმენს, იპარავს ან აზიანებს ინფორმაციას, იყენებს მას არაკანონიერად ან ბლოკავს სხვა ავტორიზებულ მომხმარებლებს. არაზიანისმომტანი შეტევები ხშირად ხდება დაუდევრობის, არცოდნისა ან უსაფრთხოების გაუთვალისწინებლობის გამო დავალების შესრულების დროს.

➤ *Close-in Attack*

Close-in შეტევის დროს ჰაკერი ცდილობს ფიზიკურად მიუახლოვდეს ქსელის კომპონენტებს, მონაცემებსა და სისტემებს, რათა მეტი გაიგოს ქსელის შესახებ. ამ შეტევის დროს იგი უნდა მიუახლოვდეს სისტემებსა და data-ცენტრებს იმისათვის, რომ შეცვალოს, შეკრიბოს ან დაბლოკოს ინფორმაციაზე წვდომა.

➤ *სოციალური ინჟინერია*

ერთ-ერთი პოპულარული შეტევის გზა არის სოციალური ინჟინერია, რომლის დროს ჰაკერი ინფორმაციულ სისტემებთან წვდომას იღებს მოტყუებით პირადი ურთიერთობის დროს, ელექტრონული წერილებით ან ტელეფონურ საუბრებაში. სოციალური ინჟინერიის მთავარი იდეა მდგომარეობს იმაში, რომ ჩავსვათ ადამიანი ქსელის დარღვევის ციკლში და გამოვიყენოთ ის იარაღად.

ინფორმაცია რომელსაც მსხვერპლი გასცემს შეიძლება გამოყენებულ იყოს შემდგომი შეტევისთვის და სისტემაში შეღწევის ავტორიზაციის მიღებისათვის. მომხმარებელი ყოველთვის მოხსენიებულია, როგორც ყველაზე სუსტი ბმული ქსელის უსაფრთხოებაში.

➤ *fishing შეტევა*

ამ დროს ჰაკერი ქმნის ყალბ ვებ გვერდს, რომელიც გამოიყურება ზუსტად, როგორც რეალური პოპულარული საიტი, როგორც მაგალითად facebook-ის პირველი გვერდი. ამის შემდეგ ჰაკერი უგზავნის მომხმარებელს წერილს, რომელშიც არის ბმული ამ ყალბ გვერდზე. როდესაც user გადადის ამ საიტზე და შეიყვანს პირად ინფორმაციას, ჰაკერი მიიღებს წვდომას ამ ინფორმაციაზე და ეცდება გამოიყენოს რეალურ საიტზე.

➤ *სნიფინგ (Sniffing)*

ქსელური პაკეტების სნიფინგი არის ქსელში გამავალი მონაცემთა პაკეტების მოსმენა და აღება. სნიფერული პროგრამა მუშაობს ქსელის Ethernet დონეზე და იღებს მთლიან შემავალ და გამავალ ტრაფიკს. თუ Ethernet-ის პლატა ძებნის რეჟიმშია სნიფერის პროგრამა მიიღებს უფრო მეტ ინფორმაციას ტრაფიკიდან. სნიფერს, რომელიც დაყენებულია ქსელის ხერხემალ მოწყობილობაზე ან ქსელის აგრეგაციის წერტილზე, საშუალება აქვს ქსელის მთლიანი ტრაფიკის მონიტორინგის. სნიფერების უმრავლესობა არის პასიური, ისინი პასიურად უსმენენ მოწყობილობის ქსელურ ინტერფეისში შემავალ და გამავალ მონაცემების პაკეტებს. ინტერნეტში არსებობს მრავალი სნიფერული პროგრამა. მათგან უფრო დახვეწილი უფრო აქტიური შეტევის საშუალებას გვაძლევს. სნიფინგიდან ყველაზე საუკეთესო დაცვაა end-to-end ან user-to-user ტრაფიკის შიფრაცია.

➤ *გატაცების შეტევა (man-in-the-middle attacks)*

ეს ტექნიკა იყენებს TCP/IP პროტოკოლის არქიტექტურაში არსებულ სისუსტეებს. გატაცება ხდება, როდესაც ვიღაც ერევა და აკონტროლებს თქვენი კომუნიკაციის პროცესს. როდესაც კომპიუტერები ურთიერთობს ქსელის დაბალ დონეებზე, მათ შეიძლება ვერ დაადგინონ სწორად ვისთან ცვლიან მონაცემებს. თქვენ ფიქრობთ, რომ საუბრობთ ორიგინალურ პარტნიორთან, მაგრამ რეალობად ყველა პირად ინფორმაციას ხედავს ჰაკერი.

➤ *Denial-of-Service შეტევა (DoS)*

მომსახურებაზე უარის თქმის შეტევა არის სპეციალური ტიპის შეტევა, რომელიც მიზანად ისახავს დიდი საიტების გატეხვას. ამ ტიპის შეტევა ქსელში შექმნილია იმისთვის, რომ გამოიყვანოს ქსელი მწყობრიდან დიდი რაოდენობის უსარგებლო ტრაფიკის გამოგზავნით. მომსახურებაზე უარის თქმა ხდება მაშინ, როდესაც ისეთი სისტემა, როგორცაა ვებ სერვერი გადაივსება არალეგიტიმური მოთხოვნებით და ამით არ მისცემს მას საშუალებას ლეგიტიმურ მოთხოვნებს უპასუხოს.

➤ *Buffer overflow*

ბუფერის გადავსებაა, როდესაც ჰაკერი აგზავნის აპლიკაციაში უფრო მეტ მონაცემს, ვიდრე ის ელოდება. ბუფერის გადავსების შეტევა როგორც წესი, იწვევს სიტუაციას როდესაც თავდამსხმელი იძენს ადმინისტრაციულ უფლებებს shell-ზე.

➤ *Smurf შეტევა*

ამ შეტევის დროს თავდამსხმელი აგზავნის IP პინგის მოთხოვნებს მიმღებ საიტზე. ping პაკეტი აღნიშნავს, რომ ის მიმართულია რამდენიმე ჰოსტზე სისტემის შიგნით. პაკეტი ასევე აღნიშნავს, რომ ის არის მოთხოვნა რაიმე სხვა საიტიდან, რომელიც არის

მომსახურებაზე უარის თქმის შეტევის სამიზნე. შეტევის შედეგად სამიზნე საიტი მიიღებს დიდი რაოდენობის პასუხებს, რომლებსაც სწორად ვერ დაამუშავებს და თუ მიიღებს საკმარისად ბევრ პასუხს, ჰოსტი შეძილება გამოვიდეს მწყობრიდან და ვერ მიიღოს რეალური ტრაფიკი.

➤ *SYN floods*

როდესაც კომპიუტერი ამყარებს კავშირს სხვა კომპიუტერთან, როგორც წესი, სერვერთან ხდება TCP/SYN და TCP/ACK ინფორმაციის პაკეტების გაცვლა. კომპიუტერი, რომელიც ითხოვს კავშირს (კლიენტის ან მომხმარებელის კომპიუტერი), აგზავნის TCP/SYN პაკეტს, რომელიც უგზავნის დაკავშირების მოთხოვნას სერვერს. თუ სერვერი მზად არის კავშირის დასამყარებლად, ის უგზავნის TCP/SYN-ACK პაკეტს უკან კლიენტს პასუხით „დიახ, კავშირი შესაძლებელია“, არეზერვირებს ადგილს კავშირისათვის და ელოდება კლიენტის TCP/ACK პაკეტს.

SYN flood-ში კლიენტის მისამართი შეცვლილია ისე, რომ სერვერი უგზავნის კლიენტს TCP/SYN-ACK პაკეტს, მაგრამ მაგისი შეტყობინება არ არის მიღებული, რადგან კლიენტი არ არსებობს ან არ ელოდება რაიმე შეტყობინებას და აიგნორებს გამოგზავნილ პაკეტს. ეს ტოვებს სერვერს მკვდარი კავშირით, რომელიც დაზერვირებულია კლიენტის პასუხისთვის, რომელიც თავის მხრივ არასდროს არ მოვა.

როგორც წესი, ეს ოპერაცია გამოყენებულია ბევრჯერ იმისათვის, რომ სერვერმა დაარეზერვიროს ადგილი ყველა ამ კავშირისათვის და როდესაც არ დარჩება ადგილი კავშირის რეზერვირებისათვის, ლეგიტიმური კლიენტები ვერ დაამყარებენ ახალ კავშირებს.

➤ *Distributed-Denial-of-Service (DDoS)*

DDoS შეტევა ხდება, როდესაც რამდენიმე გატეხილი სისტემა ან რამდენიმე ჰაკერი ერთობლივად აკეთებს ბევრ მოთხოვნას სერვერზე და უაზრო ტრაფიკით ბლოკავს სერვისს. DDoS-ის დროს ჰაკერმა ჯერ უნდა მიიღოს წვდომა დიდი რაოდენობის ინტერნეტ ჰოსტებთან. ამის მერე ის აყენებს ამ ჰოსტებზე შემტევ პროგრამას, რომელიც მშვიდად ელოდება ბრძანებას control პროგრამიდან, რომელსაც აქვს საშუალება დაუკავშირდეს ყველა ჰოსტზე დაყენებულ პროგრამას, მიუთითოს შეტევის სამიზნე და ერთდროულად ამ სამიზნეზე გაუშვას შეტევა. შედეგად კოორდინებული შეტევა განსაკუთრებით ზიანისმომტანია, რადგან ერთდროულად მოდის ბევრი ჰოსტიდან. როუტერების აქვთ წვდომის ფილტრი, რითაც შეუძლიათ DoS შეტევის ფილტრაცია და ისიც მცირე მოცულობით, ამიტომ DDoS არის ერთ-ერთი ყველაზე მარტივი და პოპულარული შეტევის ტიპი.

➤ *Exploit შეტევა*

ამ შეტევის დროს ჰაკერმა იცის უსაფრთხოების პრობლემის შესახებ ოპერაციულ სისტემაში ან პროგრამულ უზრუნველყოფაში და ამ პრობლემის გამოყენებით „ტეხავს“ სისტემას. *ტროიანები* – ეს პროგრამები გამოიყურება როგორც ჩვეულებრივი პროგრამული უზრუნველყოფა, მაგრამ რეალურად ასრულებენ გაუთვალისწინებელ ან თავდამსხმელის ქმედებებს გაშვების დროს. დისტანციური მართვის spyware პროგრამები ძირითადად ამ ტიპისაა. trojan გამოყენების ტექნიკების რაოდენობა შეზღუდულია

მხოლოდ თავდამსხმელის ფანტაზიით. დავირუსებული ფაილი ჩანს, იგივე ზომის როგორც რეალური ფაილი. ერთადერთი ეფექტური დაცვა არის კრიპტოგრაფიული ჯამის ან ორობითი ციფრული ხელმოწერის დროული გამოყენება.

➤ *პაროლიანი შეტევა*

ამ შეტევის დროს ჰაკერი ცდილობს პაროლების გატეხვას, რომლებიც შენახულია ქსელის აკაუნტების მონაცემთა ბაზაში ან დაპაროლებულ ფაილში. არსებობს ამ შეტევის სამი ძირითადი ტიპი:

- ლექსიკონიანი შეტევა;
- brute-force შეტევა და
- ჰიბრიდული შეტევა.

➤ *SQL injection შეტევა*

injection-ს დროს ჰაკერი სვამს კოდს სერვერის მონაცემთა ბაზის SQL მოთხოვნაში. კოდი აფუჭებს საიტის რაიმე ველს, რომლის მანაცემები ჩაწერილი უნდა იყოს ბაზაში. წარმატებულ SQL injection-ს შეუძლია წაკითხოს მნიშვნელოვანი ინფორმაცია მონაცემთა ბაზიდან, შეცვალოს ბაზის მონაცემები, შეასრულოს ადმინისტრაციული ოპერაციები მონაცემთა ბაზაზე (მაგალითად DBMS-ის გათიშვა), გაიგოს DBMS ფაილური სისტემის ფაილების შინაარსი და ზოგიერთ შემთხვევაში შეასრულოს ბრძანებები ოპერაციულ სისტემაში.

### 3. დასკვნა

აღნიშნულიდან გამომდინარე ქსელს ემუქრება საკმაოდ ბევრი საფრთხე. საფრთხის აღმოფხვრის ერთ-ერთი გზაა პოზიტიური და პროცედურული დაგეგმვის ერთობლიობა.

➤ *პოზიტიური დეგეგმვა:*

აღნიშნული დაგეგმარებისას საჭიროა დეტალურად გაანალიზდეს ქსელის გეგმა, ქსელში საჭირო აპარატურის რაოდენობა, ხარისხი და მათი შესაძლებლობები. თეორიულ დონეზე და ასევე სიმულატორების გამოყენებით შემოწმდეს და გაანალიზდეს ქსელში შემავალი ტექნიკური საშუალებები. აგრეთვე ქსელის შექმნის შემდეგ ტესტირების მიზნით მოხდეს მასზე დაგეგმილი თავდასხმების განხორციელება.

➤ *პროცედურული დაგეგმვა:*

აღნიშნული დაგეგმარებისას საჭიროა შემუშავდეს უსაფრთხოების პროცედურები. დეტალურად გაიწეროს თუ ვინ როდის ერთვება ქსელში და რა მიზნით.

### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Lipman J., et al. (2003). Optimised Flooding in Ad hoc Networks. *Proc. Workshop on the Internet, Telecomm. and Signal Proc. (WITSP'03)*, Coolangatta, Australia.
2. Miller M.J., List W.D., Vaidya N.H. (2003). A Hybrid Network Implementation to Extend Infrastructure Reach. Univ. of Illinois at Urbana-Champaign. "UIUC Tech.Report. pp.1-12.
3. Royer E.M., Melliar-Smith P.M., Moser L.E. (2001). Department of Computer Science y Department of Electrical and Computer Engineering University of California, Santa Barbara. pp.1-5

4. Samar P., Wicker S.B. (2004). On the Behavior of Communication Links of a Node in a Multi-Hop Mobile Environment. School of Electrical and Computer Engineering Cornell University, Ithaca. pp.145-156

5. Tang S., Li W., Kim J. (2006). Modeling and Evaluation of Traffic Flow and Availability for Mobile Ad Hoc Networks. IEEE Wireless Communications and Networking Conference, WCNC. Las Vegas, NV, USA

## THREATS AND ATTACKS ON MOBILE WIRELESS NETWORKS

Tsveraidze Zurab, Tevdorashvili Giorgi  
Georgian Technical University

### Summary

The article discusses the dangers and possible attacks of mobile wireless networks, and types of attacks that may interfere with the functioning of mobile wireless networks and the security of information on the network. The attacks are described as well as a summary outlining the issues to be addressed when planning a mobile wireless network that will minimize the risks of attack.

## УГРОЗЫ И АТАКИ НА МОБИЛЬНЫЕ БЕСПРОВОДНЫЕ СЕТИ

Цвераидзе З., Тевдорашвили Г.  
Грузинский Технический Университет

### Резюме

Рассматриваются опасности и возможные атаки мобильных беспроводных сетей, а также типы атак, которые могут помешать функционированию мобильных беспроводных сетей и безопасности информации в сети. Описаны атаки, а также краткое изложение проблем, которые необходимо решить при планировании мобильной беспроводной сети, что минимизирует риски атак.



## ინფორმაციული ტექნოლოგიების პროექტირებაში კომპრომისული გადაწყვეტილების მიღება

ნოდარ ლომინაძე, გიორგი ბარკავა  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია ინფორმაციულ ტექნოლოგიებში გამოყენებული მეთოდები, რომლებიც ორიენტირებულია ისეთი სისტემური მახასიათებლების მიღწევაზე, როგორცაა მონაცემთა უცვლელია შენახვისა და გადაცემისას, სწრაფქმედება, სისტემისადმი წვდომადობა და სხვ. ნაჩვენებია, რომ ეს მეთოდები შეიძლება იყოს კონფლიქტური იმ გაგებით, რომ ერთი მეთოდის გამოყენება შეიძლება იწვევდეს რომელიმე სისტემური მაჩვენებლის გაუმჯობესებას, ხოლო მეორე იწვევდეს ამავე მაჩვენებლის გაუარესებას. ამგვარად, სისტემის პროექტირებისას უნდა გაკეთდეს კომპრომისული, რაციონალური არჩევანი კონფლიქტურ მეთოდებს შორის. მოყვანილია მაგალითები, როცა ამ მიდგომის დარღვევის პირობებში შესრულებულ იქნა მასშტაბური სამუშაოები, რომლებიც საბოლოო ტესტირების შემდეგ აღარ იქნენ რეკომენდებული პრაქტიკული გამოყენებისთვის.

**საკვანძო სიტყვები:** ინფორმაციული ტექნოლოგიები. კრიპტოგრაფია. ჰეშირება. პარალელური და დეცენტრალიზებული გამოთვლები. მონაცემთა შიფრაცია-დეშიფრაცია

### 1. შესავალი

ათეულობით წლების წინ, ცნობილმა მათემატიკოსმა და ინფორმატიკოსმა კლოდ შენონმა სისტემოტექნიკის ძირითადი მიზანი ჩამოაყალიბა, როგორც არასაიმედო ელემენტებიდან საიმედო სისტემის შექმნის ამოცანა. ეს მიზანი აქტუალურია დღესაც, ოღონდ უფრო გართულებული შინაარსით: თუ ადრე კვლევები ფოკუსირებული იყო ძირითადად ტექნიკურ სისტემებზე ხარისხის რამდენიმე მაჩვენებლით, დღეისათვის, როცა ინფორმაციულმა ტექნოლოგიებმა შეაღწიეს ადამიანთა საქმიანობის პრაქტიკულად ყველა სფეროში, შეუდარებლად მრავალფეროვანი გახდა მათდამი წაყენებული მოთხოვნები, რაც, როგორც წესი, კომპრომისულ გადაწყვეტილებათა მიღებას მოითხოვს [1].

დღეისათვის საყოველთაოდ აღიარებულია, რომ აბსოლუტურად საიმედო სისტემის შექმნა პრაქტიკულად შეუძლებელია. სტატისტიკურად დადგენილია, რომ თანამედროვე სისტემების შექმნა მოითხოვს საშუალოდ 500 ადამიანი/წელი მოცულობის სამუშაოს შესრულებას, რაც დაკავშირებულია ასობით მილიონით ფინანსირებასთან. გარდა ამისა, ინფორმაციული ტექნოლოგიების დამმუშავებელი ორგანიზაციები მუშაობენ კონკურენციის პირობებში და კონკურენცია მათ აიძულებს ალფა და ბეტა ტესტირების შემდეგ გაავრცელონ თავიანთი პროდუქტები იმ იმედით, რომ სისტემაში ჩარჩენილ შეცდომებს და სისუსტეებს აღმოაჩენენ და გაასწორებენ სისტემის მომხმარებელთან მუშობის პროცესში. ამავე დროს, ხდება სისტემის ახალი ვერსიების დამუშავება და გავრცელება, რის შედეგადაც წინამორბედი ვერსიები თანდათანობით წყვეტენ არსებობას მასში საბოლოოდ ჩარჩენილ შეცდომებთან და სისუსტეებთან ერთად.

თანამედროვე ტექნოლოგიების საიმედოობაზე გავლენას ახდენს როგორც ბუნებრივი მოვლენებით გამოწვეული ხელშეშლები, ისე სხვადასხვა სახის აქტიური, ჰაკერული შეტევები. სათანადოდ, შემუშავებულ იქნა მონაცემთა დაცვის მრავალფეროვანი მეთოდები, რომელთა გამოყენება გავლენას ახდენს სისტემის ფუნქციონირების ხარისხის მაჩვენებლებზე [4].

## 2. ძირითადი ნაწილი

ქვემოთ განხილულია კომპრომისულ გადაწყვეტილებათა მიღების მაგალითები როგორც კომპიუტერისა და კომპიუტერული ქსელის (Ethernet, Internet), ისე ინტერნეტში განლაგებული გამოყენებითი სისტემების სფეროებდან.

ინფორმაციული ტექნოლოგიების საიმედოობის ერთ-ერთ ძირითადი პირობაა მონაცემთა მთლიანობა (Data Integrity) როგორც მისი შენახვის, ისე გადაცემისას. როგორც ცნობილია, კომპიუტერულ მოწყობილობებში მონაცემების შენახვა და გადაცემა ხორციელდება სხვადასხვა ფიზიკური მოვლენების გამოყენებით, რომელზედაც შეიძლება გავლენას ახდენდეს სხვა ხელშეშლელი ფიზიკური მოვლენები.

მაგალითად, პერსონალური კომპიუტერის ერთ-ერთ ძირითად ნაწილს წარმოადგენს ოპერატიული მეხსიერება, რომელშიც, მაღალი ინტეგრაციის გამო, დროდადრო წარმოიქმნება ბიტური შეცდომები, რაც, როგორც წესი, იწვევს კომპიუტერის მუშაობის შეწყვეტას.

მდგომარეობის გაუმჯობესების მიზნით გამოიყენება ე.წ. ჰემინგის კოდი (Hamming Encoding), რომელიც საშუალებას იძლევა აღმოჩენილ და ავტომატურად გასწორებულ იქნას წარმოქმნილი ბიტური შეცდომა. ამ მეთოდის გამოყენება ართულებს (აძვირებს) მეხსიერების მოდულს და პერსონალური კომპიუტერის ფასის დაწვევის მიზნით მიიღება კომპრომისული გადაწყვეტილება: მეხსიერების ნაწილი განხორციელებულია დინამიური მოდულებით (შეცდომის გასწორების გარეშე), ხოლო მეორე (Cache მეხსიერება) ნაწილი შეცდომის აღმოჩენისა და ავტომატურად გასწორების მოდულებით [1].

რაც შეეხება კომპიუტერის გარე მოწყობილობებს, მაგნიტური დისკოსთვის გამოიყენება სქემა შეცდომის აღმოჩენით და განმეორებით გადაცემით, ხოლო კომპაქტდისკოებისთვის გამოიყენება შეცდომის აღმოჩენისა და ავტომატურად გასწორების მრავალსაფეხურიანი ალგორითმი: ჰემინგის კოდი ბაიტებისთვის, ხოლო რიდ-სოლომონის (Reed-Solomon Encoding) კოდირება ბაიტების ბლოკებისთვის [3]. რაც შეეხება კომპიუტერულ ქსელს, აქ ხორციელდება დეიტაგრამების (Datagramme) გადაცემის სისწორის კონტროლი საკონტროლო ჯამების (Checksum) გამოყენებით [1].

გაცილებით მრავალფეროვანია მონაცემთა დაცვის მეთოდები, რომლებიც მიმართულია მონაცემებზე აქტიური, ჰაკერული შეტევების საწინააღმდეგოდ.

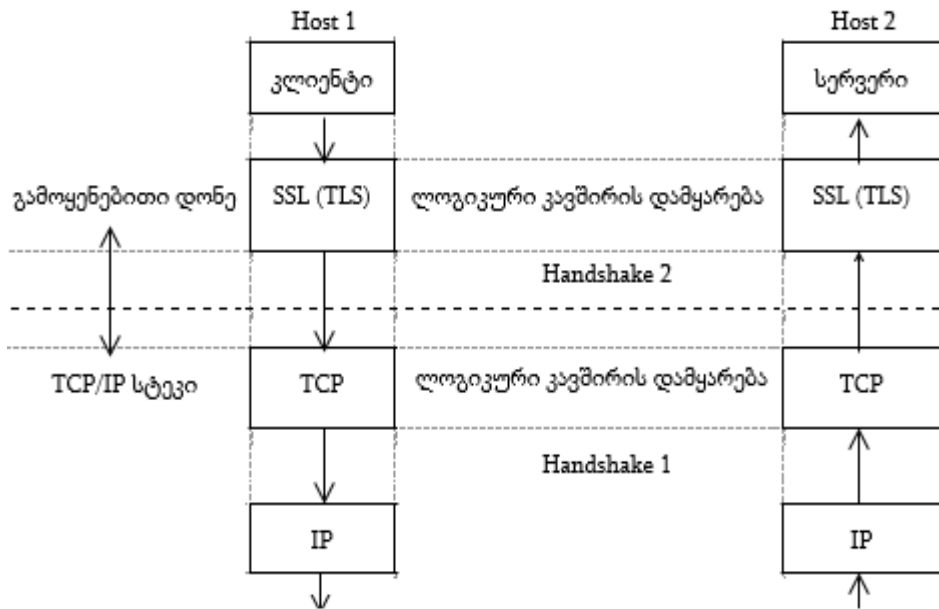
ერთ-ერთი ასეთი მიმართულებაა კრიპტოლოგია, რომელშიაც ორი ძირითადი ქვემიმართულებაა: *კრიპტოგრაფია*, რაც შეისწავლის კომპიუტერსა და კომპიუტერულ ქსელებში მონაცემთა საიდუმლოების დაცვის მეთოდების დამუშავებას კოდირების მეთოდების გამოყენების გზით და *კრიპტოანალიტიკა*, რომელიც ორიენტირებულია კოდირების მეთოდებში სისუსტეების აღმოჩენასა და ხშირად მათ მავნე გამოყენებაზე. ორივე ეს მიმართულება პარალელურად ვითარდება და შეიძლება ითქვას, რომ კრიპტოლოგია არის მეცნიერება და ხელოვნება კოდების შექმნისა და მათი გატეხვის

შესახებ. მონაცემების შიფრაცია-დეშიფრაციისთვის დამუშავებულია ორი ძირითადი მეთოდი: სიმეტრიული და ასიმეტრიული. სიმეტრიული დაშიფრვის მეთოდის გამოყენების შემთხვევაში როგორც მონაცემების შიფრაცია, ისე დეშიფრაცია წარმოებს ერთი გასაღების გამოყენებით, რომელიც შეიძლება იყოს როგორც მრავალჯერადი გამოყენების (მისი საიდუმლოდ შენახვის შემთხვევაში), ისე ერთჯერადი გამოყენების (დიფი-ჰელმანის ალგორითმის გამოყენებით) [3]. სიმეტრიული გასაღების ძირითადი ნაკლია ის, რომ იგი ვერ უზრუნველყოფს მონაცემის გამგზავნის ან მიმღების მხრიდან ტრანზაქციაში მონაწილეობის უარყოფის შეუძლებლობას (non-repudiation), რაც მნიშვნელოვანია სასამართლო დავის წარმოქმნის შემთხვევაში. რაც შეეხება შიფრაცია-დეშიფრაციის ასიმეტრიულ მეთოდებს ღია და დახურული გასაღებებით, როგორცაა მაგალითად RSA და ელიპტიკურ ფუნქციებზე დფუნდებული კრიპტოგრაფია, ისინი უფრო საიმედოა არიან, მაგრამ მათი გამოყენება მოითხოვს გასაღების გამოყენებისათვის აუცილებელი ინფრასტრუქტურის შექმნას.

მონაცემთა შიფრაცია-დეშიფრაცია მოითხოვს დამატებითი გამოთვლების შესრულებას, როგორც მონაცემთა გამგზავნ, ისე მიმღებ კომპიუტერებში, რაც ანელებს მონაცემის გადაგზავნის პროცესს და, გარდა ამისა, რადგანაც საჭირო ხდება ჰოსტებს შორის დამატებითი ურთიერთობის განხორციელება შიფრაცია-დეშიფრაციის მეთოდისა და გასაღების დადგენის მიზნით, ხდება ქსელში ტრაფიკის ზრდა. ამიტომ, საჭიროა შეფასდეს კრიპტოგრაფიული მეთოდების გამოყენების მიზანშეწონილობა. ამგვარი მიდგომის მაგალითია SNMP (Simple Network Management Protocol) პროტოკოლზე დაფუძნებული კომპიუტერული ქსელის მონიტორინგის და მართვის სისტემების დამუშავების ისტორია [1]. თავიდან სპეციალისტებმა ჩათვალეს, რომ კარგი იქნებოდა, თუ ქსელურ კომპიუტერებსა და სისტემური ადმინისტრატორის კომპიუტერს შორის მონაცემების გაცვლა მოხდებოდა დაშიფრული სახით. შემდგომში, ქსელში კომპიუტერთა რაოდენობის ზრდასთან ერთად, აღმოჩნდა, რომ ამგვარი მიდგომა იწვევდა ქსელის გადატვირთვას და, ამავე დროს, ქსელში დაუშიფრავი სამართავი მონაცემების გადაცემა საკმაოდ უხიფათო იყო. შედეგად, პროტოკოლის ახალი ვერსიის დამუშავებისას, მისგან ამოღებულ იქნა კრიპტოგრაფიული მეთოდების გამოყენების შესაძლებლობა [1].

დღეისათვის web-ში, კლიენტ-სერვერულ ურთიერთქმედებაში, გამოიყენება ორი ძირითადი პროტოკოლი HTTP და HTTPS (HTTP secure). HTTP-ის გამოყენების შემთხვევაში კლიენტსა და სერვერს შორის მონაცემების გაცვლა ხდება მათი დაშიფრვის გარეშე. რაც შეეხება HTTPS, აქ ხდება გადასაცემი მონაცემების დაშიფრვა, როგორც ეს 1-ელ ნახაზზეა ნაჩვენები. ამან გამოიწვია გამოყენებითი დონის პროტოკოლებს და TCP/IP პროტოკოლებს შორის შუალედური, დამატებითი შრის წარმოქმნა. დღეისათვის გავრცელებულია SSL (Secure Socket Layer) და მისი მომდევნო ვერსია TLS (Transport Layer Security) [3]. თუ HTTP შემთხვევაში ურთიერთქმედების სენსისათვის საკმარისი იყო ერთი ლოგიკური კავშირის (Handshake 1) დამყარება ჰოსტების TCP პროტოკოლებს შორის, HTTPS-ის შემთხვევაში ხდება კიდევ მეორე ლოგიკური კავშირის დამყარება SSL დონეებს შორის (Handshake 2), რაც სპეციალურ დიალოგს მოითხოვს დაშიფრვის მეთოდისა და გასაღების დადგენის მიზნით. ეს, ცხადია, ანელებს მონაცემების გადაგზავნის პროცესს და ზრდის ქსელის ტრაფიკს. ამიტომ, SSL პროტოკოლის

გამოყენების მიზანშეწონილობის განხილვისას უნდა მიღებულ იქნას კომპრომისული გადაწყვეტილება უსაფრთხოების გაძლიერებასა და ქსელის დატვირთვის გაზრდას შორის. აგრეთვე, უნდა აღინიშნოს, რომ დამუშავებულ იქნა ინტერნეტში ქსელური დონის უსაფრთხოების სტანდარტი (IP - security), მაგრამ ინტერნეტში მონაცემთა გადაცემის აპარატურული უზრუნველყოფის გაუმჯობესების პირობებში, ამან ვერ ჰპოვა სათანადო გამოყენება.

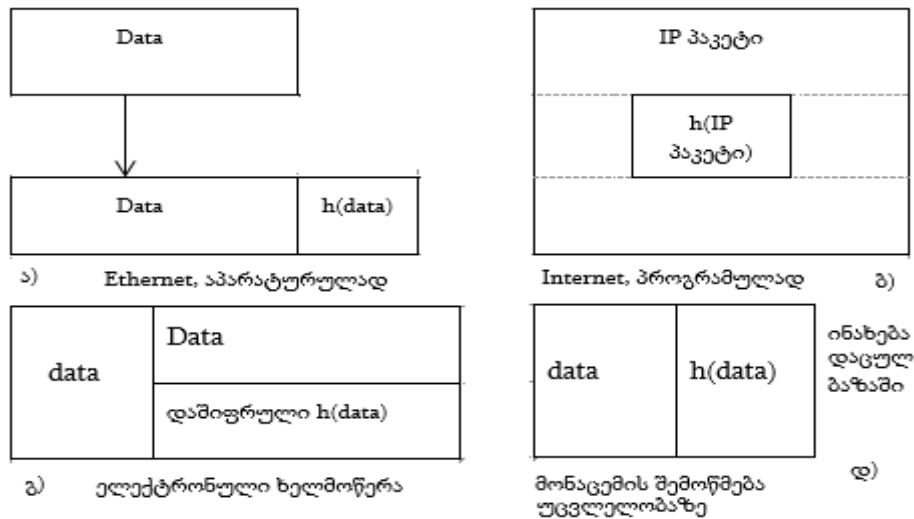


ნახ.1. საიდუმლოების დაცვა Web-ში

კრიპტოლოგიის მეორე ქვემიმართულებაში, კერძოდ, მონაცემთა შენახვისა და გადაცემის კონტროლში მნიშვნელოვანია ჰეშ (Hash) ფუნქციების გამოყენება. ისინი, თავისთავად, კრიპტოგრაფიულ მეთოდებთან შედარებით ნაკლებ საიმედოობას უზრუნველყოფს, მაგრამ, დიდი სწრაფქმედებით გამოირჩევა და სხვა მეთოდებთან კომბინაციაში დაცულობის მაღალი დონის მიღწევის საშუალებას ქმნის. მონაცემის ჰეში, ფაქტობრივად, მისი „თითის ანაბეჭდია“ და ჰეშ-ფუნქცია ნებისმიერი ზომის მონაცემს სტანდარტული ზომის ჰეშს შეუფარდებს. მაგალითად, კარგად ცნობილი ჰეშ-ფუნქცია SHA256 (Secure Hash Algorithm) მონაცემს უფარდებს 256 ბიტის ჰეშს.

მე-2 ნახაზზე ნაჩვენებია მონაცემის ჰეშის გამოყენების რამდენიმე ვარიანტი, რომლებიც განსხვავებული მაჩვენებლებით ხასიათდება.

ა) ასახავს მონაცემთა გადაცემის კონტროლის მეთოდს, რომელიც ძირითადად გამოიყენება ლოკალურ ქსელებში, თუმცა შეიძლება გამოყენებულ იქნას სხვა აპლიკაციებშიც. მაგალითად, Ethernet ქსელში data ფრეიმია, ხოლო  $h(data)$  ჰეში, რომელიც ლიტერატურაში ცნობილია აგრეთვე როგორც CRC (Cyclic Redundancy Code) მეთოდი. მისი გამოთვლა დაფუძნებულია Xor არითმეტიკაზე და ხორციელდება აპარატურულად ქსელურ ადაპტერში. ეს საკმაოდ კარგი კონტროლის მეთოდია და შეცდომის აღმოჩენის დროს გამოიყენება შეცდომის გასწორება განმეორებითი გადაცემის გზით.



**ნახ.2. ჰეშირების გამოყენების ვარიანტები: data - ზოგადი სახის მონაცემია, h - ჰეშ-ფუნქციაა, ხოლო h(data) მონაცემის ჰეში**

ბ) გვიჩვენებს მონაცემთა გადაცემის კონტროლის მეთოდს, რომელიც გამოიყენება გლობალურ ქსელში Internet. აქ კონტროლი ხორციელდება პაკეტების (დატაგრამების) დონეზე. პაკეტი შეიცავს ველს, რომელშიც გაგზავნიას ჩაიწერება h(IP) როგორც მაკონტროლებელი მონაცემი. პაკეტის ჰეშის გამოთვლა ხდება პროგრამულად და მას სხვანაირად საკონტროლო ჯამს (Checksum) უწოდებენ. რადგანაც ინტერნეტში მონაცემთა გადაცემის მაღალი საიმედოობა მოითხოვება და CheckSum ამას ვერ უზრუნველყოფს, შეცდომების აღმოჩენა და საბოლოო გასწორება მიიღწევა IP და TCP პროტოკოლების ერთობლივი ურთიერთქმედებით.

გ) გვიჩვენებს ელექტრონული ხელმოწერის განხორციელების მაგალითს, როცა ერთდროულად გამოიყენება ჰეშირებისა და კრიპტოგრაფიული მეთოდები. ხდება ღია (არა-საიდუმლო) data მონაცემის გადაგზავნა, მიზანია მისი ავტორის ავთენტურობის დადგენა.

დ) ასახავს შემთხვევას, როცა მიზანია მონაცემის უცვლელობის (Data Integrity) უზრუნველყოფა მხოლოდ ჰეშ-ფუნქციის გამოყენებისა და დამატებითი ღონისძიებების განხორციელებით. თუ მაგალითად მიზანია file ფაილის უცვლელობის შემოწმება, უნდა გამოვთვალოთ h(file) და მიღებული ჰეში შევინახოთ საიმედოდ დაცულ ადგილზე. შემოწმებისას გამოვთვლით ფაილის ჰეშს, ვადარებთ მას დამახსოვრებულ, ადრე გამოთვლილ ჰეშს. მათი ტოლობა მიუთითებს, რომ ფაილის უცვლელობის მოთხოვნა დაცულია.

იტ-ების პროექტირებაში სისტემის შემადგენელი ელემენტების მახასიათებლების გათვალისწინების მნიშვნელოვან მაგალითია Hadoop სისტემა, რომელიც შეიქმნა Google-კორპორაციის მიერ, შემდეგ განავითარა Apache Foundation კორპორაციაში და ცნობილია როგორც Apache Hadoop [2]. ეს სისტემა ხასიათდება შემდეგი მახასიათებლებით:

- იგი განკუთვნილია არასტრუქტურირებული, ძირითადად ტექსტური მონაცემების დასამუშავებლად, რომელთა ზომა განისაზღვრება ტერა- და პეტაბაიტებით;
- მონაცემი იყოფა 64MB ან 128MB ზომის ერთეულებად და მუშავდება პარალელურად;

– მონაცემების დასამუშავებლად გამოიყენება ჩვეულებრივი (Laptop, Desktop) სამომხმარებლო კომპიუტერებისგან შემდგარი ერთრანგიანი (Peer-to-Peer) კლასტერული ქსელი, რომელშიც შეიძლება გაერთიანებულ იქნას ასობით და ათასობით კომპიუტერი კვანძების სახით;

– რამდენადაც ამგვარ პირობებში პერსონალური კომპიუტერი არ ითვლება საიმედო ელემენტად, სისტემის საიმედოობის უზრუნველსაყოფად მონაცემთა ერთიდაიმავე ბლოკის დასამუშავებლად გამოიყოფა (პარალელდება) სამი კომპიუტერი;

– კლასტერში ტრაფიკის შემცირების მიზნით ხდება დამუშავებელი პროგრამის გადაადგილება იმ კომპიუტერზე, სადაც ინახება მონაცემი;

– ტრაფიკის შემცირებას ემსახურება ისიც, რომ მონაცემთა განაწილებისას მხედველობაში მიიღება კომპიუტერების შემცველი კარადების (Rack) ურთიერთგანლაგება.

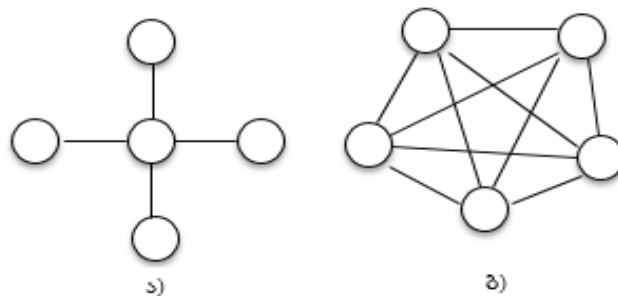
ზემოჩამოთვლილი თვისებები გვიჩვენებს, თუ რამდენი ორიგინალური და კომპრომისული გადაწყვეტილება იქნა მიღებული ამ სისტემის დამუშავების პროცესში, რაც ძირითადად განპირობებულია მონაცემთა ზომით.

ინფორმაციული ტექნოლოგიების კიდევ ერთი მაგალითია დეცენტრალიზებული გამოთვლები, რომელიც პროექტით მიმართულია სისტემაზე განაწილებული შეტევების (Distributed Denial of Service, DDoS) იმდენად გართულებაზე, რომ ამგვარი შეტევა ჰაკერისა თუ ჰაკერების ჯგუფისათვის (Botnet) პრაქტიკულად უაზრო ხდება.

მე-3 ნახაზზე ნაჩვენებია ძირითადი განსხვავება ცენტრალიზებულ და დეცენტრალიზებულ გამოთვლებს შორის.

ა) გვიჩვენებს ქსელს ერთი ცენტრალური და რამდენიმე პერიფერიული კომპიუტერით, როგორც ეს დამახასიათებელია ბანკისათვის ფილიალების გარეშე. ტრანზაქციები ხორციელდება ცენტრალურ კვანძში და ფიქსირდება ამ კომპიუტერში არსებულ სარეგისტრაციო ჟურნალში (Ledger);

ბ) გვიჩვენებს ინტერნეტში განლაგებულ ერთრანგიან (Peer-to-Peer) ქსელს, სადაც თითოეული კომპიუტერი ასრულებს როგორც კლიენტის, ისე სერვერის როლს და თითოეულ მათგანს აქვს სარეგისტრაციო ჟურნალი. ნებისმიერ კვანძში წარმოქმნილი ტრანზაქციის შესახებ მონაცემი გადაეცემა ყველა დანარჩენ კვანძს და რეგისტრირდება მთელ ქსელში. ამგვარად, კვანძებს იდენტური (თეორიულად) სარეგისტრაციო ჟურნალი აქვს და ყველა ტრანზაქცია ფიქსირდება ყველა ჟურნალში, რაც მნიშვნელოვნად ართულებს ჰაკერულ შეტევას.



ნახ.3. ცენტრალიზებული და დეცენტრალიზებული გამოთვლები

დეცენტრალიზებული გამოთვლების შეთხვევაში წარმოიქმნება პრობლემები, რომელთაც ალტერნატიული გადაწყვეტილებები შეიძლება მოეძებნოს.

მაგალითად, როგორ შეიძლება თითოეული კვანძი დაუკავშირდეს თითოეულ დანარჩენს ისე, რომ ქსელის ტრაფიკით გადატვირთვა არ მოხდეს, რა გავლენა ექნება ქსელის ფუნქციონირებაზე თუ ზოგიერთი კვანძი გამორთული იქნება ან არასწორად იმუშავებს, კვანძებმა როგორ უნდა ჩაატარონ კენჭისყრა ტრანზაქციის დასაშვებობის შესახებ და ბევრი სხვ. თუ რამდენად მრავალფეროვანია ამ მიმართულებით არსებული ვარიანტები, საკმარისია აღინიშნოს, რომ მსოფლიოში განხორციელდა 4000-ზე მეტი ბლოკჩეინზე (Block Chain) დაფუძნებული პროექტი, როგორცაა, მაგალითად Bitcoin და Ethereum, ხოლო ამჟამად ვითარდება ვირტუალურ კენჭისყრაზე დაფუძნებული სისტემა Hedera Hashgraph [4].

### 3. დასკვნა

ზემომოყვანილი მაგალითები მიუთითებს, რომ ინფორმაციულ ტექნოლოგიებში გამოყენებული მეთოდები გავლენას ახდენს ისეთ განზოგადოებულ სისტემურ მახასიათებლებზე, როგორცაა საიმედოობა, სისტემისადმი წვდომადობა, ზოგიერთი სახეობის ჰაკერული შეტევისადმი მდგრადობა და სხვ.

სისტემების აგების ტრადიციული მიდგომები მოითხოვდა, რომ სისტემას უნდა ემუშავა სწორად, ხოლო რაც შეეხება მის მახასიათებლებს, ისინი იქნებოდა ისეთი, როგორც პრაქტიკულად გამოვიდოდა. ეს, როგორც წესი, გამოსახებოდა სისტემის სხვადასხვა მიმართულებებით ნაკლებ ეფექტურობაში.

დღეისათვის თანდათანობით ინერგება მიდგომა, როცა წინასწარ უნდა განისაზღვროს მახასიათებლები, რომლებიც სისტემას საბოლოოდ უნდა გააჩნდეს. ამ მიზნის მიღწევის ძირითადი გზაა პროექტირების საწყის ეტაპზე სხვადასხვა დანიშნულების მოდელების გამოყენება ვარიანტების წარმოქმნის, მათი შეფასების და საუკეთესოს არჩევის მიზნით.

### ლიტერატურა - References - Литература:

1. Stallings W. (2019). Data and Computer Communications, Prentice-Hall International. Inc. USA. Internet resource: [https://clastor.com/wp-content/uploads/2019/02/Data.And\\_.Computer.Communications.8e.WilliamStallings.pdf](https://clastor.com/wp-content/uploads/2019/02/Data.And_.Computer.Communications.8e.WilliamStallings.pdf)
2. Hadoop.Apache . Internet resource: [HTTPS://Hadoop.Apache.org/](https://Hadoop.Apache.org/)
3. Tanenbaum E. (2003). Computer Networks. 4th Edition, Peter. (in Russian)
4. Internet resource: [HTTPS://www.hedera.org](https://www.hedera.org)

## COMPROMISING DECISION MAKING IN INFORMATION TECHNOLOGY DESIGN

Lominadze Nodar, Barkava George  
Georgian Technical University

### Summary

The paper discusses the methods used in information technologies and aimed at achieving such system characteristics as data integrity, secrecy system accessibility and others. It is shown that these methods may be conflicting when use of one method improves some system characteristic and use of another method worsens the same system characteristic. In general, when designing an information technology some compromise must be found between possibly conflicting methods. Examples of costly projects are given when designed systems after final testing were not recommended for application.

## КОМПРОМИССНОЕ ПРИНЯТИЕ РЕШЕНИЙ В ОБЛАСТИ ДИЗАЙНА ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Ломинадзе Н., Баркава Г.  
Грузинский Технический Университет

### Резюме

Рассматриваются методы, используемые в информационных технологиях и направленные на достижение таких характеристик системы, как целостность данных, доступность системы, секретность и другие. Показано, что эти методы могут конфликтовать, когда использование одного метода улучшает некоторые характеристики системы, а использование другого метода ухудшает те же характеристики. В общем, при разработке информационных технологий необходимо найти некоторый компромисс между возможными конфликтующими методами. Примеры дорогостоящих проектов приводятся, когда разработанные системы после окончательного тестирования не были рекомендованы к применению.



# კრიპტოგრაფიული ალგორითმების სწრაფქმედების ექსპერიმენტული შედარება

გიორგი ბარკავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია ინფორმაციული ტექნოლოგიების ერთ-ერთი უმთავრესი და მნიშვნელოვანი საკითხი, უსაფრთხოება. თანამედროვე სიმეტრიული კრიპტოგრაფიული ალგორითმები მნიშვნელოვან როლს თამაშობს დღევანდელი ინფორმაციული სისტემების დაცვაში. წარმოდგენილია სპეციალურად შემუშავებული ექსპერიმენტი და მისი შედეგები, რომელიც ჩატარებულ იქნა რამდენიმე თანამედროვე კრიპტოგრაფიულ ალგორითმზე, რათა გარკვეული ყოფილიყო მათი სწრაფქმედება და ეფექტურობა სხვადასხვა ზომის მონაცემების შიფრაციის დროს.

**საკვანძო სიტყვები:** კრიპტოგრაფიული ალგორითმები. უსაფრთხოება. DES. 3DES. AES. Blowfish.

## 1. შესავალი

ინფორმაციული ტექნოლოგიები ინფორმატიკის სფეროა, რომელიც შეისწავლის მონაცემების ციფრული ფორმით წარმოდგენის, შენახვის, დამუშავების და გადაცემის საკითხებში მეცნიერებისა და ტექნიკის მიღწევების გამოყენების შესაძლებლობებს.

კრიპტოგრაფია არის მეცნიერება ინფორმაციის დაფარვის შესახებ. იგი განიხილება როგორც მათემატიკისა და კომპიუტერული მეცნიერებების განაყოფი და მჭიდროდ არის დაკავშირებული მეცნიერების ისეთ დარგებთან, როგორებიცაა ინფორმაციის თეორია, კომპიუტერული უსაფრთხოება და ინჟინერია. დღესდღეობით იგი გამოიყენება ტექნოლოგიურად განვითარებულ სფეროებში, როგორიცაა: საკრედიტო ბარათები, კომპიუტერული პაროლები, ელექტრონული კომერცია და მრავალი სხვა. თანამედროვე კრიპტოგრაფიის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ნაწილია კრიპტოგრაფიული ალგორითმები და მათ გარეშე დღევანდელი ინფორმაციული სისტემები გამართულად და უსაფრთხოდ ვერ იმუშავებდა [1,2].

## 2. ძირითადი ნაწილი

კრიპტოგრაფიული ალგორითმები დღეს გამოიყენება ისეთი მნიშვნელოვანი ამოცანებისთვის, როგორიცაა მონაცემთა დაშიფრვა, აუტენტიფიკაცია და ელექტრონული ხელწერები. ლიტერატურაში მოიძებნება სხვადასხვა ინფორმაცია ალგორითმებზე: მათი უსაფრთხოების დონე, სწრაფქმედება და გამართულობა, მაგრამ ასეთი მასალა არის ძირითადად ზოგადი სახის [1,3]. ზუსტი ექსპერიმენტალური მონაცემები მათი შესაძლებლობების შესახებ საკმაოდ რთული მოსაპოვებელია.

ექსპერიმენტის ჩატარების მთავარი მიზანი იყო ზუსტი მონაცემების მიღება და გარკვევა, თუ რომელი ალგორითმია უფრო სწრაფქმედი და ეფექტური სხვადასხვა ზომის მონაცემების გადამუშავების დროს.

ექსპერიმენტში ყურადღება მახვილდება დღევანდელ ცნობილ ალგორითმებზე: Rijndael (AES), Blowfish, DES, 3DES [1]. ყველა მათგანი არის სიმეტრიული კრიპტოგრაფიული ალგორითმი, რაც ნიშნავს, რომ ისინი შიფრაციას და დეშიფრაციას ერთიდაიგივე გასაღებით ახორციელებენ.

Rijndael (AES) დღეს ითვლება ერთ-ერთ საუკეთესო ალგორითმად, იგი დღევანდელი ინდუსტრიის სტანდარტია. ეს არ ნიშნავს, რომ სხვა ალგორითმებს არ უნდა მიექცეს ყურადღება. თითოეული ამ ალგორითმიდან საკმაოდ ძლიერია და მათი არჩევა ყოველთვის სიტუაციაზე იქნება დამოკიდებული.

თითოეულ ალგორითმს აქვს თავისი მახასიათებლები როგორც ეს ქვემოთაა მოცემული (ცხრილი 1).

ექსპერიმენტში მონაწილე ალგორითმებზე ცნობილი ზოგადი ინფორმაცია ცხრ.1

დასახელება	Rijndael (AES)	Blowfish	3DES	DES
ავტორი	ვინცენტ რიჯმენი, ჯიან დაემენი	ბრიუს შნეიერ	IBM	IBM
გასაღების ზომა	128, 192, ან 256 ბიტი	32-448 ბიტი	168, 112, 56 ბიტი	56(+8) ბიტი
შიფრაციის რაუნდები	10 - 128 ბიტი, 12 - 192ბიტი, 14 - 256 ბიტი	16	48	16
ბლოკების ზომა	128 ბიტი	64 ბიტი	64 ბიტი	64 ბიტი
მშიფრავის ტიპი	სიმეტრიული ბლოკ მშირავი	სიმეტრიული ბლოკ მშიფრავი	სიმეტრიული ბლოკ მშიფრავი	სიმეტრიული ბლოკ მშიფრავი
სისწრაფე	ძალიან სწრაფი	სწრაფი	ძალიან ნელი	ნელი
უსაფრთხოების დონე	კარგი	კარგი	ადეკვატურად დაცული	წარსულში დაცული, დღეს საკმაოდ დაუცველი

1-ელ ცხრილში აღწერილია ექსპერიმენტში მონაწილე ალგორითმებზე ცნობილი ზოგადი ინფორმაცია, როგორცაა გასაღების სიდიდე, ბლოკების ზომა, შიფრაციის ტიპი, უსაფრთხოების დონე და სისწრაფის არამკაფიო, ზოგადი შეფასება.

ალგორითმების სისწრაფე შედარებულ იქნა OpenSSL ბიბლიოთეკის და სპეციალური აპლიკაციის Cryptool-ის საშუალებით. იგი ჩატარებულ იქნა i5 პროცესორიან კომპიუტერზე და გამეორებულ იქნა რამდენჯერმე, რათა მიღებული მონაცემები მაქსიმალურად ზუსტი ყოფილიყო. მე-2 ცხრილი აღწერს ექსპერიმენტში გამოყენებული აპლიკაციების და ბიბლიოთეკის ზოგად ინფორმაციას, როგორცაა: ვერსია, ლიცენზია და თუ რა ენაზეა დაწერილი თითოეული.

ექსპერიმენტში გამოყენებული ბიბლიოთეკები და აპლიკაციები ცხრ.2

ბიბლიოთეკა	ვერსია	ენა	ლიცენზია
openSSL	1.1.1c	C	Special
Cryptool	CT 2.1	C++	Apache Licence 2.0
Cryptool2	2.1	C#/ .NET/WPF	Apache Licence 2.0

ბიბლიოთეკებში არსებული ალგორითმების სხვადასხვა შიფრაციის რეჟიმები განსხვავდება ერთმანეთისგან. გადაწყვეტილ იქნა, რომ მათი სისწრაფე დატესტილი ყოფილიყო ისეთ რეჟიმში, რომელიც ყველა ალგორითმისთვის იქნებოდა ხელმისაწვდომი.

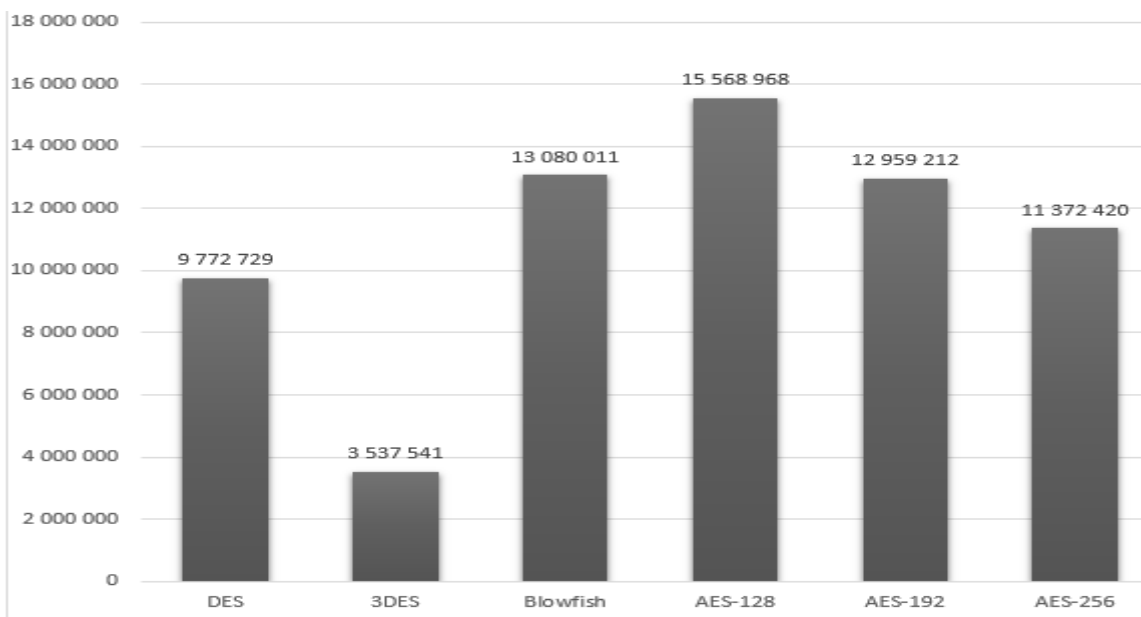
ყველა მშიფრავი დატესტილი იყო CBC (Cipher Block Chaining) რეჟიმში, რადგან აღნიშნული რეჟიმი ბიბლიოთეკების უმრავლესობაში ხელმისაწვდომია და საუკეთესოდ ტესტავს ალგორითმების იმპლემენტაციას [4].

ალგორითმების სისწრაფის ტესტები ჩატარებული იქნა Intel Core i5-2430M პროცესორიან კომპიუტერზე, ხოლო ოპერაციულ სისტემად არჩეულ იქნა Windows 10. ცხრილი 3. აღწერს სატესტო კომპიუტერის მონაცემებს.

ექსპერიმენტში მონაწილე კომპიუტერის მონაცემები ცხრ.3

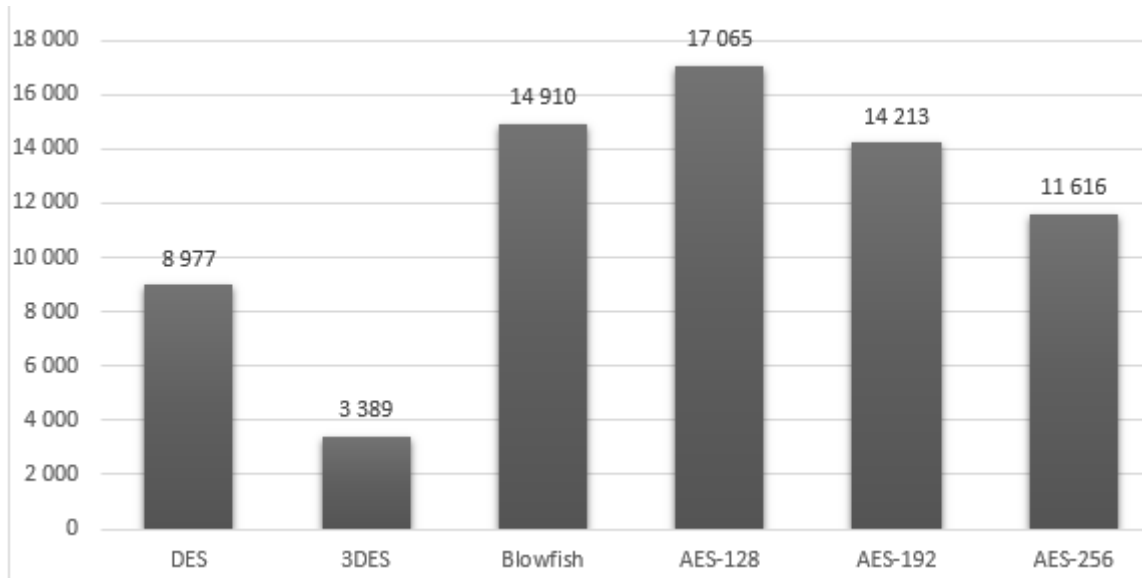
მახასიათებელი	სპეციფიკაცია
პროცესორი	Intel Core i5-2430M
მეხსიერება	8.00 GB
სიჩქარე	2.40GHz
ოპერაციული სისტემა	Windows 10

ექსპერიმენტი ჩატარებულ იქნა შემდეგი გზით: თითოეული ალგორითმით დაშიფრულ იქნა სხვადასხვა ზომის: 16, 64, 256, 1024, 8192 და 16384 ბაიტის მონაცემები. შიფრაციის ეს პროცესი მეორდებოდა 3 წამის განმავლობაში. ყურადღება მახვილდებოდა რაოდენობაზე, ანუ თუ რამდენჯერ შეძლო თითოეულმა ალგორითმმა მონაცემის შიფრაცია 3 წამის განმავლობაში, რათა გარკვეული ყოფილიყო მათი სწრაფქმედება და ეფექტურობა. მიღებული მონაცემებით შემდეგ გაგებულ იქნა, თუ რამდენჯერ დაშიფრავდა ალგორითმები მოცემულ მონაცემებს წამში. შედეგების გაადვილებისთვის ყურადღება ძირითადად გამახვილდა 16 და 16384 ბაიტის მონაცემებზე (ნახ.1).



ნახ.1. გრაფიკი\_1 - 16 ბაიტის მონაცემის შიფრაციის რაოდენობა 3 წამში

1-ელი გრაფიკი აღწერს შედეგებს 16 ბაიტის მონაცემებისთვის, AES-128 ალგორითმმა 16 ბაიტის მონაცემი დაშიფრა 15 568 968-ჯერ. ასეთი შედეგი მოსალოდნელი იყო, რადგან იგი დღევანდელი ინდუსტრიის სტანდარტია. შემდეგ მოდის Blowfish, მან მონაცემი დაშიფრა 13 080 011-ჯერ. ეს საკმაოდ მოულოდნელი იყო, რადგან Blowfish-ის მაგვარი ძველი ალგორითმი AES-ის ვერც ერთ ვერსიას ვერ უნდა ჯობნიდეს. შემდეგ ადგილზე მოდის AES ალგორითმის 192 და 256 გასაღებიანი ვერსიები. ყველაზე დაბალი შედეგი აჩვენა 3DES ალგორითმმა, მან დაშიფრა მონაცემი 3 537 541-ჯერ.



ნახ.2. გრაფიკი\_2 - 16384 ბაიტის მონაცემის შიფრაციის რაოდენობა 3 წამში

მე-2 გრაფიკი აღწერს შედეგებს 16384 ბაიტის მონაცემებისთვის. ამ შემთხვევაშიც AES-128 ალგორითმმა აჩვენა საუკეთესო შედეგი, მან დაშიფრა 16384 ბაიტის მონაცემი 17065-ჯერ. Blowfish-მა დაშიფრა მონაცემი 14 910-ჯერ. ამ შემთხვევაშიც მან AES-ის 192 და 256 გასაღებიანი ვერსიებს აჯობა. DES და 3DES ალგორითმებმა აქაც აჩვენეს ყველაზე დაბალი შედეგი.

მე-4 ცხრილი ასახავს ექსპერიმენტის მთლიან შედეგებს.

ალგორითმების შიფრაციის შედეგები 16, 64, 256, 1024, 8192 და 16384 ბაიტის

მონაცემისთვის 3 წამში

ცხრ.4

	DES	3DES	Blowfish	AES-128	AES-192	AES-256
16 ბაიტი	9,772,729	3,537,541	13,080,011	15,568,968	12,959,212	11,372,420
64 ბაიტი	2,445,061	926,656	3,304,251	3,727,370	3,535,636	3,196,535
256 ბაიტი	620,150	232,058	840,117	983,378	901,826	822,041
1024 ბაიტი	147,145	56,203	218,584	265,239	227,789	179,782
8192 ბაიტი	19,515	6,378	27,367	32,357	28,135	23,856
16384 ბაიტი	8,977	3,389	14,910	17,065	14,213	11,616

ცხრილზე დაკვირვების შედეგად შესაძლებელია გაირკვეს თუ რამდენჯერ დაშიფრა თითოეულმა ალგორითმმა მონაცემები წამში. AES-128 ალგორითმმა 16 ბაიტის მონაცემი დაშიფრა 15,568,968-ჯერ, რადგან ეს პროცესი 3 წამის განმავლობაში იქნა გამეორებული, მაშინ საბოლოო შედეგით მან მონაცემი წამში 5,189,656-ჯერ დაშიფრა. იგივე გამოთვლებით ადვილი გასარკვევია თუ რამდენჯერ დაშიფრა თითოეულმა ალგორითმმა მონაცემები წამში.

მე-5 ცხრილი აღწერს წამში მონაცემების შიფრაციის რაოდენობას ყველა ალგორითმისთვის.

წამში მონაცემების შიფრაციის რაოდენობა ყველა ალგორითმისთვის ცხრ.5

	DES	3DES	Blowfish	AES-128	AES-192	AES-256
16 ბაიტი	3,257,576	1,179,180	4,360,003	5,189,656	4,319,737	3,790,806
64 ბაიტი	815,020	308,885	1,101,417	1,242,456	1,178,545	1,065,511
256 ბაიტი	206,716	77,352	280,039	327,792	300,608	274,013
1024 ბაიტი	49,048	18,734	72,861	88,413	75,929	59,927
8192 ბაიტი	6,505	2,126	9,122	10,785	9,378	7,952
16384 ბაიტი	2,992	1,129	4,970	5,688	4,737	3,872

### 3. დასკვნა

ექსპერიმენტის საბოლოო შედეგების ანალიზი გვიჩვენებს, რომ 3DES არის სიაში ყველაზე ნელი ალგორითმი, ეს გამოწვეულია თვითონ მისი შიფრაციის პროცესით, რადგან 3DES დაშიფრვის პროცესი სამ ეტაპად ხდება, შიფრაცია-დეშიფრაცია-შიფრაცია.

ეს, რა თქმა უნდა, იწვევს მისი სწრაფქმედების შემცირებას. AES-128 ყველაზე სწრაფი მშიფრაცია ყველა მონაცემისთვის, ნებისმიერ შემთხვევაში იგი ყოველთვის საუკეთესო შედეგს იძლევა სხვა ალგორითმებთან შედარებით.

ძალზე საინტერესო შედეგი აჩვენა Blowfish ალგორითმმა. მიუხედავად იმისა, რომ იგი საკმაოდ მოძველებული ალგორითმია, მან ყველა სხვა ალგორითმს აჯობა, AES-128-ის გარდა და, ზოგ შემთხვევაში, AES-192-ზე უკეთესი შედეგიც კი მოგვცა. ეს საკმაოდ მოულოდნელი იყო, რადგან Blowfish ალგორითმი შეიქმნა როგორც DES ალგორითმის შემცვლელი, მაგრამ მიუხედავად ამისა მისი სწრაფქმედება განსაკუთრებით ეფექტურია.

### ლიტერატურა - References - Литература:

1. Tanenbaum E. (2003). Computer Networks. 4th Edition, Peter. (in Russian)
2. Paar C., Pelzl J. (2010). Understanding Cryptography, Springer.
3. Cryptool- the official website. <https://www.cryptool.org/en/>
4. Openssl- the official website. <https://www.openssl.org/>

## **EXPERIMENTAL COMPARISON OF SPEED OF CRYPTOGRAPHIC ALGORITHMS**

George Barkava

Georgian Technical University

### **Summary**

One of the most important and main issues in information technology is discussed, the security. Modern symmetric cryptographic algorithms play an important role in protecting today's information systems. The article discusses a specially designed experiment and its results, that was performed on several modern cryptographic algorithms, to determine their speed and efficiency in processing data of different sizes.

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ СРАВНЕНИЕ СКОРОСТИ КРИПТОГРАФИЧЕСКИХ АЛГОРИТМОВ**

Баркава Г.

Грузинский Технический Университет

### **Резюме**

Рассматривается один из важнейших и главных вопросов в сфере информационных технологий, безопасность. Современные симметричные криптографические алгоритмы играют важную роль в защите современных информационных систем. В статье обсуждается специально разработанный эксперимент и его результаты, который был выполнен на нескольких современных криптографических алгоритмах, чтобы определить их скорость и эффективность в обработке данных разных размеров.

## IT სერვისების მართვის ფრეიმვორქების და პლატფორმების გამოყენების უპირატესობა თანამედროვე ბიზნეს გარემოში

თამუნა ხვედელიძე, თამარ ლომინაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია IT სერვისების სწორად მართვის უპირატესობა თანამედროვე, მსოფლიოში ყველაზე გამოყენებადი ფრეიმვორქების და პლატფორმების საშუალებით, ნაჩვენებია თუ რა პრობლემებს აწყდება ორგანიზაცია, რომელსაც IT სერვისების მართვის პროცესი აქვს გაბნეული და რა ნაბიჯები აქვს გასავლელი იმისათვის, რომ IT სერვისები მართოს სწორად. სტატიაში ნათლად ჩანს ის უპირატესობები, რომელიც თანამედროვე ფრეიმვორქებს და პლატფორმებს აქვთ და ასევე აღნიშნულია ყველა მათგანის კონკრეტული სარგებელი.

**საკვანძო სიტყვები:** IT-სერვისი. ITSM. COBIT. ფრეიმვორქი. პლატფორმა.

### 1. შესავალი

IT სერვისების მართვა იმ აქტივობათა ნაკრებია, რომელიც მიმართულია კომპანიის ინფორმაციული ტექნოლოგიების დიზაინის აწყობის, დაგეგმვის, მომხმარებლისთვის მიწოდების, დანერგვის, კონტროლის და მუდმივი გაუმჯობესებისათვის. მოცემული პროცესები ისე უნდა განხორციელდეს, რომ IT სერვისები თანხვედრაში იყოს მომხმარებლის საჭიროებებთან. უფრო მეტად ტექნოლოგიებზე ორიენტირებული ინფორმაციული ტექნოლოგიების მართვის სხვა მიდგომების ნაცვლად, მაგალითად, ქსელების მართვა და სისტემების მართვა, IT სერვისების მართვა ხასიათდება მომხმარებლის საჭიროებებზე ფოკუსირებით და მათი მუდმივი გაუმჯობესების პროცესის აუცილებლობით [1].

IT სერვისების და ოპერაციების მართვა თანამედროვე მსოფლიოში ძალზედ აქტუალური საკითხია, რადგან კომპანიების უმეტესობას ჯერ კიდევ არ აქვს გამართული, თანამედროვე სისტემები, აქვს მხოლოდ სერვისები, რომლებიც გაბნეულია, არ არსებობს სერვისების სათანადო აღწერა სერვის კატალოგის სახით. არ არის საერთო გარემო, ტექნოლოგია, სადაც ყველა სერვისი იყრის თავს და არ არსებობს სათანადო მიდგომა, მეთოდოლოგია, რომელიც დანერგილია სერვისების მართვისათვის. უნდა აღინიშნოს, რომ მნიშვნელოვანია ის, თუ რა ეტაპზეა კომპანია ამ თვალსაზრისით და გამოთქვამს თუ არა მზაობას, რომ IT სერვისების მართვის კუთხით დაიწყოს თანამედროვე ნაბიჯების გადადგმა და კონკურენტულ ბაზარზე წინა პლანზე დგომა.

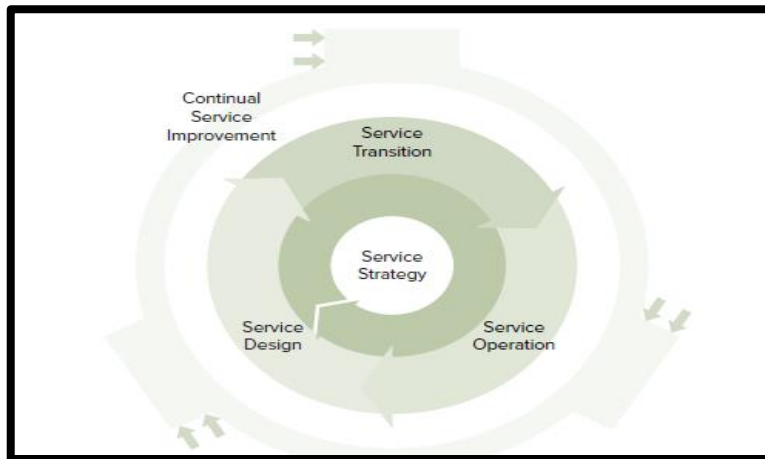
ყველა IT სერვისის სჭირდება მხარდაჭერა, იმ შემთხვევისათვის, თუ თავს იჩენს სერვისში პრობლემები, რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს სხვადასხვა მიზეზით. ამიტომ, აუცილებელია არსებობდეს მხარდაჭერის ჯგუფი, რომელიც მოაგვარებს პრობლემურ საკითხებს და უზურუნველყოფს სერვისის უწყვეტ რეჟიმში ფუნქციონირებას.

ზემოაღწერილი პროცესების სწორად წარმართვისთვის გამოიყენება IT სერვისების მართვის სხვადასხვა ფრეიმვორქები და პროგრამული უზრუნველყოფის სისტემები რომელთა გამოყენების წარმატებული პრაქტიკაც მსოფლიოს მრავალ ქვეყანას უკვე აქვს [2].

არსებობს პოპულარული ფრეიმვორქები, რომლებიც გამოიყენება IT სერვისების მართვის პროცესში, შეგვიძლია განვიხილოთ რამდენიმე მათგანი:

**ITIL** – ფრეიმვორქი წარმოადგენს საუკეთესო პრაქტიკული გამოცდილებების ნაკრებს, რომელიც მორგებულია ბიზნესის საჭიროებებზე. არსებობს მისი რამდენიმე ნაწილი, ყველაზე ფართოდ გამოყენებადი კი არის ITIL v3, რომელიც შედგება 5 სხვადასხვა ნაწილისგან: სერვისის სტრატეგია, სერვისის დიზაინი, სერვისის დანერგვა, სერვისის ფუნქციონირება და სერვისის მუდმივი გაუმჯობესება. ITIL არის Axelos კომპანიის პროდუქტი. შიგა ოპერაციების სამართავად მოცემულ ფრეიმვორქს იყენებენ ისეთი კომპანიები, როგორებიცაა IBM, Microsoft, Hewlett Packard Enterprise და სხვა.

ITIL სერვისების სასიცოცხლო ციკლი გამოიყურება შემდეგნაირად (ნახ.1):



ნახ.1

ITIL-ის სარგებელი:

- უკეთესი კავშირი, მიზნების თანხვედრა IT დეპარტამენტსა და ბიზნესს შორის;
- გაუმჯობესებული სერვისის სასიცოცხლო ციკლი და მომხმარებლის კმაყოფილება;
- შემცირებული საოპერაციო ხარჯები რესურსების სწორად განაწილების ფონზე;
- ხარჯების და რესურსების უკეთესი ხედვის შესაძლებლობა;
- სერვისების წყვეტების მართვა და კონტროლი;
- მეტად მოქნილი სერვისების ხედვის გარემო, ცვლილებების მარტივად განხორციელების შესაძლებლობით [3-5].

**COBIT** (Control objectives for information and related technologies) – ინფორმაციული ტექნოლოგიების მართვის ფრეიმვორქია, რომელიც შეიქმნა ISACA-ს მიერ, რათა დახმარებოდა ბიზნესის განვითარებას, შეემუშავებინა ინფორმაციული მენეჯმენტის სტრატეგიები. მოცემული ფრეიმვორქის საბოლოო ვერსია არის ძალიან მოქნილი და თანამედროვე. იგი შესანიშნავად მუშაობს სხვა ინფორმაციული ტექნოლოგიების მართვის ფრეიმვორქებთან [15].

სხვა ფრეიმვორქების მსგავსად COBIT ეხმარება ორგანიზაციებს ბიზნეს-მიზნების და IT მიზნების თანხვედრაში, რასაც განაპირობებს სხვა, გარე დეპარტამენტების მჭიდრო კავშირი IT დეპარტამენტთან პროცესინგის დროს. სხვა ფრეიმვორქებთან მიმართებაში COBIT-ს აქვს ერთი მთავარი განმასხვავებელი თვისება, იგი უფრო მეტად ფოკუსირებულია უსაფრთხოებაზე, რისკების მართვაზე და ინფორმაციის მართვაზე.



➤ COBIT სარგებელი:

- ბიზნეს გადაწყვეტილებების მისაღებად საჭირო ინფორმაციის მაღალი ხარისხით შენახვა;

- სტრატეგიული მიზნების მიღწევა და ბიზნესისთვის სარგებლის მოტანა, IT-ს ეფექტურად და ინოვაციურად გამოყენების ხარჯზე;

- ოპერაციების უწყვეტობა, ეფექტური ტექნოლოგიური აპლიკაციების შექმნის ხარჯზე;

- IT-სთან დაკავშირებული რისკების მისაღები დონის შენარჩუნება;

- IT სერვისების და ტექნოლოგიების ხარჯების ოპტიმიზირება;

- რეგულაციების, კანონების და წესების მხარდაჭერა [6, 7, 8].

**MOF** (Microsoft Operations Framework) – არის 23 დოკუმენტისგან შემდგარი სერიული გამოცემა. იგი ეხმარება IT პროფესიონალებს შექმნან, განახორციელონ და მართონ სხვადასხვა პროცესები ეფექტურად და ხარჯების სწორად განაწილებით შექმნან სერვისები. იგი ITIL-ის ალტერნატიული ფრეიმვორქია, რადგან მის მსგავსად შეიცავს სახელმძღვანელოებს IT სერვისების სასიცოცხლო ციკლის სრულ მართვაზე [9].

**Six Sigma** - მოცემული მეთოდი ეხმარება ორგანიზაციულ სისტემებს გააუმჯობესონ ბიზნეს პროცესების მართვის შესაძლებლობები. მზარდი შესაძლებლობები შესრულების კუთხით და პროცესების ვარიაციების შემცირება ეხმარება ბიზნესს გაზარდოს მოგება, მომხმარებლის კმაყოფილება და სერვისების, პროდუქტების ხარისხი. „Six Sigma Quality“ არის საჯაროდ მიღებული ტერმინი, რომელიც აღნიშნავს კარგად კონტროლირებულ პროცესებს [15, 16].

მოცემულ მეთოდს აიგივებენ როგორც ფილოსოფიასთან, ასევე ტექნოლოგიების მიმართვასთან, მეთოდოლოგიასთან ან მატრიცასთან, თუმცა უფრო სწორი განმარტებით იგი არის სტატისტიკური იარაღების და ტექნიკების სისტემა, რომელიც ფოკუსირებულია სისტემის დეფექტების ამოცნობასა და აღკვეთაზე. მასში შემავალი პროცესები მოიცავს გაზომვას, გაუმჯობესებას, და შემოწმებას.

**Lean Six Sigma** – არის ფაქტებზე დაფუძნებული, მონაცემების მართვის ფილოსოფია, რომელიც ეხმარება ორგანიზაციებს გააუმჯობესონ საბოლოო პროდუქტის ღირებულება, მართონ მომხმარებლის კმაყოფილება, მართონ დრო ეფექტურად და აიყვანონ საკუთარი ბიზნესი კონკურენტული უპირატესობის დონეზე.

Six Sigma-ს სარგებელი:

- პროცესის სასიცოცხლო ციკლის დროის შემცირება;

- წარმოების დროის შემცირება;

- მომხმარებლის კმაყოფილების ზრდა;

- დეფექტების რაოდენობის შემცირება;

- ხარჯების შემცირება [10, 11].

**TOGAF** (The Open Group Architecture Framework) – წარმოადგენს საწარმოო არქიტექტურულ მეთოდოლოგიას, რომელიც გთავაზობს მაღალი ხარისხის ფრეიმვორქს საწარმოო პროგრამული უზრუნველყოფის განვითარებისთვის. მოცემული მეთოდოლოგია გვხმარება დავაორგანიზოთ შექმნის პროცესები ისე, რომ წარმოიშვას ნაკლები შეცდომები, შევინარჩუნოთ პროექტის თაიმლაინი და არ გადავაჭარბოთ

ბიუჯეტურ საზღვრებს. ამ ყველაფერს კი ახორციელებს ბიზნესთან და IT-სთან მჭიდრო კავშირის დამყარებით, რომ მიაღწიოს პროდუქტის ხარისხის შესაბამის დონეს.

მოცემული ფრეიმვორქის გამოყენება კომპანიებს შეუძლიათ უფასოდ, თუმცა მხოლოდ შიგა გამოყენებისთვის და არა კომერციული მიზნებისთვის.

➤ TOGAF-ის სარგებელი:

- ბიზნეს მიზნების უკეთესი ხედვა;
- არქიტექტურული აგებულების მკაფიო ხედვა;
- ხარჯების, სარგებელის და რისკების მკაფიო ხედვა;
- ხარჯების განაწილების შესაძლებლობა;
- არქიტექტურული კომპონენტების გავრცელების შესაძლებლობა;
- უკეთესი ტრატეგიის და ინვესტიციის დაგეგმვის პროცესი;
- არქიტექტურული კომპონენტების შექმნის შაბლონები [12, 13].

IT სერვისების მართვის პოპულარული ფრეიმვორქების განხილვის შემდეგ, შეგვიძლია ასევე განვიხილოთ სერვისების მართვის პოპულარული ტექნოლოგიები, უფრო კონკრეტულად კი რამდენიმე ყველაზე გამოყენებადი პროგრამული უზრუნველყოფის სისტემა, რომლებსაც დღეს მსოფლიოს მრავალი წარმატებული ორგანიზაცია იყენებს IT სერვისებისა და პროცესების მართვისათვის.

**Freshservice** – მომხმარებლის კმაყოფილების დონე 97%, არის 2018 წლის საუკეთესო პროგრამული უზრუნველყოფის სისტემის ჯილდოს მფლობელი. მოცემული ტექნოლოგია IT ადმინისტრატორებს საშუალებას აძლევს რომ ეფექტურად მართონ ორგანიზაციის მფლობელობაში არსებული აქტივები.

**Zendesk** – მომხმარებლების კმაყოფილების დონე 98%, არის ერთ-ერთი წამყვანი IT სერვისების მართვის პლატფორმა, რომელსაც იყენებს მსოფლიოს 40 000-ზე მეტი ორგანიზაცია.

**Atera** – მომხმარებლების კმაყოფილების დონე 100%, მოცემულ ტექნოლოგიას აქვს დისტანციური IT მონიტორინგის და მართვის ფუნქცია, ინვოისის გაცემის და გადახდების განხორციელების შესაძლებლობა, ემსახურება IT-ს და ბიზნესს ერთდროულად.

**LiveAgent** – მომხმარებლების კმაყოფილების დონე 100%, კომპლექსური მომხმარებლის მხარდაჭერის პლატფორმა, ონლაინ ჩატის ფუნქციონალით ვებ საიტებისთვის და სერვისების მხარდაჭერის მახასიათებლებით.

**Vision Helpdesk** – მომხმარებლის კმაყოფილების დონე 99%, მოცემული პლატფორმა შექმნილია მომხმარებლის მხარდაჭერის კუთხით, აქვს ზარების მართვის, ლაივ ზარების და ელ.ფოსტების ფუნქციონალი.

**ManageEngine ServiceDesk** – მომხმარებლების კმაყოფილების დონე 100%, მოცემულ პლატფორმაში ინტეგრირებულია როგორც სერვისების მხარდაჭერის გარემო, ასევე პროექტების მართვის ფუნქციონალი, აქტივების მართვა და ცვლილებების მართვა, იგი ეფუძნება ITIL ფრეიმვორქს.

**ConnectWise Automate** – მომხმარებლების კმაყოფილების დონე 100%, მოცემული პროგრამული უზრუნველყოფის პროდუქტი ეხმარება IT ჯგუფს მოქნილი დისტანციური მონიტორინგის წარმოებასა და პროცესების მართვაში.

**Cherwell IT Service Management** – მომხმარებლების კმაყოფილების დონე 98%, მოცემული ტექნოლოგია კომპანიებს ეხმარება განახორციელონ, გაავტომატიზირონ და თანამედროვე სტანდარტების შესაბამისობაში მოიყვანონ IT პროცესები, მოცემული IT სერვისების მართვის პლატფორმა არის ძალიან მოქნილი და აქვს უნიკალური არქიტექტურული წყობა.

**Samanage** – მომხმარებლების კმაყოფილების დონე 98%, წარმოადგენს ქლაუდ პლატფორმაზე დაფუძნებულ IT სერვისების მართვის და მხარდაჭერის ტექნოლოგიას, რომელსაც ასევე აქვს აქტივების მართვის ფუნქციონალი.

**Jira Service Desk** – მომხმარებლების კმაყოფილების დონე 96%, Altassian-ის სერვისების მხარდაჭერის პლატფორმა, რომელიც ძალიან პოპულარულია სერვისების მართვის კუთხით და ასევე გამოიყენება მრავალი წამყვანი პროექტის დანერგვისას.

**NinjaRMM** – მომხმარებლების კმაყოფილების დონე 100%, დისტანციური მართვის და მონიტორინგის პლატფორმა, რომელიც ორგანიზაციებს საშუალებას აძლევს დისტანციურად მართონ IT ოპერაციები ქლაუდიდან და ეფექტური მხარდაჭერა გაუწიონ თავიანთ მომხმარებლებს.

**Track-It!** – მომხმარებლების კმაყოფილების დონე 100%, მოცემულ სისტემაში გაერთიანებულია აქტივების მართვის და სერვისების მხარდაჭერის მახასიათებლები ერთ მოძრავ პაკეტში [14].

განვიხილოთ ბიზნეს ორგანიზაციებში არსებული პრობლემები IT სერვისების მართვის და მხარდაჭერის კუთხით:

- ვერ ხერხდება მოთხოვნების და ინციდენტების დაფიქსირება დოკუმენტაციის სახით;
- არ არსებობს უკუკავშირი მომხმარებელთან;
- კომპანიის სრული რესურსები არ არის თავმოყრილი ერთ სივრცეში;
- კომუნიკაცია თანამშრომლებს შორის არ არის ეფექტური;
- დოკუმენტაცია არ არის თავმოყრილი ერთ სივრცეში;
- შეუძლებელია შემოსული ინციდენტების/მოთხოვნების რეპორტის მიღება;
- არ ხდება თანაშრომლების მიმდინარე დავალებების კონტროლი.

ზემოთ მოყვანილი პრობლემების გადასაჭრელად, საჭიროა ორგანიზაციამ გადაწყვიტოს IT სერვისების მართვის და მხარდაჭერის პლატფორმის დანერგვა ორგანიზაციის შიგნით, რასაც აუცილებლად ჭირდება სერთიფიცირებული და მცოდნე ადამიანები, რომ დანერგვის პროცესი განხორციელდეს სწორად.

### 3. დასკვნა

ჩვენ განვიხილეთ IT სერვისების მართვის და მხარდაჭერის ყველაზე პოპულარული ფრეიმვორკები და პლატფორმები, რომელთა დახმარებითაც, ორგანიზაციას შეუძლია უმეტესი ამ პრობლემის გადაჭრა, თუმცა აუცილებელია შეარჩიოს მიზნობრივად, ფუნქციონალურად და სხვა მახასიათებლებით შესაბამისი ფრეიმვორკი და პლატფორმა.

მას შემდეგ, რაც შეირჩევა IT სერვისების ეფექტური მართვისათვის გამოსაყენებელი ფრეიმვორკი და შესაბამისი ტექნოლოგია, საჭიროა ფრეიმვორკზე დაყრდნობით ტექნოლოგიის მორგება ბიზნესის საჭიროებებზე, რისთვისაც აუცილებლად უნდა

გაკეთდეს ბიზნეს პროცესების დეტალური ანალიზი, რომ გამოიკვეთოს რა პროცესები და როგორ უნდა დაინერგოს ახალ ტექნოლოგიაში, პროგრამულ უზრუნველყოფაში.

პროცესების ანალიზი უნდა მოხდეს თანმიმდევრულად და დაკვირვებით, რომ პროდუქტის დანერგვის პროცესი იყოს სწორი და არ დაჭირდეს შემდეგომი მკვეთრი ცვლილებები, რაც მეტ დროს და სამუშაო რესურსს მოითხოვს, ასევე შეცდომით წარმართავს გარკვეულ პროცესებს.

სწორი ანალიზი გულისხმობს ბიზნესპროცესების იმგვარ აღწერას, რა დროსაც პროექტების მიხედვით არის აღწერილი კონკრეტული პროექტის ფარგლებში გაშვებული სერვისები (რომლებიც ემსახურება გარკვეულ მიზნებს) და გამოყენებული რესურსები, ასევე შექმნილი მონაცემთა ბაზები და განსაზღვრული ბიუჯეტი.

ყველა ზემოთ ხსენებულიდან გამომდინარე, ორგანიზაციამ აუცილებლად უნდა იზრუნოს საკუთარი IT სერვისების გამართულად და ეფექტურად ფუნქციონირებაზე, რისთვისაც აუცილებლად საჭიროა, რომ შეარჩიოს მასზე მორგებული ფრეიმვორკი, რომლითაც იხელმძღვანელებს და დანერგოს ეფექტური და ფუნქციონალური თვალსაზრისით, მისთვის მისაღები პროგრამული უზრუნველყოფის სისტემა.

#### ლიტერატურა – References – Литература:

1. IT service management. Internet resource: [https://en.wikipedia.org/wiki/IT\\_service\\_management](https://en.wikipedia.org/wiki/IT_service_management)
2. Why itsm is more important now than ever before. Internet resource: <https://www.sysaid.com/blog/entry/why-it-sm-is-more-important-now-than-ever-before>
3. ITIL. Internet resource: <https://www.axelos.com/best-practice-solutions/itil>
4. ITIL. Internet resource: <https://searchdatacenter.techtarget.com/definition/ITIL>
5. 6-benefits-of-til. Internet resource: <https://www.bmc.com/blogs/6-benefits-of-til/>
6. Cobit. Internet resource: <https://en.wikipedia.org/wiki/COBIT>
7. What is cobit a framework for alignment and governance. Internet resource: <https://www.cio.com/article/3243684/what-is-cobit-a-framework-for-alignment-and-governance.html>
8. The benefits of cobit-5. Internet resource: <https://www.orbussoftware.com/resources/videos/cobit-distilled/the-benefits-of-cobit-5/>
9. Microsoft Operations Framework MOF. Internet resource: <https://whatis.techtarget.com/definition/Microsoft-Operations-Framework-MOF>
10. six-sigma. Internet resource: <https://asq.org/quality-resources/six-sigma>, (<https://quality-one.com/six-sigma/>)
11. 6 ways six sigma can benefit your company. Internet resource: <https://www.process-excellencenetwork.com/lean-six-sigma-business-performance/articles/6-ways-six-sigma-can-benefit-your-company>
12. What is togap an enterprise architecture methodology for business. Internet resource: <https://www.cio.com/article/3251707/what-is-togaf-an-enterprise-architecture-methodology-for-business.html>

13. What are the benefits of togap. Internet resource: <https://www.orbusoftware.com/resources/videos/togaf-distilled/what-are-the-benefits-of-togaf/>]

14. Internet resource: <https://customer-support.financesonline.com/c/it-service-management#why>]

15. Surguladze G., Urushadze B. (2014). International Experience in Information Systems Management (BSI, ITIL, COBIT). GTU, "Technical University". Tbilisi. 317 p. ISBN 978-9941-20-458-6

## **ADVANTAGES OF USING IT SERVICES MANAGEMENT FRAMEWORKS AND PLATFORMS IN MODERN BUSINESS ENVIRONMENT**

Tamuna Khvedelidze, Tamar Lominadze  
Georgian Technical University

### **Summary**

In the represented article there is discussed the advantage of proper management of IT services, using of most widespread frameworks and software systems (platforms) nowadays, and the specific problems, which basically organizations are facing, without proper IT service management tools. In the article there is also discussed what steps must be taken for ordering the IT service management process, and advantages and benefits of using modern frameworks and platforms of ITSM.

## **ПРЕИМУЩЕСТВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ФРЕЙМВОРКОВ И ПЛАТФОРМ УПРАВЛЕНИЯ ИТ-УСЛУГАМИ В СОВРЕМЕННОЙ БИЗНЕС-СРЕДЕ**

Хведелидзе Т., Ломинадзе Т.  
Гузинский Технический Университет

### **Резюме**

В представленной статье обсуждается преимущество правильного управления ИТ-услугами, использования наиболее распространенных в настоящее время фреймворков и программных систем (платформ), а также конкретные проблемы, с которыми в основном сталкиваются организации, без надлежащих инструментов управления ИТ-услугами. В статье также обсуждается, какие шаги необходимо предпринять для упорядочения процесса управления ИТ-услугами, а также преимущества использования современных фреймворков и платформ ITSM.

## საფინანსო ორგანიზაციის მართვა მიკროსერვისული არქიტექტურის გამოყენებით

გია სურგულაძე, გიორგი მღებრიშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ნაშრომის მიზანია ორგანიზაციული მენეჯმენტის ბიზნეს-პროცესების ავტომატიზაციის მხარდამჭერი სისტემის აგება მიკროსერვისების კონცეფციის საფუძველზე. კერძოდ საფინანსო კომპანიების პროგრამული უზრუნველყოფის დაპროექტება და პროგრამული რეალიზაცია მიკროსერვისების არქიტექტურის გამოყენებით. განხილულია კორპორაციული სისტემის მონოლითური აპლიკაციის ნაკლოვანებები. შემოთავაზებულია მიკროსერვისები, როგორც ალტერნატივა გაადვილებული მართვისა და მოქნილი განვითარებისათვის. წარმოდგენილია მიკროსერვისების სისტემის ბირთვის შექმნა Visual Studio.NET Core პლატფორმაზე C# პროგრამირების ენისა და NoSQL კლასის მონაცემთა ბაზის Redis-ის საფუძველზე სხვადასხვა თანამედროვე ბიბლიოთეკების გამოყენებით. განხილულია მიკროსერვისის ერთ-ერთი კონკრეტული საილუსტრაციო მაგალითი.

**საკვანძო სიტყვები:** პროგრამული უზრუნველყოფა საფინანსო ორგანიზაციებში. მონოლითური პროგრამა. მიკროსერვისული პროგრამა. NoSQL ბაზა. C# პროგრამირების ენა. JSON ფორმატი. დოკერი. ლოგირება.

### 1. შესავალი

#### 1.1. პრობლემა

თანამედროვე მსხვილ საწარმოებსა და ორგანიზაციებში, ფინანსების სფეროში, გავრცელებულია სხვადასხვა სახის კომპლექსური კომპიუტერული პროგრამები, რომლებსაც მონოლითურ პროგრამებს უწოდებენ [1]. მათ აქვს ერთი დიდი ნაკლოვანება: ყველა მოდული თავს იყრის ერთი პროგრამული ბირთვის გარშემო. ეს იწვევს როგორც აპარატურულ, აგრეთვე სისტემურ პრობლემებსაც. შესასრულებელი მრავალი ოპერაციის ერთად თავმოყრა იწვევს დატვირთვის ცენტრალურ პროცესორსა და ოპერატიულ მეხსიერებაზე, ანელებს პროგრამული უზრუნველყოფის სიჩქარეს და იწვევს საბოლოო მომხმარებლის უკმაყოფილებას. დევლოპერთა ჯგუფი იძულებულია იმუშაოს ერთად, სამუშაოს დანაწილების გარეშე ვინაიდან მონოლითური პროგრამის ერთი მოდულის დროებითი გათიშვა იწვევს მთლიანი პროგრამის პარალიზებას. ეს მკვეთრად ანელებს ახალი მოდულების შემუშავებასა და პროგრამის განახლებას (ინტეგრაცია, რეფაქტორინგი) [2].

#### 1.2. მიკროსერვისები

მიკროსერვისები მონოლითური აპლიკაციის ალტერნატივაა. ეს არის არქიტექტურული გადაწყვეტილება – დაიყოს ერთი დიდი აპლიკაცია მცირე აპლიკაციებად ანუ *სერვისებად*, სადაც თითოეულ სერვისს აქვს სხვა სერვისებთან კომუნიკაცია საერთო ინტერფეისის მეშვეობით, როგორცაა API და REST ინტერფეისები [3,4].

მიკროსერვისები იქმნება ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად. ვინაიდან კომუნიკაცია ხდება შეტყობინებების (მესიჯების) დახმარებით, სხვადასხვა სერვისი არაა დამოკიდებული ერთიდაიმავე პროგრამირების ენაზე ან პლატფორმაზე. მიკროსერვისის პასუხობს ბიზნესმოთხოვნას: „რა პრობლემის გადაჭრა გსურს?“.

## 2. ძირითადი ნაწილი

### 2.1. Service Core (სერვისის ბირთვი)

საფინანსო ორგანიზაციების სამართავად Dolphin Software კომპანიის მიერ შექმნილია პროგრამა LoanKeeper მიკროსერვისული არქიტექტურის გამოყენებით [6]. იმისათვის, რომ მიკრო სერვისებს ჰქონდეს საერთო ძირი და ცვლილებების შეტანა ერთიანად მოხდეს, გამოიყენება საერთო ბიბლიოთეკა, რომელსაც ეწოდება Service Core (სერვისების ბირთვი). იგი დაწერილია C# ენაზე, აგებულია NET CORE 2 პლატფორმაზე და იყენებს ისეთ ბიბლიოთეკებს, როგორცაა StackExchange Redis, NewtonSoft JSON და Puppeteer-Sharp [7-9].

### 2.2. Redis მონაცემთა ბაზა

ძალზე ხშირია შემთხვევა, როდესაც საჭიროა მარტივი მონაცემების დროებითი შენახვა. ზოგადად, მონაცემთა ბაზებთან სამუშაოდ გამოიყენებენ SQL Server, MySQL და სხვა რელაციურ ბაზებს. ეს გამოწვეულია მათი პოპულარობით. რეალურ პირობებში რელაციური მონაცემთა ბაზები იკავებს საკმაოდ დიდ რესურსს და დროს მონაცემთა დასამუშავებლად. ამ მიზეზით, სერვის-ქორში რეალიზებულია NoSQL ტიპის მონაცემთა ბაზა Redis [10,11].

იგი განეკუთვნება გასაღები – მნიშვნელობა (Key – Value) კატეგორიას და გამოირჩევა მონაცემთა დამუშავების განსაკუთრებული სისწრაფით. ასევე, იგი უზრუნველყოფს გამოქვეყნება/ხელმოწერა (Publish/Subscribe) ბრძანებების მუშაობს, რის საფუძველზეც შესაძლებელია ყოველი ახალი მონაცემის დამატებისას მისი დადგენა და მომენტალური დამუშავება [12].

მოყვანილია ჩანაწერის მაგალითი:

```
{ "Ident": "B9CK2DLCH7JSH6XH4",
  "StatusId": 0,
  "Data": [ [ { "Name": "Giorgi Mgebrishvili", "Email": "giorgingebriashvili@outlook.com" }, { "Name": "Gia Surguladze", "Email": "giasurguladze@mail.com" } ] ],
  "OptionalMessage": "",
  "ErrorMessage": "" }
```

#### მაგალითი 1.

როგორც მაგალითიდან ჩანს, ჩანაწერი შეიცავს უნიკალურ იდენტიფიკატორს, მისი მდგომარეობის სტატუსს (0 ნიშნავს დასამუშავებელს), Data-მონაცემს, რომელიც ინდივიდუალურია ყველა მიკროსერვისისთვის (ამ შემთხვევაში ეს სახელი და ელექტრონული ფოსტების მასივია), ტექსტი და შეცდომის ტექსტი.

### 2.3. JSON ფორმატი

დღესდღეობით, მონაცემთა გადაწოდებისთვის ხშირად გამოყენებად ფორმატებს შორისაა JSON ფორმატი. Newtonsoft JSON ბიბლიოთეკა უზრუნველყოფს მის მოქნილ დამუშავებას C# ენაზე. სწორედ ამ ფორმატით, ამ ბიბლიოთეკის გამოყენებით ხდება მონაცემების ამოკითხვა და ჩაწერა Redis ბაზაში. JSON სინტაქსი ექვემდებარება მარტივ წესებს: ობიექტის ტანი იწერება ფიგურულ ფრჩხილებს შორის, მასივი იწერება ოთხკუთხედ ფრჩხილებს შორის და მძიმითაა გამოყოფილი, ტექსტური მონაცემები იწერება ბრჭყალებს შორის, რიცხვითი მონაცემები შეიძლება დაიწეროს ბრჭყალების გარეშეც, გასაღები მნშვნელობა გამოყოფილია ორწერტილით, ყოველი შემდეგი მონაცემი გამოყოფილია მძიმით, უკანასკნელ მონაცემს ბოლში მძიმის გაწერა არ ესაჭიროება.

### 2.4. ბრაუზერის გამოყენება

ხშირია შემთხვევა, როდესაც საჭიროა საჯარო ინფორმაციის გამოტანა პირდაპირ ბრაუზერიდან (ე.წ. პარსინგი) [13]. ეს ხდება მაშინ, როდესაც ამა თუ იმ ვებ-საიტს არ აქვს API ან ხშირად იცვლება, რაც მის გამოყენებას შეუძლებელს ქმნის. ამ პრობლემის გადასაჭრელად გამოყენებულია ბიბლიოთეკა Puppeteer-Sharp. ეს ბიბლიოთეკა შეიცავს სხვადასხვა ვებ ბრაუზერების (მათ შორის ქრომის და მოზილას) ბირთვებს. ის საშუალებას გვაძლევს მოვახდინოთ მანიპულაცია ვებ-გვერდებზე. კერძოდ: ნავიგაცია პროგრამულად, JavaScript კოდის ხელოვნურად გაშვება (ინექცია), სურათების დამახსოვრება და სხვა. Puppeteer-Sharp ბიბლიოთეკა გამოირჩევა სისწრაფით და შეცდომების მოქნილი მართვით (Error Handling).

### 2.5. ლოგირება

პროგრამის გამართული მუშაობის ანალიზი და მუშაობის პროცესისას აღმოჩენილი შეცდომების აღმოფხვრა არის ძალზე მნიშვნელოვანი საკითხი. ამისათვის გარდაუვალია პროგრამის მუშაობისას სხვადასხვა *მოვლენების, პროცესების, შეცდომების შესახებ ინფორმაციის ავტომატური შენახვა ანუ ლოგირება* [14]. ეს ინფორმაცია შეიძლება მოიცავდეს თარიღებს, რაოდენობას, რაიმე სტატუსს, ტექსტს, ობიექტს და სხვა.

ლოგირების ჩანაწერს ბაზაში აქვს შემდეგი სახე:

```
{ "Ident": "NC6LDC9KC1LC",
  "LogLevel": 0,
  "ProgramName": "MailSender",
  "DateTime": "2019-10-24 10:15:49",
  "Message": "Program started succesfully" }
```

### მაგალითი 2.

ჩანაწერი შეიცავს უნიკალურ იდენტიფიკატორს, ლოგის დონეს (0 ნიშნავს ინფორმაციულს), პროგრამის დასახელებას, თუ რომლიდან მოხდა მისი დამატება ბაზაში, დამატების თარიღს და ინფორმაციულ ტექსტს.



## 2.6. დოკუმენტი

თითოეული მიკროსერვისის ინახება დოკუმენტში. დოკუმენტი არის პროგრამა, რომელიც იძლევა ვირტუალური მანქანის შესაძლებლობას ოპერატიული სისტემის დონეზე [3].

დოკუმენტის კონტენტის აგება შესაძლებელია კონსოლიდანაც. უნდა მოხდეს ყველა დეტალის აღწერა: რამდენი მეგაბაიტი ოპერატიული მეხსიერება დასჭირდება პროგრამას, რა ბიბლიოთეკები და პროგრამები უნდა დაინსტალირდეს კონტენტში, რა საქალღებების და ქვესაღებების შექმნაა საჭირო და ა.შ.

დოკუმენტის უპირატესობა გამოიხატება იმაში, რომ მათი კონტენტის გამორთვის შემთხვევაში ოპერატიული მეხსიერებიდან ამოიშლება ყველა მასში შემავალი პროგრამა, შესაბამისად, პროგრამის „ჩარჩენა“ და ოპერატიული მეხსიერების გადავსება გამორიცხულია. ეს აღკვეთს სერვერის გაუმართაობას და მისი გადატვირთვის საჭიროებას ოპერატიულ მეხსიერებასთან დაკავშირებული პრობლემების გამო.

## 2.7. პარამეტრების გარედან მიწოდება

ყველა პროგრამაში გვხვდება ცვალებადი პარამეტრები, როგორცაა მონაცემთა ბაზის IP მისამართი, მომხმარებლის სახელი და პაროლი, რაიმე სერვისის სატესტო და რეალური ვერსიების ვებ მისამართები [5]. ამგვარი ინფორმაცია ხშირად საჭიროებს ცვლას, ამიტომაც საჭიროა არა მისი რედაქტირება პროგრამის შიგნით ყოველ ჯერზე პროგრამისტი მიერ, არამედ მათი გარედან მიწოდება მომხმარებლის მიერ.

Service Core-ს პარამეტრების ფაილი გარკვეულ წესებს ემორჩილება. გაჩუმების პრინციპით პროგრამა ეძებს ფაილს appsettings.json, თუმცა სხვა სახელის ფაილის გადაწოდებაც შესაძლებელია. ფაილი მხოლოდ JSON ფორმატის ინფორმაციას ინახავს. სავალდებულოა ისეთი ველების აღწერა, როგორცაა: მონაცემთა ბაზის მისამართი, პორტი, მომხმარებელი და პაროლი. ბაზაში ამ პროგრამასთან დაკავშირებული ცხრილების დასახელებები, პროგრამის მუშაობის ხანგრძლივობა და ციკლის ინტერვალი.

აგრეთვე, პარამეტრების ფაილი შეიცავს 1 ღია ობიექტს „CustomData“. ამ ობიექტში პარამეტრების ჩასაწერად არ არსებობს ერთიანი შაბლონი და დამოკიდებულია უშუალოდ კონკრეტული მიკროსერვისის მოთხოვნებზე. შესაბამისად, მისი შევსება ხდება კონკრეტული მიკროსერვისის დოკუმენტაციიდან გამომდინარე.

## 2.8. პროგრამის მიმდინარეობა (flow) და ციკლი

Service Core-ში მიკროსერვისები მონაცემებს ამუშავებენ რიგების პრინციპით. ყველა მიკროსერვისს აქვს გაწერილი პარამეტრებში თუ რომელ ცხრილს ამუშავებს ბაზაში და რომელ არხზე უსმენს გამოქვეყნებულ მონაცემებს.

თავდაპირველად კლიენტის (იქნება ეს რაიმე პროგრამა, ფიზიკური პირი თუ სხვა მიკროსერვისი) მიერ უნდა მოხდეს ბაზაში ჩანაწერის ჩამატება და გამოქვეყნება (publish ბრძანება). მიკროსერვისი, რომელიც მუდმივადაა დოკუმენტი გაშვებული, იღებს სიგნალს და შესაბამისი იდენტიფიკატორის საფუძველზე ამოიკითხავს ჩანაწერს ბაზიდან, JSON ფორმატიდან გადაიყვანს შესაბამის კლასებში და იწყებს დამუშავებას.

საყურადღებოა მონაცემთა დამატების ორი მეთოდი: ბაზაში ჩამატება და გამოქვეყნება. თუ მონაცემი მხოლოდ ჩამატებულია, მაშინ პროგრამა ელოდება ციკლს და ვადის გასვლის შემდეგ იწყებს მის დამუშავებას, ხოლო თუ მონაცემის დამატებასთან ერთად მოხდა მისი გამოქვეყნებაც, მაშინ მიკროსერვისი ამუშავებს მას ურიგოდ. ამგვარი მეთოდის შემუშავება გახდა საჭირო პირველი და მეორე ხარისხოვანი მონაცემების გასანაწილებლად.

ამ დროს Redis ბაზაში ჩანაწერის სტატუსი იცვლება 0-დან 1-ზე, რაც დამუშავების პროცესში მყოფ ჩანაწერს ნიშნავს. მოხდება მონაცემების ინდივიდუალური დამუშავება. იმ შემთხვევაში თუ ვერც ერთი მონაცემი დამშავდა, სტატუსს ენიჭება 4 ანუ შეცდომის კოდი. თუ ყველა მონაცემი დამუშავდა სწორად, მაშინ ენიჭება კოდი 2. ნაწილობრივი წარმატების შემთხვევაში ენიჭება კოდი 3. იშვიათად, როდესაც ქსელში პრობლემაა, ჩანაწერს ენიჭება კოდი 5, რაც სერვისის შეცდომას მიანიშნებს.

ამ პროცესის განმავლობაში ყოველი ეტაპის დაწყების და დასრულების დროს ილოგება ინფორმაცია - დაწყების და დამთავრების შესახებ. ასევე ილოგება ინფორმაცია მონაცემების შესახებ: სრული რაოდენობა, წარმატებით და შეცდომით დამშავებულების რაოდენობა.

## 2.9. მიკროსერვისის მაგალითი

განვიხილოთ პროგრამის მიმდინარეობა ერთ-ერთი მიკროსერვისის, MailSender-ის მაგალითზე.

თავდაპირველად მოხდება საჭირო გარემოს სტანდარტული აწყობა Docker-ის გამოყენებით. შემდეგში ხდება პროგრამის კონფიგურაცია. პარამეტრების ფაილში აუცილებელია მიეთითოს SMTP პარამეტრები, ელექტრონული ფოსტა და პაროლი რომლიდანაც მოხდება ელექტრონული წერილების დაგზავნა.

ვთქვათ, ბაზაში წინასწარაა 3 ჩანაწერი დამატებული. ამ შემთხვევაში მიკროსერვისი გაშვებისთანავე დაამუშავებს სამივე ჩანაწერს (გააგზავნის მეილებს) დამატების თარიღის მიხედვით.

დავუშვათ, მოხდა 5 ახალი ჩანაწერის დამატება და ციკლამდე არ მისულზე კიდევ 1 ახალი ჩანაწერის დამატება და გამოქვეყნება. ამ შემთხვევაში მიკროსერვისი ჯერ გამოქვეყნებულ მეილზე გააგზავნის წერილს, ხოლო შემდეგ რიგში მყოფ 5 მეილზე.

ამ პროცესების განმავლობაში მოხდება ისეთი ინფორმაციის დალოგვა როგორცაა ჩანაწერებში არსებული მეილები, მეილების ვალიდურობა, რაოდენობა და მოხდა თუ არა მათი წარმატებით გაგზავნა.

## 3. დასკვნა

შემოთავაზებულია მიკროსერვისული არქიტექტურის აწყობის მეთოდი გარკვეული ბიბლიოთეკების გამოყენებით. განხილულია ერთ-ერთი კომერციული კომპანიის კონკრეტული მიკროსერვისი. ამგვარად დაყოფილი სერვისების კოლექცია მონოლითურ აპლიკაციასთან შედარებით უფრო მარტვად მართვადია. უმჯობესდება გატესტვის ხარისხი და სისწრაფე. ადვილდება პროექტის მართვა და განვითარება.

ლიტერატურა – References – Литература:

1. Monolithic architecture vs microservices choosing the right architecture for the project. (2019). <https://ka.mort-sure.com/blog/monolithic-architecture-vs-microservices-choosing-the-right-architecture-for-the-project-288872>
2. Surguladze G., Bulia I. (2012). Integration and Building of Web-Applications for Enterprises. ISBN978-9941-20-165-3. Monogr., Georgian Technical University. Tbilisi. -324 p., (in Georgian). [https://gtu.ge/book/GiaSurg\\_Book\\_2012.pdf](https://gtu.ge/book/GiaSurg_Book_2012.pdf)
3. Surguladze G., Gulua D., Kakheli B. (2019). Development of Software Applications using Virtualization. Georgian Technical University. “IT Consulting Center”, Tbilisi. -150 p., (in Georgian). [http://gtu.ge/book/SurGuluaKakheli\\_Virtualization.pdf](http://gtu.ge/book/SurGuluaKakheli_Virtualization.pdf)
4. Surguladze G., Gulua D. (2017). Network Architectures for Business. Georgian Technical University. “IT Consulting Center”, Tbilisi. -270 p., (in Georgian). [http://gtu.ge/book/gia\\_sueguladze/SurGul\\_ServTechBusiness.pdf](http://gtu.ge/book/gia_sueguladze/SurGul_ServTechBusiness.pdf)
5. Surguladze G., Gulitashvili M., Kiviladze N. (2015). Web-Applications Testing, Validation and Verification.. ISBN 978-9941-0-7682-4. Georgian Technical University. Tbilisi, -205 p., (in Georgian). [http://gtu.ge/book/gia\\_sueguladze/4%20GiaSurg%20WebSoftwareTesting.pdf](http://gtu.ge/book/gia_sueguladze/4%20GiaSurg%20WebSoftwareTesting.pdf)
6. Loan Keeper. Dolphin Software. Internet resource: <http://loankeeper.ge/en/>
7. Redis. Internet resource: <https://stackexchange.github.io/StackExchange.Redis/>
8. NewtonSoft. Internet resource: <https://www.newtonsoft.com/json>
9. PuppeteerSharp. Internet resource: <https://www.puppeteerssharp.com/>
10. Surguladze G., Petriashvili L. (2017). Modern Data Management Technologies (Oracle, MySQL, MongoDB, Hadoop). GTU, “Techn.Univ”, Tb., -203 p., (in Georgian). [https://gtu.ge/book-/PetriSurgu\\_DataManagmTechn.pdf](https://gtu.ge/book-/PetriSurgu_DataManagmTechn.pdf)
11. Surguladze G., Kiviladze G. (2017). Surguladze G., Kiviladze G. Introduction to NoSQL Databases. ISBN 978-9941-0-9642-6. Georgian Technical University. “IT Consulting Center”. Tbilisi, -153 p., (in Georgian) . [http://gtu.ge/book/NoSQL\\_Surgul.pdf](http://gtu.ge/book/NoSQL_Surgul.pdf)
12. Pub/Sub. Internet resource: Redis. <https://redis.io/topics/pubsub>
13. Garsiel T., Irish P. (2011). How Browsers Work: Behind the scenes of modern web browsers. Internet resource: <https://www.html5rocks.com/en/tutorials/internals/howbrowsers-work/>
14. Log file. Internet resource: [https://en.wikipedia.org/wiki/Log\\_file](https://en.wikipedia.org/wiki/Log_file)

## MANAGEMENT OF A FINANCIAL ORGANIZATION BY USING MICROSERVICE ARCHITECTURE

Surguladze Gia, Mgebrishvili Giorgi  
Georgian Technical University

### Summary

The purpose of this work is to develop a support system for automating business processes of organizational management based on the concept of using microservices. In particular, the design and software implementation in financial organizations by utilizing microservice architecture. The following thesis discusses the disadvantages of the monolithic application of corporate systems and suggests microservices as the alternative for simplified management and agile development. There is shown the creation process of the microservices core based on C# programming language and NoSQL database Redis with the use of different common libraries on the platform of Visual Studio .NET Core. There is discussed one specific example of the microservice.

## УПРАВЛЕНИЕ ФИНАНСОВОЙ ОРГАНИЗАЦИИ ПРИ ПОМОЩИ МИКРОСЕРВИСНОЙ АРХИТЕКТУРЫ

Сургуладзе Г., Мгебришвили Г.  
Государственный Технический Университет

### Резюме

Целью данной работы является разработка системы поддержки автоматизации бизнес-процессов организационного управления на основе концепции использования микросервисов. В частности, проектирование и программная реализация программного обеспечения финансовой организации при помощи архитектуры микросервисов. Обсуждены недостатки монолитной аппликации корпоративных систем. Предложена концепция микросервисов как альтернатива для упрощенного менеджмента и гибкой разработки системы. Представлено создание ядра системы микросервисов при помощи языка программирования C# и NoSQL базы данных Redis, с использованием разных известных библиотек на платформе Visual Studio.NET Core. Рассматривается один конкретный иллюстративный пример микросервиса.

# SELINUX, როგორც წვდომის გამიჯვნის საშუალება ღრუბლოვან გამოთვლებში

გიორგი იოსებიძე, ნიკოლოზ ბჟალავა

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია ლინუქსის ფრეიმვორკის უსაფრთხოების მოდული SELinux, როგორც ღრუბლოვან გამოთვლებში წვდომის გამიჯვნის საშუალება. განხილულია კლასიკური დაცვის სისტემის მოქმედების ალგორითმი, მანდატური წვდომის (MAC) მოდელის სტრუქტურა, მისი უპირატესობა დისკრეტული წვდომის (DAC) მოდელთან შედარებით. დეტალურადაა გაანალიზებული SELinux-ის მოხმარების აუცილებლობა KVM ჰიპერვიზორის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად, დასაბუთებულია Svirt-ის მრავალდონიანი MLS პოლიტიკის გამოყენება ღრუბელში ვირტუალურ მანქანებს (VM) შორის არასანქცირებული წვდომის აღსაკვეთად.

**საკვანძო სიტყვები:** ღრუბლოვანი გამოთვლები. წვდომის გამიჯვნა. SELinux. ჰიპერვიზორის უსაფრთხოება. Svirt. ვირტუალური მანქანა. MLS.

## 1. შესავალი

ინფორმაციულ ტექნოლოგიებში უმნიშვნელოვანესი ადგილი უკავია უსაფრთხოების საკითხს. მათ შორის, რა თქმა უნდა, არც ღრუბლოვანი გამოთვლები წარმოადგენს გამონაკლისს. ზოგადად, ღრუბლოვანი გამოთვლები ეს არის ტექნოლოგია, როდესაც ინფორმაციის შენახვა, დამუშავება, სხვადასხვა ელექტრონული სერვისების გამართვა და თვით ოპერაციული სისტემის გაშვებაც კი ხდება არა ლოკალურად ჩვენს პერსონალურ გამოთვლით მანქანებზე, არამედ მონაცემთა ცენტრებში. ღრუბლოვან სერვისებში, სხვადასხვა ობიექტური მიზეზების გამო, გაზრდილია უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული რისკფაქტორები. ნებისმიერ სისტემის უსაფრთხოების მნიშვნელოვანი შემადგენელი ნაწილია *წვდომის გამიჯვნა*.

ღრუბლოვან გამოთვლებში დიდი წილი უკავია Linux-ის პლათფორმაზე დაფუძნებულ სხვადასხვა პროდუქტს, მაგალითად: Openstack, KVM და თვით სერვერული ოპერაციული სისტემების უმეტესობაც სწორედ Linux-ის სხვადასხვა დისტრიბუტივზეა აგებული, ამიტომ აუცილებელია განვიხილოთ მასში არსებული უსაფრთხოების მექანიზმები და, მათ შორის, „Selinux“ (Security Enhanced Linux), რომელიც წვდომის გამიჯვნის ერთ-ერთი მთავარი საშუალებაა. იგი რეალიზებულია Linux-ის ბირთვში უსაფრთხოების მოდულის სახით [1].

## 2. ძირითადი ნაწილი

Selinux თავდაპირველად შექმნილი იქნა აშშ-ს ეროვნული უსაფრთხოების სააგენტოს (NSA) მიერ, რომელიც შემდეგ გავრცელდა GPL ლიცენზიით, ანუ „ღია კოდის“ სახით [1]. იგი შემუშავებული იქნა Linux-ში უკვე არსებული კლასიკური უსაფრთხოების ე.წ. DAC (Discretionary Access Control) სისტემაში არსებული

ნაკლოვანებების შესავსებად. კონფიგურაციის თვალსაზრისით Selinux საკმაოდ რთული სისტემაა და ბევრი სისტემური ადმინისტრატორისთვის დღესაც რჩება ბუნდოვან და გაუგებარ საკითხად, ამიტომ სპეციალისტების გარკვეული ნაწილი თავს იკავებს მისი გამოყენებისგან, რაც თავისთავად არის არასწორი მიდგომა, ვინაიდან კარგად გამართულ Selinux-ის უსაფრთხოების პოლიტიკას შეუძლია თავიდან აგვაცილოს მნიშვნელოვანი რისკები. იმისათვის, რომ გავარკვიოთ მისი მუშაობის პრინციპი, ჯერ უნდა განვიხილოთ კლასიკური დაცვის სისტემის მოქმედების ალგორითმი და მისი უარყოფითი მხარეები.

Linux-ში DAC ანუ დისკრეციული წვდომის მექანიზმი ეფუძვნება შემდეგ პრინციპს: ყოველ ობიექტს (ფაილს, საქაღალდეს) სისტემაში ჰყავს ე.წ. მფლობელი ანუ ოპერაციული სისტემის მომხმარებელი, რომელიც აწესებს ამ ობიექტზე წვდომის წესებს. ოპერაციულ სისტემაში შეიძლება იყოს მრავალი მომხმარებელი. მომხმარებლების სიმრავლე თავის მხრივ იყოფა ქვესიმრავლეთა ჯგუფებად. ყოველი მათგანისათვის თითოეულ ობიექტზე წვდომის წესების იგივე ე.წ. ACL-ის განსაზღვრა საკმაოდ რთული იქნებოდა. ამიტომ თითოეულ ფაილსა და საქაღალდზე წვდომის უფლებები მომხმარებლების მიხედვით, დაიყო სამ ჯგუფად: ობიექტის მფლობელის უფლებები (owner); მომხმარებლების ჯგუფის უფლებები (group); სხვა ყველა დანარჩენის უფლებები (other).

თითოეულ ამ მოქმედ სუბიექტს (owner,group,other) ობიექტზე შეუძლია სამი მოქმედების შესრულება: წაკითხვა (read), ჩაწერა (write) და გაშვება (execute). ოპერაციულ სისტემაში ყველა ობიექტისათვის განსაზღვრულია ის მოქმედებები, რომელიც შეუძლია შეასრულოს, მფლობელმა, მომხმარებლების ჯგუფმა და სხვა ყველა დანარჩენმა.

არსებულ დისკრეციული წვდომის ეწ „DAC” მოდელზე აგებულ უსაფრთხოების მექანიზმს აქვს სუსტი მხარეები: ოპერაციულ სისტემაში ნებისმიერი პროცესის გაშვება ხდება რომელიმე მომხმარებლის სახელით და იგი მემკვიდრეობით იღებს ამ მომხმარებლის ყველა უფლებას, რაც გულისხმობს ამ მომხმარებლის კუთვნილ ყველა ფაილზე, მათ შორის კონფიგურაციის ფაილებზე სრულ წვდომას, იმისდა მიუხედავად ამ კონკრეტულ პროცესს ჭირდება თუ არა ეს ფაილები. მაგალითად, ვირუსით დაინფიცირებულმა ბრაუზერმა Firefox-მა, რომელიც გაუშვა რომელიმე მომხმარებელმა, შეიძლება წაიკითხოს მომხმარებლის კუთვნილი SSH გასაღებების ფაილი, მიუხედავად იმისა ჭირდება თუ არა ამ პროცესს ეს კონკრეტული ინფორმაცია. ასევე ადმინისტრატორი ვერ გააკონტროლებს თუ რომელიმე მომხმარებელმა იგივე SSH გასაღებების ფაილზე წვდომის უფლება მისცა სხვა მომხმარებლებს.

როგორც ზემოთ მოყვანილი მაგალითებიდან ჩანს, DAC-ზე (Discretionary Access Control) დაფუძნებული სისტემა ვერ უზრუნველყოფს წვდომის გამიჯვნის სათანადო დეტალიზაციას. იგი უფლებების გამიჯვნას ახერხებს მხოლოდ მომხმარებლის და ადმინისტრატორის დონეზე. ის არ იძლევა საშუალებას მოხდეს წვდომის უფლებების უფრო დეტალური დანაწევრება.

ასევე პრობლემას ქმნის ის ფაქტი, რომ ჩვეულებრივ მომხმარებელს საშუალება აქვს განუსაზღვრელი უფლებები მიანიჭოს სხვა მომხმარებლებს თავის კუთვნილ ობიექტებზე. სწორედ ამ პრობლემების გამო დადგა უფრო სრულყოფილი მექანიზმების შემუშავების აუცილებლობა.

ტრადიციული წვდომის გამიჯვნის მექანიზმისგან განსხვავებით, რომელიც ზემოთ იყო აღწერილი და ეფუძნებოდა ე.წ. DAC მოდელს, Selinux-ის მუშაობის პრინციპი აგებულია ე.წ. MAC (Mandatory Access Control) მოდელზე. იგი გვაძლევს საშუალებას სუბიექტის ობიექტზე წვდომის უფლებები იყოს უფრო დანაწევრებული. ეს უფლებები განსაზღვრულია პოლიტიკის სახით და პოლიტიკები შედგენილია არა ობიექტის მფლობელის მიერ, არამედ ისინი იმართება ცენტრალიზებულად, სისტემის მიერ და რიგით მომხმარებელს არ შეუძლია მათი შეცვლა.

ამ შემთხვევაში სისტემის ადმინისტრატორი განსაზღვრავს სუბიექტების ობიექტებზე ურთიერთქმედებას, რაც საკმაოდ მნიშვნელოვანია. ეს წვდომის უფლებები გაწერილია დეტალურად. Linux-ში არსებული ზემოთ განხილული უსაფრთხოების კლასიკური სისტემისგან განსხვავებით, სადაც ე.წ. „root“ აქვს განუსაზღვრელი უფლება სისტემის ყველა ობიექტზე, ამ შემთხვევაში ამას არა აქვს მნიშვნელობა. რაიმე პროცესი შეიძლება გაშვებული იყოს ე.წ. „root“-ის უფლებებით, მაგრამ არ ჰქონდეს კონკრეტულ ობიექტზე წვდომის უფლება, ან წვდომა ჰქონდეს შეზღუდული. წვდომის უფლებების გამიჯვნის რეგულირებისთვის Selinux იყენებს ე.წ. უსაფრთხოების კონტექსტურ ჩანაწერს და Selinux-ის პოლიტიკებს (Selinux police).

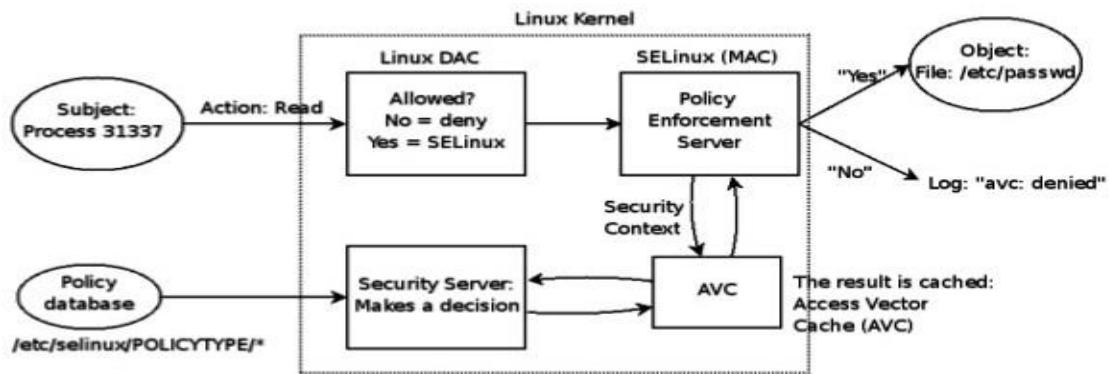
სისტემაზე, სადაც გაშვებულია Selinux, ყველა პროცესი და ფაილი მარკირებულია ე.წ. Selinux-ის უსაფრთხოების კონტექსტებით, რომლებიც შეიცავს დამატებით ინფორმაციას, დომენის, როლის და ტიპის სახით:

- დომენი (Domain) – არის მოქმედებების ჩამონათვალი, რომელიც შეუძლია განახორციელოს პროცესმა;
- როლი (Role) – დომენების ჩამონათვალია, რომელიც შეიძლება იქნეს გამოყენებული Selinux-ის მომხმარებელი მიერ;
- ტიპი (Type) ) – მოქმედებათა კრებული, რომელიც დასაშვებია ამ ობიექტის მიმართ;

Selinux-ის მომხმარებელი (Selinux user) – ოპერაციული სისტემის მომხმარებლისგან განსხვავებული „პირი“. როგორც წესი, ერთ Selinux user-ს შეიძლება იყენებდეს რამდენიმე Linux user. ამ ატრიბუტთა ერთობლიობა ქმნის უსაფრთხოების კონტექსტს. იმას, თუ რომელ პროცესს რომელ ფაილზე ჰქონდეს წვდომა, არეგულირებს Selinux-ის პოლიტიკები. ესაა წესების კრებული, რომლითაც ხელმძღვანელობს Selinux. სწორედ ის განსაზღვრავს types ფაილებისთვის, domain-ს პროცესებისთვის და იყენებს role-ებს, რათა domain-ს შეუზღუდოს წვდომა, ასევე შეიცავს მომხმარებლის იდენტიფიკატორებს, რათა მიაწოდოს მათ შესაბამისი role-ები. ანუ ზოგადად, პოლიტიკები აღწერს წვდომის უფლებებს ობიექტებზე ყველა მომხმარებლისათვის, პროგრამისა და პროცესისათვის. არსებობს მთელი რიგი სტანდარტული პოლიტიკები, მათ შორის გამოყოფენ ოთხ ძირითადი ტიპს:

- მიზნობრივი (Targeted);
- მინიმალური (Minimum);
- მკაცრი (Strict);
- მრავალ დონიანი (Multi-level Security , MLS);

1-ელ ნახაზზე მოცემულია Selinux-ის მუშაობის პრინციპის აღწერა [2,3].



ნახ.1. Selinux-ის მუშაობის პრინციპი, გრაფიკული აღწერა.

ღრუბლოვან გამოთვლებში, ერთ ფიზიკურ მანქანაზე ჰიპერვიზორის დახმარებით შეიძლება იყოს რამდენიმე ვირტუალური მანქანა, რომელებსაც იყენებს სხვადასხვა მომხმარებელი სხვადასხვა მიზნისთვის, რაც უსაფრთხოების კუთხით ქმნის გარკვეულ პრობლემებს [3]. ამიტომ საჭიროა, რომ ვირტუალური მანქანები მაქსიმალურად იყოს ერთმანეთისაგან და „მასპინძელი“ ოპერაციული სისტემისაგან იზოლირებული.

ქვემოთ მოყვანილია მაგალითი ფიზიკური სერვერი KVM-ით და მასზე რამდენიმე ვირტუალური მანქანით (ნახ.2). ამ ვირტუალურ მანქანებთან ასოცირებული ყველა პროცესი და ვირტუალური დისკი სრულდება ერთი და იგივე მომხმარებლის (user) სახელით. ერთი ვირტუალური მანქანის კომპრომეტირება იძლევა იმის საშუალებას, რომ მოხდეს სხვა ვირტუალური სისტემების დაზიანებაც. ამიტომ დღის წესრიგში დადგა ვირტუალურ მანქანებთან დაკავშირებული პროცესებისა და იმიჯების ერთმანეთისგან გასამიჯნად შექმნილიყო უფრო სრულყოფილი მექანიზმი. ამის განხორციელება შესაძლებელი გახდა უკვე არსებული Selinux-ის ფუნქციების გაფართოებით, ე.წ. Svirt (Security virtualization) მეშვეობით [4,5].



ნახ.2. KVM ჰიპერვიზორში ვირტუალური მანქანების მარკირების მაგალითი

Svirt-ის საშუალებით ხდება ვირტუალური იმიჯების და მანქანების დინამიკური მარკირება უნიკალური Selinux-ის კონტექსტით, რაც საშუალებას აძლევს უკვე შემდეგში Selinux-ის შესაბამის პოლიტიკას აკონტროლოს ისინი და არ დაუშვას მათი ერთმანეთზე მავნე ზემოქმედება. Svirt იყენებს მრავალდონიან MLS პოლიტიკას. MLS-ის შემთხვევაში ზემოთ განხილულ Selinux-ის კონტექსტს, რომელიც შედგებოდა USER:ROLE:TYPE-ით, ემატება კიდევ ერთი კომპონენტი USER:ROLE:TYPE:MLS.

MLS-ის მეშვეობით ორი ვირტუალური მანქანის უსაფრთხოების კონტექსტი განსხვავებულია ერთმანეთისგან, რაც Selinux-ს აძლევს საშუალებას აღკვეთოს ვირტუალურ მანქანებს შორის არასანქცირებული წვდომა და მოახდინოს მათთან დაკავშირებული პროცესების იზოლირება.



### 3. დასკვნა

როგორც ნაშრომიდან ჩანს, SELinux არის საკმაოდ რთული და მძლავრი სისტემა უსაფრთხოების კუთხით. მისი მუშაობის პრინციპების სიღრმისეული ცოდნა და გამოყენება, ინფორმაციული ტექნოლოგიების სხვადასხვა მიმართულებებზე, მათ შორის ღრუბლოვანი სერვისებში, გაზრდის სისტემის უსაფრთხოების ხარისხს, რაც უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების ეპოქაში.

#### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Steven Vaughan. (2019). How to set up SELinux right, the first time. <https://www.hpe.com/us/en/insights/articles/how-to-set-up-selinux-right-the-first-time-1901.html>
2. Kamkamidze K., Bzhalava N., Nachkepia G. (2014). Advantages, disadvantages, development prospects of cloud computation. Transactions. Georgian Technical University. AUTOMATED CONTROL SYSTEMS, No 2(18), Tb., pp. 77-80 (in Georgian)
3. Egts D. (2012). Secure virtualization for tactical environments. Intrenet resource: <http://mil-embedded.com/articles/secure-virtualization-tactical-environments/>
4. Sadequl H. (2014). An Introduction to SELinux on CentOS 7. Part1: Basic Concepts. Intrenet resource: <https://www.digitalocean.com/community/tutorials/an-introduction-to-selinux-on-centos-7-part-1-basic-concepts>
5. SELinux Beginner's Guide. (2018). Intrenet resource: <https://itsecforu.ru/2018/12/07/BE-selinux/> (in Russian).

#### SELINUX, AS A MEANS OF ACCESS RESTRICTION IN CLOUD COMPUTING

Iosebidge Giorgi, Bzhalava Nikoloz  
Georgian Technical University

##### Summary

discusses Linux kernel security module - SELinux as a means of access control in cloud computing, considers the algorithm of the classical security system, the structure of the model with mandatory access (MAC) and its advantages model with discretionary access (DAC). By analyzing SELinux as a security tool for the KVM hypervisor, it is reasonable to apply the multi-level MLS Svirt policy to prevent unauthorized access between virtual machines (VMs) in the cloud.

#### SELINUX, КАК СРЕДСТВО РАЗГРАНИЧЕНИЯ ДОСТУПА В ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЯХ

Иосебидзе Г., Бжалава Н.

Грузинский Технический Университет

##### Резюме

Рассматриваются вопросы использования модуля безопасности ядра Linux - SELinux, как средство разграничения доступа в облачных вычислениях, рассмотрены алгоритм классической системы защиты, структура модели с мандатным доступом (MAC) и ее преимущества по сравнению с моделью с дискреционным доступом (DAC). Анализируя SELinux, как средство обеспечения безопасности гипервизора KVM, обоснованно применение многоуровневой политики MLS Svirt для предотвращения несанкционированного доступа между виртуальными машинами (VM) в облаке.

## ვიდეო მეთვალყურეობა, როგორც მომსახურება (VSaaS) ღრუბლოვანი გამოთვლებისათვის

ალექსანდრე კეკელიძე, ცოტნე ქორჩილაძე, შოთა გრიგოლაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ღრუბლოვანი ტექნოლოგიების განვითარებამ ხელი შეუწყო მასშტაბური პლატფორმის შექმნას და გაძლიერებას, როგორც არის ვიდეო მეთვალყურეობა, როგორც მომსახურება (VSaaS). ვიდეო მეთვალყურეობა, როგორც სერვისი, არის ღრუბლოვანი გამოთვლების მომსახურება, რომელიც გვთავაზობს მოწინავე ფუნქციებს ინტელექტუალური დამუშავებისა და მონაცემთა წარმოდგენის ელემენტებით. ნაშრომში განვიხილავთ იმ საკითხებს, რომლებიც ხელს უწყობს ღრუბლოვანი სერვისების ფუნქციონირებისა და განხორციელების პროცესს, ასევე ღრუბლოვან ტექნოლოგიაზე დაფუძნებული ვიდეო მეთვალყურეობის უპირატესობებს ტრადიციულ სისტემებთან შედარებით.

**საკვანძო სიტყვები:** ღრუბლოვანი გამოთვლები. სერვისის მოდელები. VsaaS მომსახურება. ინტელექტუალური ვიდეო მეთვალყურეობა. ონლაინ ვიდეო ზედამხედველობა.

### 1. შესავალი

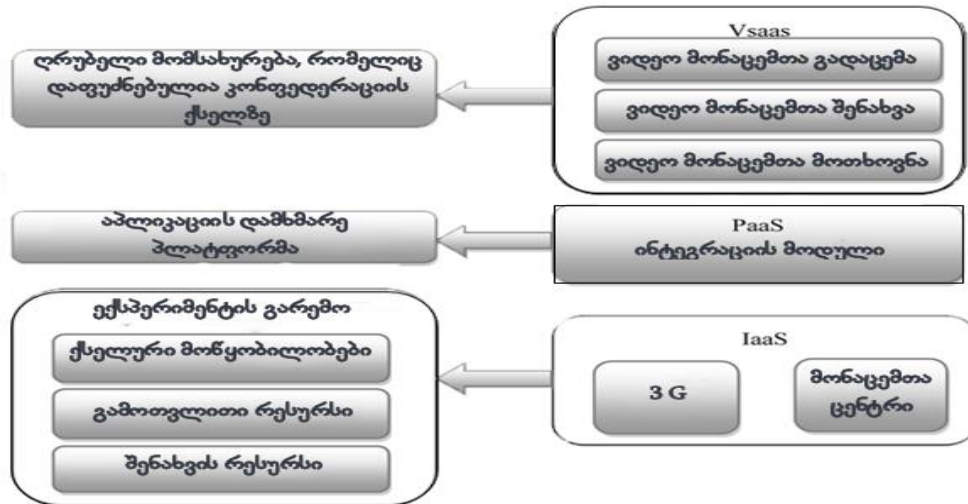
სათვალთვალო სისტემები უკვე რამდენიმე ათეული წელია გამოიყენება CCTV კამერებისა და ჩამწერებისთვის. დროთა განმავლობაში, ეს სისტემები კომპიუტერულ სისტემებსა და IP კამერებს იყენებდნენ (ჩაწერა, შენახვა და რეპროდუცირება), რომლებმაც სწრაფად მიაღწიეს უმაღლეს ზომებს: ელექტროენერჯის მოთხოვნების, დამუშავების, ანალიზის და განსაკუთრებით შენახვის მიმართულებით. მთავარი დაბრკოლებები არის ის, რომ ეს უკანასკნელი დაფუძნებულია გადაწყვეტილებების საფუძველზე [1].

ღრუბლოვანმა გამოთვლებმა შემოიტანა ახალი მიდგომა იმის შესახებ, თუ როგორ ხდება მონაცემების მართვა, რომელიც ასევე კარგად აისახება ვიდეო თვალთვალზე [2]. ამან გააჩინა იდეა, ღრუბლოვანი გამოთვლების უზარმაზარი ქსელის, შენახვისა და დამუშავების შესაძლებლობების გამოყენებით, ვიდეო ზედამხედველობის, როგორც სერვისის (VSaaS) გამოყენებით.

შესაძლებელია VsaaS-ს არქიტექტურის გამოყენებით დაკმაყოფილდეს ისეთი ღრუბელი ტექნოლოგიები, როგორცაა პროგრამული უზრუნველყოფა, როგორც სერვისი (SaaS), პლატფორმა, როგორც სერვისი (PaaS) და ინფრასტრუქტურა, როგორც სერვისი (IaaS) ღრუბლოვანი მომსახურება.

ნაშრომში შემოთავაზებულია მოქნილი ვიდეოთვალის სისტემა, რომელშიც მოცემულია განაწილებული სერვისის არქიტექტურა და არქიტექტურა, რომელიც ემყარება თანაბარუფლებიან (P2P) ქსელს.

ღრუბლოვანი გამოთვლები მომსახურებისას გამოიყენებს სამსაფეხურიან მიდგომას: IaaS, PaaS და SaaS, როგორც ნაჩვენებია 1-ელ ნახაზზე.



ნახ.1. სამსაფეხურიანი მიდგომა

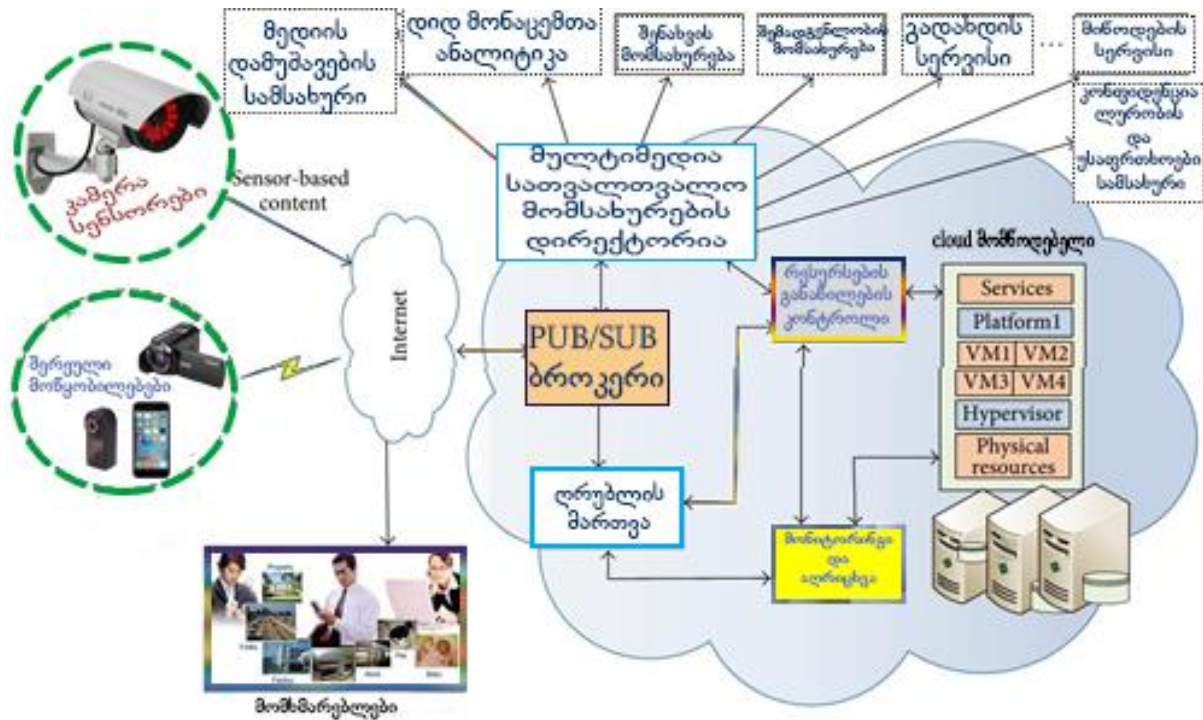
ინფრასტრუქტურა, როგორც მომსახურება (IaaS) უზრუნველყოფს ქსელის მოწყობილობების, გამოთვლის და შენახვის რესურსებს. PaaS არის პროგრამული უზრუნველყოფის პლატფორმა კონფედერაციული ქსელის პროგრამებისთვის. მომხმარებელს შეუძლია შეიმუშაოს აპლიკაციის მოდული პლატფორმაზე კომუნიკაციისთვის. SaaS უზრუნველყოფს მომხმარებლების პროგრამული უზრუნველყოფის მომსახურებას. SaaS-ის ორი ძირითადი კატეგორია არსებობს: ვერტიკალური SaaS (პროგრამა, რომელიც პასუხობს კონკრეტული ინდუსტრიის საჭიროებებს) და ჰორიზონტალური SaaS (პროდუქტები, რომლებიც ფოკუსირებულია პროგრამულ კატეგორიაში).

**2. ძირითადი ნაწილი: ვიდეო სერვისები, როგორც მომსახურება (VSaaS)**

ვიდეო – ზედამხედველობა, როგორც სერვისი (VSaaS), მიზნად ისახავს საყოველთაო მიწოდებას და ქსელში წვდომას ჩაწერილი მულტიმედიური რესურსების საერთო აუზზე, რომლის სწრაფი მიღება და გამოქვეყნება შესაძლებელია მინიმალური მენეჯმენტის ძალისხმევით ან მომსახურების მიმწოდებლის ინტერაქციით. ღრუბელზე დაფუძნებული ვიდეო თვალთვალის პროცესი საკმაოდ მარტივია საბოლოო მომხმარებლისთვის: ადგილზე კამერა ჩაწერს აუდიო / ვიდეო მასალას, აგზავნის მას ინტერნეტსივრცის საშუალებით ღრუბელთან და ვიდეო მენეჯმენტის პროგრამული უზრუნველყოფა (VMS) აწვდის კადრებს მოთხოვნის შესაბამისად. კლიენტს. ამასთან, დეტალური თვალსაზრისით, პროცესი მოიცავს რამდენიმე მნიშვნელოვან ნაბიჯს, როგორც ეს მოცემულია მე-2 ნახაზზე, რომელიც დეტალური VSaaS შემოთავაზებული ჩარჩოა [3].

არსებობს რამდენიმე მიღებული მომსახურება, როგორცაა: ინტელექტუალური ვიდეო მეთვალყურეობა, როგორც მომსახურება (IVSaaS), მართვა ვიდეო ზედამხედველობის, როგორც მომსახურება (MVSaaS ან MVaaS), ღრუბლოვანი ვიდეო მეთვალყურეობა (CVS) და ონლაინ ვიდეო ზედამხედველობა, როგორც სერვისი (OVSaaS).

VSaaS ღრუბლოვანი განლაგების არქიტექტურა შეიძლება იყოს საჯარო, კერძო ან ჰიბრიდი (ორი ერთმანეთთან დაკავშირებული ნაზავი). საზოგადოებრივი არქიტექტურა გულისხმობს ღრუბლოვანი მომსახურების გამოყენებას უკვე შექმნილ ზოგად პლატფორმას ვიდეო მეთვალყურეობის მართვისთვის [4].



ნახ.2. VsaaS ჩარჩო

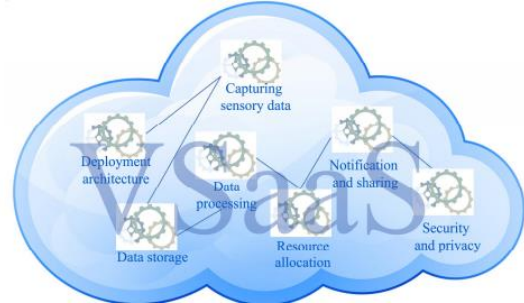
ეს არის ყველაზე გავრცელებული გამოყენების სცენარი VSaaS- ისთვის. კერძო არქიტექტურა გულისხმობს კომპანიის ან საწარმოს მიერ შექმნილ კერძო დრუბლოვან სერვისს, რომელიც პლატფორმას იყენებდა ვიდეო თვალთვალის მიზნით. ეს იშვიათად ხდება, რადგან ასეთი სისტემის დაფინანსება და შენარჩუნება რთულია.

სენსორული მონაცემების მეთოდები მოიცავს: მონაცემთა გაგზავნას იმ შემთხვევაში, როდესაც დრუბლოვანი სისტემა მოპოვებს მონაცემებს მოთხოვნის საფუძველზე, ჰიბრიდი (გაგზავნა/მიღება) არის ის შემთხვევა, როდესაც სისტემა წინასწარ არის შექმნილი სასურველი მოქმედების შესრულებლად. მისი უპირატესობა ემყარება მოვლენების ამოღებას, როგორცაა მოძრაობის გამოვლენა, ხმის და სიგნალიზაციის სისტემის გააქტიურება.

შემდეგი ბიჯი არის მონაცემთა შენახვა, რომელიც შეგიძლიათ შეინახოთ ადგილობრივად, ქსელთან მიმაგრებულ საცავში (NAS), რომელიც პირდაპირ მონაცემებს გადასცემს დრუბელს. ლოკალური შენახვა შეიძლება იყოს შუამავალი მოწყობილობის ფორმით, რომელიც გულისხმობს ნედლი ვიდეოს დროებით შენახვას და გადაკეთებას კომპრესირებულ ფორმატში, შემდეგ კი მას აგზავნის დრუბელში ან ჩამონტაჟებულ მეხსიერებასთან კამერით, რომელიც აგზავნის მონაცემებს განსაზღვრულ ინტერვალებში. ამ მიდგომებს აქვს უფრო მეტი გამოყენებადი მნიშვნელობა, რადგან ისინი ამცირებს გამტარუნარიანობას და კომპრესირების შესაძლებლობების გამო უკეთეს შედეგს აძლევს ვიდეოს. პირდაპირ მონაცემთა ნაკადი ნაკლებად პოპულარული მეთოდია. ეს გთავაზობთ პირდაპირ რეჟიმში ვიდეოს ნახვის შესაძლებლობას და მასში არასასურველი მოვლენების გამოვლენას.

მონაცემების შენახვის შემდეგ საჭიროა მისი დამუშავება. დრუბელზე დაფუძნებული თვალთვალის აშკარა უპირატესობა ის არის, რომ ის გთავაზობს შეუდარებელ გამოთვლით ძალას ტრადიციულ სისტემებზე ვიდეო კომპრესიისთვის. დამუშავების

მოწინავე თვისებები მოიცავს ისეთებს: როგორცაა სახის გამოვლენა, სახის ამოცნობა, მოძრაობის გამოვლენა, ხალხის მოძრაობის თვალყურის დევნება, ხალხის სიმკვრივის შეფასება, ნიმუშის ამოცნობა, სურათის სიმკვეთრე, ჭკვიანი ძებნა და დიდ მონაცემთა ანალიტიკას, ვიდეო ანალიზის სამსახურის (VAS) გამოყენებით. რესურსების გამოყოფა VSaaS დიზაინის მნიშვნელოვანი ასპექტია და განსაზღვრავს ღრუბელზე დაფუძნებული სისტემის მთლიან მუშაობას. VSaaS-ის უპირატესობა ისაა, რომ საჭირო სიმძლავრის მოთხოვნა შესაძლებელია. მე-3 ნახაზზე მოცემულია გრაფიკული ხედი VSaaS განხორციელების პროცესის შესახებ [5].



ნახ.3. VSaaS

ტრადიციულ სისტემებთან შედარებით ღრუბლოვანი VMS მეტად დაცულია. არ არის საჭირო ადგილზე პროგრამული უზრუნველყოფა, ფაირვოლი და ღია პორტები. ასევე, არ არსებობს შესაძლებლობა, რომ საცავის კომპრომეტირება მოხდეს ქურდობით, მომხმარებლის არასწორი მოქმედებით, ამინდის მოვლენებით და ა.შ. მეტვალყურეობა ნებისმიერ დროს შესაძლებელია ნებისმიერი მოწყობილობიდან, რომელიც უზრუნველყოფს უსაფრთხოების კიდევ უფრო მაღალ დონეს.

1-ელ ცხრილში მოცემულია შედარება ტრადიციულ ან ღრუბლიანზე დაფუძნებული სათვალთვალო სისტემების შესახებ, რაც მიუთითებს VSaaS-ის აშკარა უპირატესობაზე ტრადიციულ სისტემებთან მიმართებაში, თითქმის ყველა შემთხვევაში.

სამეცნიერო-კვლევით კომპანია Markets and Markets-მა ვიდეო თვალთვალის ბაზრისთვის მრავალი პროგნოზი გააკეთა:

- 2016 წლისთვის 25.43 მილიარდი დოლარი, წლიური ზრდის ტემპის მიხედვით 19,35%-ით 2011 – დან 2016 წლამდე გაიზარდა;
- \$ 71.28 მილიარდი 2022 წლისთვის, სავარაუდოდ წლიური ზრდის ტემპით 16.56% - ით გაიზრდება.

ცხრ.1

ტრადიციული ინტერნეტ კავშირი DVR/NVR/VMS/IP-VS	ღრუბლოვან სერვისზე დაფუძნებული VMS / VSaaS
<b>სისტემის ინსტალაცია</b>	
- შრომატევადობა; - კომპლექსური კონფიგურაცია.	- მოთხოვნის სწრაფი განთავსება; - ავტომატური კონფიგურაცია.
<b>სისტემური მხარდაჭერა</b>	
- საკუთარი ძალისხმევით.	- მხარდაჭერა ხორციელდება მიმწოდებლის მიერ,
<b>გადახდის სტრუქტურა</b>	
- მაღალი კაპიტალური დანახარჯები. - არაპროგნოზირებადი მხარდაჭერის ხარჯები.	- დაბალი კაპიტალური დანახარჯები; - პროგნოზირებადი ყოველთვიური საოპერაციო ღირებულება; - იაფი მასშტაბურობა.

<b>საკუთრების საერთო ღირებულება</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- საწყისი დანახარჯი მაღალია, მათ შორის მაღალხარისხიანი აპარატურა / პროგრამული უზრუნველყოფა და მონტაჟი;</li> <li>- ბევრია მიმდინარე დანახარჯი.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- დაბალი საწყისი დანახარჯი, როგორც წესი დაბალია ღირებულება დამაკავშირებელი მოწყობილობის;</li> <li>- მცირე დანახარჯი ყოველთვიური სააბონენტო ღირებულების.</li> </ul>
<b>შენახვა</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ტრადიციული DVR, NVR ან VMS, ვიდეოს ადგილზე შენახვა;</li> <li>- ლიმიტირებული შენახვა;</li> <li>- შენახვის ლიმიტის გაზრდის სიძვირე</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- შიგა და / ან ღრუბლის მოქნილი შენახვის კომბინაცია;</li> <li>- შენახვის ლიმიტის გაფართოების დაბალი ღირებულება.</li> </ul>
<b>კამერების დამატება</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- ანალოგური IP კამერების ფართო სპექტრის მხარდაჭერა;</li> <li>- ხელით დააკავშირება ახალი კამერების კონფიგურაცია.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- ანალოგური IP კამერების ფართო სპექტრის მხარდაჭერა;</li> <li>- ახალი კამერების ავტომატური კონფიგურაცია.</li> </ul>
<b>სიჩქარის მენეჯმენტი</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- დისტანციურად დათვალიერების-თვის საჭიროა სიჩქარე;</li> <li>- ადგილზე ვიდეოჩანაწერის შენახვა არ მოითხოვს გამტარობას.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- დისტანციურად დათვალიერებისთვის საჭიროა სიჩქარე;</li> <li>- შენახვისას მოითხოვს გამტარობას.</li> </ul>
<b>კიბერ უსაფრთხოება</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>- უფრო მაღალია კიბერუსაფრთხოების დაუცველობების შანსები;</li> <li>- ღია პორტების კონფიგურაცია, ადგილზე</li> <li>- მონიტორინგის დაუცველობა</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- კიბერუსაფრთხოების დაუცველობების უკიდურესად დაბალი შანსი;</li> <li>- არ არსებობს ღია პორტები, არ არსებობს ადგილზე ფაირვოლი, არ არსებობს არსებული პროგრამული უზრუნველყოფა;</li> <li>- მიძღვნილია კიბერუსაფრთხოების ჯგუფები ახალი დაუცველობების მონიტორინგისთვის.</li> </ul>

### 3. დასკვნა

ვიდეო მეთვალყურეობა, როგორც სერვისი (VSaaS) გთავაზობთ სარგებელს ღირებულებაში, განხორციელების სიმარტევეში, მოვლაში, გამოყენებაში, მასშტაბურებასა და უსაფრთხოების მაღალი დონი შენარჩუნებაში. ნაშრომში წარმოვადგინეთ VSaaS-ის ფუნქციონირებისა და განხორციელების პროცესი, ასევე ღრუბელზე დაფუძნებული თვალთვალის უპირატესობები ტრადიციულ სისტემებთან შედარებით.

VSaaS არის ბაზარი, რომელიც მუდმივად იზრდება და მისი მომავალი იმაში მდგომარეობს, რომ პროგრამული უზრუნველყოფის შემუშავება, ახალი ანალიტიკური მახასიათებლების შექმნა ტექნიკური წინსვლის და მიმდინარე ხარჯების შემცირების საწინდარია.

**ლიტერატურა – References – Литература:**

1. Chen, Y.-L., Chen, T.-S., Yin, L.-C., Huang, T.-W., Wang, S.-Y., Chieuh, T.-C. City eyes: An unified computational framework for intelligent video surveillance in cloud environment.
2. Neal, D., Rahman, S.. (2012). Video surveillance in the cloud? In: The International Journal of Cryptography and Information Security, 2. No. 3, p. 1-19
3. Limna, T., Tandayya, P. (2012). Design for a flexible video surveillance as a service. In: 5th International Congress on Image and Signal Processing, CISP, Chongqing, China, p. 197–201.
4. Chang, R. I., Wang, T.-C., Wang, C.- H., Liu, J.-C., Ho, J.-M. (2012). Effective distributed service architecture for ubiquitous video surveillance. In: Information Systems Frontiers, 14 No.
5. Chang, Y. S., Sheu, R.-K., Yang, C.-T., Juang, T.-Y., Wu, Y.-S.: Implementation and evaluation of large-scale video surveillance system based on P2P architecture and cloud computing.

**VIDEO SURVEILLANCE AS A SERVICE (VSaaS)  
FOR CLOUD COMPUTING**

Kekenadze Aleksandre, Korchilava Tsotne, Grigolashvili Shota  
Georgian Technical University

**Summary**

Technical development of cloud computing technology enabled the integration of powerful and scalable platform for storing, processing and distribution of sensory data. Video Surveillance as a Service (VSaaS) is a cloud computing service which provides remote security features. The service offers highly advanced features with elements of intelligent processing and data representation. VSaaS is a market that is constantly growing and development. In this paper we will describe the processes which envelops this cloud service as well examine existing framework solutions.

**ВИДЕОНАБЛЮДЕНИЕ КАК СЕРВИС (VSaaS)  
ДЛЯ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИЙ**

Кекенадзе А., Корчилав Ц., Григолашвили Ш.  
Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Развитие облачных технологий способствовало созданию и расширению таких масштабных платформ, как видео надзор или сервис (VSaaS). Видео надзор как сервис, есть возможность обслуживания облачных технологий и предоставляет функции интеллектуальной обработки и представления данных. В работе рассмотрены вопросы, которые способствуют процессу функционирования облачных технологий, а также преимущества видео надзора по сравнению с традиционными системами. Ключевые слова: облачные вычисления, сервис модели, надзор, VSaaS обслуживание, интеллектуальный видео надзор, онлайн видео надзор.

## სახელმწიფოს, საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სტრატეგიული მართვის კონცეპტუალური მოდელი სიტუაციური ცენტრის გამოყენებით

კორნელი ოდიშარია, სალომე ოდიშარია, ნანა მაღლაკელიძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ჩატარებული ანალიზის, სისტემური მიდგომის პრინციპიდან გამომდინარე წარმოდგენილია თანამედროვე სახელმწიფოს, საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოების (ეკუ) უზრუნველყოფისათვის სტრატეგიული მართვის კონცეპტუალური მოდელი სიტუაციური ცენტრის გამოყენებით. იგი უნდა იყოს დაკომპლექტებული შესაბამისი პროფილის ექსპერტებით, რაც ნებისმიერი კატეგორიის, მასშტაბის საწარმოსათვის როდია ხელმისაწვდომი. მაგრამ ვასაბუთებთ, რომ ასეთი ტიპის ფართო მასშტაბის ცენტრის შექმნაზე უნდა იზრუნოს სახელმწიფომ, რომ დახმარება გაუწიოს ქვეყნის ეკუ ობიექტებს და სუბიექტებს, რომ მათ შეძლონ საკუთარი მიზნის, მისიის შესრულება-განხორციელება, რაც ერთ-ერთი მთავარი გარანტია სახელმწიფოს ეკუ უზრუნველსაყოფად.

**საკვანძო სიტყვები:** საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოება. ავტომატიზებული საინფრმაციო სისტემა. სიტუაციური მართვა.

### 1. შესავალი

როგორც არსებული სამეცნიერო ნაშრომების ანალიზმა გვიჩვენა, მეწარმეობის ეკონომიკური უსაფრთხოების თეორიის დამუშავება, ფაქტიურად, იმყოფება საწყის სტადიაში. ბიზნესის ეკონომიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მრავალფეროვანი ამოცანების წარმატებით გადაწყვეტისათვის აუცილებელია მკაფიო თეორიული წარმოდგენის ქონა საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოების არსზე, მის ძირითად საფრთხეებსა და მუქარებზე, საწარმოს ფუნქციონირების გარემოზე, უსაფრთხოების საერთო თეორიის საფუძველზე აიგოს მეურნე სუბიექტის მოქმედებების ალგორითმი, რომელიც საშუალებას მისცემს მას მიიღოს ისეთი გადაწყვეტილებები, და გადადგას ისეთი ნაბიჯები, რომლებიც არ მისცემენ საშუალებას დაეშვას კრიტიკულ ზღვარს მიღმა და დაკარგოს თავისი ეკონომიკური დამოუკიდებლობა. აუცილებელია იმის ცოდნა, თუ რა ძალები და საშუალებებია საჭირო ბიზნესის უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად.

ჩვენ მიერ მოძიებულ სამეცნიერო ლიტერატურაში საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოების არსის განმარტებისადმი მიდგომები განსხვავდება ან არასრულყოფილებით, ბოლომდე განუმარტაობით და ბუნდოვანობით, აქედან გამომდინარე, შეუძლებელი ხდება გამოვლენილ იქნას საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოების კატეგორიის არსი, ან ძალიან ფართე მიდგომით, რომლის დროსაც იკარგება ხედავ საწარმოს ეკონომიკურ უსაფრთხოებაზე მისი გაიგივებით მის ეფექტურ მოღვაწეობასთან. აქედან გამომდინარე რჩება ისეთი შთაბეჭდილება, რომ დღემდე არ არსებობს ეკონომიკური უსაფრთხოების ცალსახად საყოველთაოდ მიღებული განსაზღვრება. შეიძლება ვაღიაროთ, რომ ეკონომიკური უსაფრთხოება, ესაა გადაკვეთა ეკონომიკის და უსაფრთხოების, ისევე როგორც ნებისმიერი დისციპლინათაშორისი ცნება, დამოკი-



დებულია მათი სამეცნიერო აპარატის დამუშავებულობის დონეზე, ხოლო ეკონომიკური უსაფრთხოების პრობლემებმა ვერ პოვეს საკმარისი განხილვა სამეცნიერო წრეებში.

საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოება შეიძლება განხილულ იქნას როგორც პრაქტიკული გამოყენება თანამედროვე მენეჯმენტის ისეთი პრონციპების, როგორცაა დროული რეაქცია გარეშე გარემოს ცვლილებებზე, ხედვა საწარმოსი, ანუ მკაფიო წარმოდგენა იმაზე, თუ რას უნდა წარმოადგენდეს ის, ასევე ერთ-ერთი ძირითადი დებულება მართვის თანამედროვე თეორიის – სიტუაციური მიდგომა მართვისადმი, რომელიც აღიარებს დიდ მნიშვნელობას რეაქციის სიჩქარის და ადეკვატურობის, რომლებიც უზრუნველყოფენ საწარმოს ადაპტაციას მისი არსებობის პირობებთან. აქედან გამომდინარე საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოება განხილულ უნდა იქნას როგორც ევოლუციური განვითარება მართვის სიტუაციური მიდგომისა. ეკონომიკური უსაფრთხოება იწვევს სულ უფრო მზარდ დაინტერესებას საწარმოების, რომლებიც აწყდებიან სერიოზულ სირთულეებს საწარმოს მართვაში პრინციპულად ახალი მიდგომების რეალიზაციისას, საწარმოს მართვის ორგანიზებისას საბაზრო პირობებში. ცენტრალიზებულ ეკონომიკაში საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა ხდებოდა მართვის ვერტიკალურად აგებული მეთოდებით, რომლებიც მიუღებლები გახდნენ საბაზრო ეკონომიკის პირობებში, ვინაიდან საბაზრო გარემოში მისი სპეციფიკის გათვალისწინებით უსაფრთხოების მექანიზმები გაბნეული არიან მრავალ სუბიექტებზე და მოღვაწეობის ეკონომიკურ, ფინანსურ, საკანონმდებლო, სამართალდამცავ მიმართულებებზე, როდესაც ორგანიზაციულად იწყება ზრდა დაცვის სისტემის ჰორიზონტალური მდგენელის. თანამედროვე ეპოქაში აუცილებელია მოხდეს საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოების საკითხების როგორც თეორიული, ასევე პრაქტიკული დამუშავება–დანერგვის სრულყოფა, არსებული პრობლემების მეცნიერულ–პრაქტიკული გადაწყვეტა.

## 2. ძირითადი ნაწილი

მნიშვნელოვან საკითხია *ეკონომიკური უსაფრთხოების მდგომარეობის შეფასება*. გამომდინარე სტრატეგიის შინაარსიდან, იგი ხორციელდება შესაბამისი შიგა და გარეშე მუქარების ხასიათიდან, როგორც ერთობლიობის პირობების და ფაქტორებისა, რომლებიც უქმნის პოტენციურ საფრთხეს სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან ეკონომიკურ პიროვნებების, საზოგადოების და სახელმწიფოს ინტერესებს, ასევე გამოვლენა და კომპლექსური მონიტორინგი ფაქტორების, რომლებსაც შუძლია დაარღვიოს სახელმწიფოს სოციალურ–ეკონომიკური სისტემის მდგრადობა.

მონიტორინგისათვის საჭირო ფაქტორების შერჩევა ხდება იმ კრიტერიუმებით, რომლებიც ახასიათებს ქვეყნის ნაციონალურ ინტერესებს ეკონომიკურ სფეროში. სახელმწიფოს ეკონომიკური პოლიტიკის ეფექტურობის ამსახველი მაჩვენებლებია ეკონომიკური უსაფრთხოების ინდიკატორები.

მიუხედავად იმისა, რომ არსებობს სხვადასხვა მაჩვენებლის ფართო წრე, რომლებიც ახასიათებს ფუნქციონირების ყველა შესაძლო ასპექტს, ისეთი რთული სისტემისა, როგორცაა ეკონომიკა, ეკონომიკური მეცნიერების წარმომადგენლების მიერ მიზანშეწონილად მიჩნეული გამოყენებულ იქნას მაჩვენებლების გარკვეული ნაკრები.

ტრადიციულ ინდიკატორებად მიჩნეულია შემდეგი 19 მაჩვენებელი: შიგა საერთო პროდუქციის (შსპ) მოცულობა; ძირითად კაპიტალში შსპ-ში ინვესტიციების წილი; შსპ-ში თავდაცვაზე ხარჯების წილი; ინოვაციური პროდუქციის წილი სამრეწველო პროდუქციის საერთო მოცულობაში; მანქანათმშენებლობის და ლითონდამუშავების წილი სამრეწველო წარმოებაში; მთელს მოსახლეობაში წილი პირებისა საცხოვრებელი მინიმუმზე ნაკლები ფულადი შემოსავლებით; ფარდობა ყველაზე უფრო უზრუნველყოფილი მოსახლეობის 10%-ის შემოსავლებისა ყველაზე ნაკლებად უზრუნველყოფილი მოსახლეობის 10%-ის შემოსავლებთან; უმუშევრობის დონე; მონეტიზაციის დონე; საგარეო ვალი; შიდა ვალი; სახელმწიფო ვალების მომსახურებაზე ხარჯების წილი სახელმწიფო ბიუჯეტის საერთო ხარჯების მოცულობაში; სახელმწიფო ბიუჯეტის დეფიციტი; ინფლაციის დონე; ოქროვალუტის რეზერვების მოცულობა; საგარეო ვალების გადახდების ფარდობა წლიური ექსპორტის მოცულობასთან; სავალო შეკრება ხორბლის/მარცვლეულის; წილი სურსათის, რომელიც შემოვიდა იმპორტით სასურსათო რესურსების საერთო მოცულობაში [1].

ჩამოთვლილი ინდიკატორების რეკომენდირებულისგან გადახრა მიუთითებს ცალკეული მუქარების გაზრდის საფრთხეზე სისტემურ კრიზისში, რომელმაც შეიძლება გამოიწვიოს სახელმწიფოს ეკონომიკის დესტაბილიზაცია.

გავანალიზებთ რა ცალკეული განმარტებები ცნების „ეკონომიკური უსაფრთხოება“, რომლებიც მოცემულია ოფიციალურ დოკუმენტებში, შეიძლება იმის მტკიცება, რომ უმეტესწილად ისინი აქცენტირებულია სახელმწიფოს საერთო ინტერესებზე, არ აქცევენ რა საკმარის ყურადღებას ეკონომიკური უსაფრთხოების განხილვისას ეკონომიკური უსაფრთხოების სუბიექტების ინტერესებს. ეკონომისტებს შორის არ არსებობს „ეკონომიკური უსაფრთხოების“ ერთიანი ცნება.

მაგალითად, რუსულ სამეცნიერო წყაროებში, ერთი მხრივ, ეკონომიკური უსაფრთხოება განიხილება როგორც ერთობლიობა პირობების და ფაქტორების, რომლებიც უზრუნველყოფს ნაციონალური ეკონომიკის დამოუკიდებლობას, მის სტაბილურობას და მდგრადობას, უნარს მუდმივი განახლებისა და თვითსრულყოფისა [2].

მთელ რიგ ნაშრომებში ეკონომიკური უსაფრთხოება განხილულია როგორც პირობების ერთობლიობა, როგორც შიგა, ასევე სისტემის გარეშე გარემოსი, რომლებიც ხელს უწყობს ნაციონალური ეკონომიკის სწორად ზრდას, მის უნარს დააკმაყოფილოს მოთხოვნილებები, როგორც საზოგადოების მთლიანობაში, ასევე ცალკეული ინდივიდების, უზრუნველყოფილ იქნას კონკურენტუნარიანობა და მუქარებისაგან და დანაკარგებისაგან დაცულობის გარანტიები. ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევა საშუალებას გვამძლევს ჩამოვაყალიბოთ, ისეთი განვითარებადი პატარა ქვეყნის, როგორც საქართველოა, ეკონომიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სისტემის ზოგადი კონცეფცია. პირველ რიგში, განვმარტავთ *სახელმწიფოს ეკონომიკურ უსაფრთხოებას* (ეკუ) ასე: ნაციონალური ეკონომიკური უსაფრთხოება – ესაა ისეთი მდგომარეობა ეკონომიკისა და ხელისუფლების ინსტიტუტების, რომლის დროსაც ხდება გარანტირებული დაცვის უზრუნველყოფა ნაციონალური ინტერესების, ჰარმონიული, სოციალურად მიმართული განვითარება ქვეყნისა მთლიანობაში, საკმარისი ეკონომიკური და თავდაცვითი პოტენციალი შიგა და გარე პროცესების განვითარების თუნდაც ყველაზე უფრო არახელსაყრელი ვარიანტებისას [3].

სახელმწიფოს ეკონომიკური უსაფრთხოების (სეკუ) ჩვენს მიერ წარმოდგენილი განმარტება აშკარად მიგვანიშნებს, რომ სახელმწიფოს საკუთარი ეკუ-ის უზრუნველსაყოფად უნდა გააჩნდეს შიგა მატერიალურ-ნივთიერებითი საფუძველი, განვითარებული საწარმოო ძალები, რომელსაც შეეძლება უზრუნველყოფა ნაციონალური პროდუქციის არსებითად მნიშვნელოვანი წილის შიგა ნატურალური და ღირებულებითი ელემენტების კვლავწარმოება; შიგა სოციალურ-პოლიტიკური საფუძველი – მაღალი დონე საზოგადოების თანხმობისა გრძელვადიან ნაციონალურ მიზნებთან მიმართებაში, რაც ხელს შეუწყობს სახელმწიფოს – ხელისუფლებამ გამოიმუშაოს და განახორციელოს ქვეყნის სოციალური და ეკონომიკური განვითარების სტრატეგიები.

თანამედროვე გლობალიზაციის პირობებში ნაციონალური ეკონომიკური უსაფრთხოება სულ უფრო მჭიდროდაა დაკავშირებული საერთაშორისო ეკონომიკურ უსაფრთხოებასთან. ფაქტად იქცა ის, რომ თუნდაც ეკონომიკურად ყველაზე უფრო განვითარებულ ქვეყნებშიც კი, მდგრადი პოლიტიკური რეჟიმით, ეკონომიკური უსაფრთხოება რჩება ფარდობითი. ესა თუ ის არახელსაყრელი გარემო შემოქმედებები, ასევე შესაძლებლობები და მუქარები მათზე მიმართულები რჩება ასეთ ქვეყნებშიც კი.

ეკუ-ის პრობლემა, პირველ რიგში, აუცილებელია განხილულ იქნას საკუთრივ ეკონომიკურ სფეროში, როგორც შიგა ეკონომიკური, ასევე საგარეო-ეკონომიკური პრობლემების გათვალისწინებით. ერთდროულად არ შეიძლება უყურადღებოდ იქნას დატოვებული პრობლემები ისეთ სახელმწიფოსათვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან გადამკვეთ სფეროებში, როგორცაა სამხედრო-ეკონომიკური სფერო; სახელმწიფოს სამეცნიერო-ტექნიკური და ინტელექტუალური პოტენციალის დაცვის სფერო; საზოგადოებრივი უსაფრთხოების (პრობლემები: ჩრდილოვანი ეკონომიკის, ეკონომიკაში ორგანიზებული დანაშაულობების და კორუფციის, ეკონომიკური აფიორების, რომლებიც ხორციელდება კანონის ფარგლებში და ა.შ.) უზრუნველყოფის სფეროები; ეკონომიკის და ბუნების ურთიერთმოქმედების სფეროები და ა.შ.

ქვეყნის ეკუ-ის ობიექტებს უნდა მივაკუთვნოთ არა მარტო სახელმწიფო, მისი ეკონომიკური სისტემა და მისი ყველა ბუნებრივი სიმდიდრე, არამედ საზოგადოებაც მისი ინსტიტუტებით, დაწესებულებებით, ფიმებით და პიროვნება. სახელმწიფოს ეკუ-ის სუბიექტებად შეიძლება ჩავთვალოთ: ფუნქციონალური და დარგობრივი სამინისტროები და უწყებები, საგადასახადო და საბაჟო სამსახურები, ბანკები, ბირჟები, ფონდები და სადაზღვეო კომპანიები, პარლამენტის შესაბამისი კომიტეტები, ასევე მწარმოებლები და გამყიდველები პროდუქციის, სამუშაოების და მომსახურებების და მომხმარებელთა საზოგადოება. ეკონომიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფა შეუძლებელია თუ სახელმწიფოს არ გააჩნია თავისი სტრატეგია ამ სფეროში და მკაფიოდ არ აქვს განსაზღვრული მოღვაწეობის სფეროები:

- განსაზღვრა და მონიტორინგი ფაქტორების, რომლებიც არღვევს მდგრადობას სოციალურ-ეკონომიკური სისტემის და სახელმწიფოსი მოკლევადიან და გრძელვადიან პერსპექტივებში;

- ფორმირება ეკონომიკური პოლიტიკის და ინსტიტუციონალური გარდაქმნებისა, რომლებიც უზრუნველყოფს ამ ფაქტორების მოშორებას ან მათი მავნებლური შემოქმედებების შემსუბუქებას ეკონომიკური რეფორმის ერთიანი პროგრამის ფარგლებში;

ეკონომიკური უსაფრთხოების სტრატეგია უნდა მოიცავდეს:

- დახასიათებას ქვეყნის ეკუ-ის გარეშე და შიგა მუქარების, როგორც პირობების და ფაქტორების ერთობლიობის, რომლებიც უქმნის საფრთხეს ქვეყანაში პიროვნების, საზოგადოების და სახელმწიფოს სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვან ეკონომიკურ ინტერესებს;
- დადგენა-განსაზღვრა ეკონომიკის მდგომარეობის კრიტერიუმების და პარამეტრების, რომლებიც პასუხობს ეკონომიკური უსაფრთხოების მოთხოვნებს და უზრუნველყოფს ქვეყნის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ინტერესების დაცვას;
- მექანიზმებს ქვეყნის ეკონომიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის, დაცვას მისი სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანი ინტერესებისა სახელმწიფო ხელისუფლების ყველა ინსტიტუტების მიერ სამართლებრივი, ეკონომიკური და ადმინისტრაციული ზომებით ზემოქმედებების საფუძველზე.

სახელმწიფოს მკაფიოდ უნდა ქონდეს განსაზღვრული თავისი ქვეყნის ეკონომიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სტრატეგია და ის უნდა იყოს დაფიქსირებული საკანონმდებლო, ადნიმისტრაციულ და პროცედურულ დონეებზე.

სახელმწიფოს ეკონომიკური უსაფრთხოების სტრატეგიის ეფექტურობა, მისი პრაქტიკული რეალიზებადობა მთლიანად დამოკიდებულია ქვეყანაში, როგორც ურთულეს სისტემაში, და მისი არსებობის გარე გარემოში – მსოფლიო სახელმწიფოების ერთიანობის – ანუ მეგასისტემაში არსებული ეკონომიკური მდგომარეობის შეფასებაში, მკაფიოდ განსაზღვროს ქვეყნის გარეშე და შიგა ხელშემშლელი, ხელშემწყობი და ნეიტრალური ფაქტორები, შეფასდეს არსებული სიტუაცია და მოხდეს რეალური შეფასება მიმდინარე მომენტში ეკუ-ის უზრუნველყოფის მიმართულებით არსებული მდგომარეობა, გამომუშავებულ იქნას შესაბამისი ღონისძიებები ხელშემშლელი ფაქტორების განეიტრალების ან მათგან მომდინარე საფრთხეების (მუქარების) მინიმიზებით; ეფექტურად იქნას გამოყენებული ხელშემწყობი გარეშე და შიგა ხელშემწყობი ფაქტორები; ასევე გათვალისწინებულ იქნას ნეიტრალური ფაქტორები ისე, რომ მაქსიმალურად გამოყენებულ იქნას ეკუ-ის უზრუნველყოფის სასარგებლოდ და არ იქცეს ისინი საფრთხეებად.

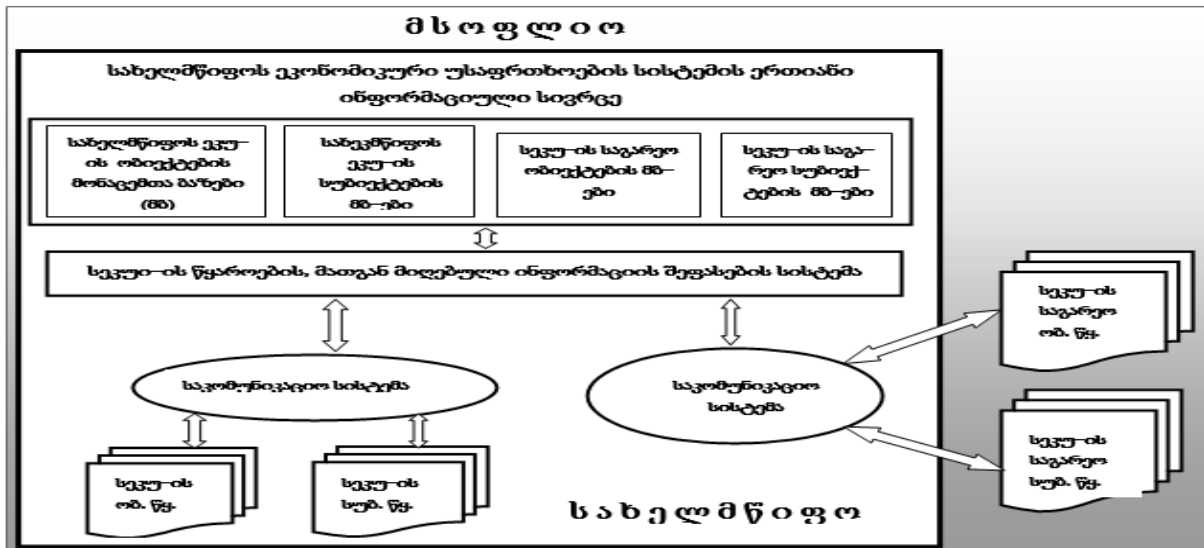
ამკარაა, რომ ესაა ურთულესი პრობლემა და მის დასაძლევად, პირველ რიგში, სახელმწიფოს ხელისუფლებას უნდა შეეძლოს მოიპოვოს ყველა ის ინფორმაცია, რომელიც აუცილებელია არსებული სიტუაციის შესაფასებლად, ანუ შეუძლებელია რაიმე სწორი და ეფექტური გადაწყვეტილებების მიღება თუ სიტუაციის შეფასება არ ეფუძნება სანდო, ღირებულ, დროულ და საჭირო მოცულობის ინფორმაციას.

მიგვაჩნია, რომ ქვეყანაში ეკუ-ის უზრუნველყოფაში არსებული მდგომარეობის სიტუაციური ანალიზისათვის აუცილებელია ერთიანი ინფორმაციული სივრცის არსებობა, რომელმაც უნდა უზრუნველყოს წინასწარ განსაზღვრული პარამეტრების მიხედვით მონაცემების დაგროვება შემდეგი ძირითადი მიმართულებებით: ა) ქვეყნის ეკონომიკური უსაფრთხოების ობიექტები; ბ) ქვეყნის ეკონომიკური უსაფრთხოების სუბიექტები; გ) ქვეყნის ეკონომიკური უსაფრთხოების საგარეო ობიექტები და სუბიექტები.

საერთო ინფორმაციული სივრცის (სის) შექმნისას, პირველ რიგში, მკაფიოდ უნდა იქნას განსაზღვრული კონკრეტული სახელმწიფოს ეკუ-ის ყოველი ობიექტის და სუბიექტისათვის ინფორმაციის წყაროს საიმედოობა შემდეგი სკალის მიხედვით: ა) სრულიად საიმედო; ბ) ჩვეულებრივ საიმედო, გ) საკმაოდ საიმედო; დ) არაყოველთვის

საიმედო; ე) არა საიმედო; და ვ) საიმედოობის შეფასება შეუძლებელია. ამასთან ერთად აუცილებელია სის-ში ფასდებოდეს ის, თუ რამდენად შეესაბამება შინაარსობრივად წყაროდან მიღებული ინფორმაცია წინასწარ დადგენილ მოთხოვნებს, მისი უტყუარობა. საამისოდ კი შემოგვაქვს წყაროდან მიღებული ინფორმაციის შინაარსის შეფასების შემდეგი სკალა: ა) დადასტურებულია სხვა საშუალებებითაც; ბ) სავსებით შესაძლებელია, რომ შეესაბამება სინამდვილეს; გ) შეიძლება, რომ შეესაბამება სინამდვილეს; დ) საეჭვოა; ე) შეფასება შეუძლებელია; ვ) უტყუარობის შემოწმება შეუძლებელია.

სახელმწიფოს ეკუ-ის სიტუაციური ცენტრის ერთიანი ინფორმაციული სივრცის ზოგადი მოდელი სქემატურად წარმოდგენილია 1-ელ ნახაზზე.



ნახ.1. სახელმწიფოს ეკუ-ის სისტემის ერთიანი ინფორმაციული სივრცე

საქართველოში (და არა მარტო აქ), ასეთი ფართომასშტაბიანი ეკუ-ის ერთიანი ინფორმაციული სივრცის (ეის) შექმნა აუცილებელია იმისათვის, რომ დაინერგოს სახელმწიფოს ეკონომიკური უსაფრთხოების უზრუნველყოფის სიტუაციური მართვის სისტემა. ამის აუცილებლობაზე მიგვანიშნებს მსოფლიოში დღეს არსებული პირობები, კორპორატიული მუქარები, გარეშე შემწვოთი ზემოქმედებები, რომელთა გავრცელებაც საყოველთაოდ ხელმისაწვდომი გლობალური საინფორმაციო ინტერნეტსისტემის მეშვეობით, ფაქტობრივად არავითარი პრობლემა არაა. აქედან გამომდინარე სახელმწიფომ, რომ შეძლოს არსებობა და მდგრადი განვითარება, მან ძალიან კარგად უნდა იცოდეს საერთო სისტემური კანონები და კანონზომიერებები, ვინაიდან მათმა იგნორირებამ შეიძლება გამოიწვიოს სახელმწიფოს არამდგრადობა, კატასტროფები, დაშლა ან დანგრევა. პირიქით, სისტემურ კანონზომიერებათა გეგმაზომიერი და სისტემატიური გათვალისწინება საშუალებას იძლევა უზრუნველყოფილ იქნას სეკუ-ის უზრუნველყოფის სისტემის მდგრადობა, ანუ სახელმწიფო, როგორც ურთულესი სისტემა უნდა ითვალისწინებდეს მისი ეკონომიკური სუბიექტების ინტერესებს, და ასევე, სახელმწიფოს ეკუ-ის სუბიექტები უნდა ითვალისწინებდეს სახელმწიფო სისტემის ინტერესებს, სტრატეგიას, რომლის მთავარი მიზანი უნდა იყოს ქვეყანაში ხალხის კეთილდღეობა, მდგრადი განვითარება. ასევე სახელმწიფო, როგორც მსოფლიო სახელმწიფოთა ერთობლიობის შემადგენელი ელემენტი, უნდა ითვალისწინებდეს გაერო-ს დადგენილებებს და ასრულებდეს მათ.

აქვე უნდა მივუთითოთ, რომ ცუდად ორგანიზებულ სისტემაში, როდესაც ელემენტების ურთიერთქმედებას აქვს ანტაგონისტური ხასიათი და როდესაც  $A$  სისტემის თითოეული ელემენტი  $a_i$  ( $i = \overline{1, N}$ ) მოქმედებს წინააღმდეგობრივად ყველა დანარჩენისა, მაშინ სისტემის  $P$  პოტენციალი ნაკლებია ნებისმიერი ყველაზე სუსტი ელემენტის პოტენციალზე [4]:

$$P(A) < \min[P(a_1); P(a_2); \dots; P(a_n)] \quad (1)$$

აღნიშნულიდან კი გამომდინარეობს ის, რომ დამოუკიდებელ სახელმწიფოში, როგორც სისტემაში, თუ ეკონომიკის, მეცნიერების, განათლების და ა.შ. ორგანიზაციის დონე ცუდია და სუბიექტების ურთიერთქმედება ატარებს ცუდად მართვად ან უმართავ ხასიათს, მაშინ ასეთი სახელმწიფოს პოტენციალი არაა მაღალი და შეიძლება ნაკლებიც იყოს ყველაზე სუსტ სუბიექტისაზე, და უმთავრესი, ასეთი სისტემა ვერ შეძლებს შემდგომ მდგრად განვითარებას და მისი არსებობა შეიძლება კითხვის ნიშნის ქვეშ დადგეს.

*საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოება* (სეუ) – ესაა პროცესი, რომელიც ხასიათდება ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მაჩვენებლების ერთობლიობით, რომელთა შორისაც უმთავრესია ეკონომიკური უსაფრთხოების დონე. სეუ-ის დონე – ესაა კორპორატიული რესურსების გამოყენების მდგომარეობის შეფასება დონის კრიტერიუმების მიხედვით.

ჩვენს მიერ წარმოდგენილი განმარტებები მიგვანიშნებს იმაზე, რომ მათი გათვალისწინება საწარმოს სტრატეგიული მართვის პროცესის ერთ-ერთი უმთავრესი ამოცანაა, ვინაიდან სტრატეგია – ესაა მმართველობითი მოღვაწეობა, რომელიც მიმართულია საწარმოს პოზიციების გაძლიერებაზე, მისი კლიენტების მოთხოვნილებების დაკმაყოფილებაზე და მოღვაწეობის მაღალი შედეგების მიღწევაზე. საწარმოს სტრატეგიული მართვის პროცესი შედგება რამდენიმე ურთიერთდაკავშირებული სტადიისა და ეტაპისაგან, რომელთა წარმოდგენაც საშუალებას მოგვცემს ნათლად დავინახოთ, თუ რამდენად არსებითია თანამედროვე საწარმოებისათვის სტრატეგიული მართვისას სიტუაციური მიდგომის გამოყენება.

საწარმოს სტრატეგიული მართვის პროცესი შეიძლება დავყოთ სამ ძირითად სტადიად და მათში შემავალ ეტაპებად:

*I. სტრატეგიული მართვის ატრიბუტების დამუშავება.* ეტაპები: 1.1. ბიზნეს-იდეა; 1.2. ბიზნეს-გარემო („მოთამაშეთა ველი“); 1.3. ბიზნეს-მოდელი; 1.4. საწარმოს ხედვები; 1.5. საწარმოს სტრატეგიული მიზნები; 1.6. საწარმოს სტრატეგიული ამოცანები.

ამ სტადიაზე დეტალურად უნდა იქნას შესწავლილი სახელმწიფოს ბიზნეს სივრცეში არსებული მდგომარეობა, მკაფიოდ უნდა ჩანდეს სახელმწიფოს საკანონმდებლო და ადმინისტრაციულ დონეებზე დაფიქსირებული ხელშემწყობი ფაქტორები, მოთხოვნები და ამის საფუძველზე შეფასდეს ბიზნეს-იდეის, სტრატეგიული მიზნების რეალურობა – განხორციელებადობა და შემდეგ განისაზღვროს საწარმოს სტრატეგიული ამოცანები, რომელშიც ერთ-ერთი უმთავრესი პოსტულატი უნდა იყოს საწარმოს ეკუ-ის უზრუნველყოფა.

*II. სტრატეგიების დამუშავების, შეფასების და შერჩევის სტადია.* ეტაპები:

2.1. გარე გარემოს ანალიზი – გამოვლენა: ხელშემწყობი, ხელშემშლელი და ნეიტრალური ფაქტორების და მათი გავლენების შეფასება; 2.2. შიგა გარემოს ანალიზი – ინტელექტუალური და საკადრო პოტენციალი და სხვა კორპორატიული რესურსები; 2.3. სტრატეგიული

ალტერნატივების ფორმირება; 2.4. სტრატეგიული ალტერნატივების ანალიზი; 2.5. ჩასატარებელი არჩევისათვის კრიტერიუმების სიმრავლის ფორმირება; 2.6. სტრატეგიული ალტერნატივების შეფასება; 2.7. „ოპტიმალური“ სტრატეგიის არჩევა; 2.8. სტრატეგიის დამტკიცება; 2.9. სტრატეგიის შესრულების ღონისძიებათა გეგმის დამუშავება; 2.10. სტრატეგიის შესრულების გეგმისა და 2.11. სტრატეგიის მემორანდუმის დამტკიცება;

**III. სტრატეგიის შესრულების სტადია. ეტაპები:**

3.1. საწარმოს შიგა გარემოს სისტემური ელემენტების მზადყოფნის შეფასება; 3.2. გარე გარემოში ცვლილებების შეფასება – ხელშემწყობია, ხელშემშლელია, ნეიტრალურია; 3.3. საწარმოში მოსამზადებელი ცვლილებების განხორციელება; 3.4. სტრატეგიის რეალიზაცია; 3.5. სტრატეგიის რეალიზაციის პროცესის კონტროლი – საჭიროებისას ცვლილებების შეფასება– განხორციელება; 3.6. რეალიზებული სტრატეგიის შეფასება; 3.7. სტრატეგიული მართვის პროცესის შეფასება.

შიეძლება აღვნიშნოთ, რომ თუ საწარმოს სტრატეგიული მართვის პირველი ორი სტადია საკმაოდ სტატიკური ხასიათისაა, მესამე სტადია ეს უკვე დინამიკური პროცესია, რომელიც ასახავს საწარმოს რეალურ ფუნქციონირებას არსებულ გარე და შიგა ფაქტორების გავლენების გათვალისწინებით. სტრატეგიების რეალიზაციის შეფერხებებმა შიეძლება მნიშვნელოვნად დააქვეითოს სეუ-ის დონე, აქედან გამომდინარე შედეგებით: საწარმომ ვერ შეძლო ძირითადი სტრატეგიული მიზნების განხორციელება, განიცადა სერიოზული ზარალი, ვერ შეძლო მისიების შესრულება და ა.შ.

ჩვენ ამ მოსაზრებების სამართლიანობაზე მიგვანიშნებს ანალიტიკოსების თვალსა-ზრისი, რომლის თანახმადაც კომპანიებში სტრატეგიების რეალიზაციის შეფერხებების ძირითად მიზეზებად მიჩნეულია ოთხი ჯგუფი, რომელთა გამოჩენის (ალბათობები), სამაგალითო სიხშირეები (%-ში) ასეთია (ცხრილი 1):

**შეფერხებების ძირითადი მიზეზები ცხრ.1**

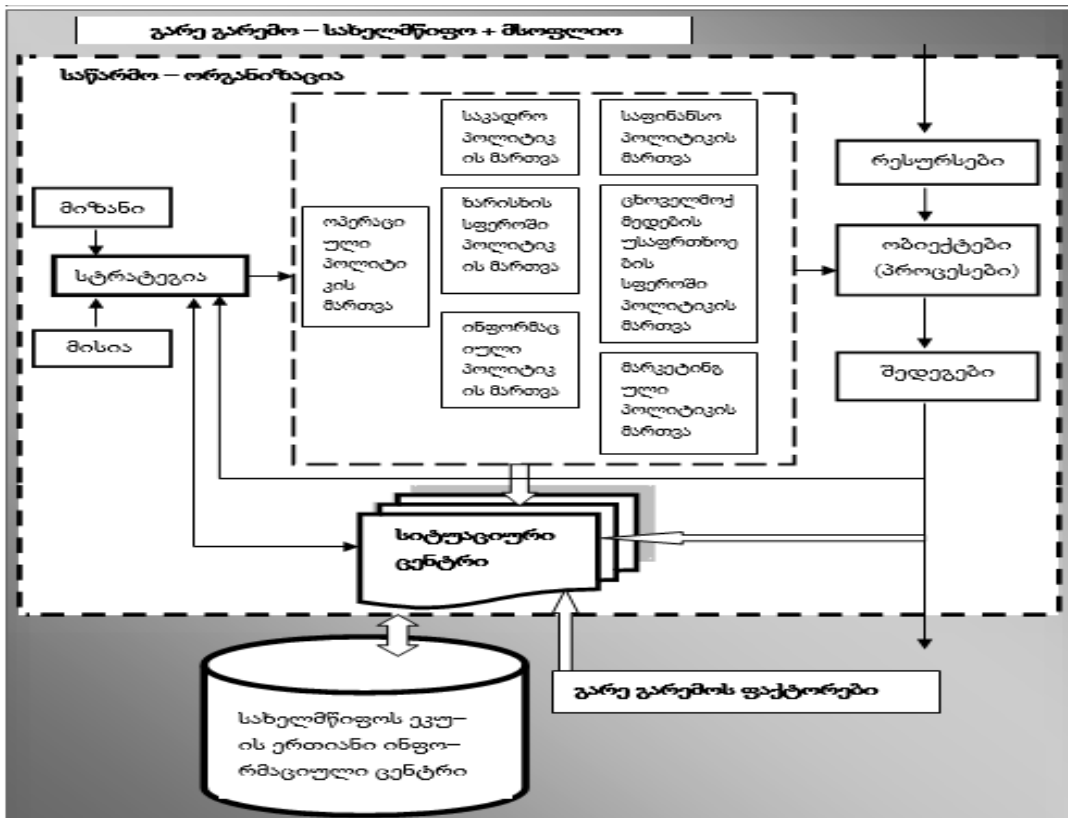
შეფერხებების ძირითადი მიზეზები	ცხრ.1
<b>I. ჯგ.</b> გამოყენება არაადეკვატური რელევანტური ინფორმაციისა გარემოს ანალიზის და სტრატეგიების ფორმირების სტადიებში, აქედან მომდინარე შეცდომები ბიზნეს-გარემოს დიაგნოსტიკაში და „არაადეკვატური სტრატეგიები“	20%
<b>II. ჯგ.</b> შეცდომები ინფორმაციის ანალიზის მეთოდებსა და ტექნოლოგიებში, აქედან შეცდომები ბიზნეს-გარემოს დიაგნოსტიკაში	20%
<b>III. ჯგ.</b> შეცდომები სტრატეგიის ფორმირების მეთოდებში, მოდელებსა და ტექნოლოგიებში	10%
<b>IV. ჯგ.</b> შეფერხებები სტრატეგიების შესრულების ეტაპზე	50%

ცხადია, რომ საწარმოს სტრატეგიების რეალიზაციის შეფერხებათა მიზეზების პირველი სამი ჯგუფი ძირითადად დაკავშირებულია სტრატეგიული მართვის პირველ და მეორე სტადიებთან და მათი მოშორება ან მინიმიზება შესაძლებელია ექსპერიმენტების, იმიტაციური მოდელების გამოყენებით. მეოთხე ჯგუფის მიზეზების, რომლებიც იწვევს შეფერხებებს სტრატეგიების შესრულების ეტაპზე, მოშორება ან მინიმიზება დაკავშირებულია საწარმოს ფუნქციონირებისას მათ პრევენციასთან ან უარყოფითი შედეგების მინიმიზებასთან. ეს კი პირდაპირაა დაკავშირებული სიტუაციის დროულ შეფასებასთან, პროგნოზირებასა და შესაბამისი დასაბუთებული მმართველობითი გადაწყვეტილების ან გადაწყვეტილებების მიღებასა და რეალიზაციასთან.

საწარმომ რომ შეძლოს თანამედროვე გლობალიზაციის და ტექნოლოგიების თავბრუდამხვევ განვითარების პირობებში შერჩეული სტრატეგიების შეუფერხებლად

რეალიზება, საკუთარი ეკუ-ის უზრუნველყოფა, უნდა გააჩნდეს სიტუაციური ცენტრი, რომლის უმთავრესი ამოცანა იქნება სტრატეგიების შესრულების მესამე სტადიის 3.1, 3.2, 3.5, 3.6 და 3.7 ეტაპების შესრულება, მიღებული შედეგების, გასატარებელი ცვლილებების შესაძლო ვარიანტების გამომუშავება და საწარმოს ხელმძღვანელებისათვის წარდგენა. სიტუაციური ცენტრი ერთდროულად დაკავშირებული უნდა იყოს სახელმწიფოს ეკუ-ის უზრუნველყოფის სიტუაციურ ცენტრთან, როგორც მისი წყარო-ელემენტი (ნახ.1.).

მე-2 ნახაზზე წარმოდგენილია ჩვენ მიერ ჩატარებული კვლევების საფუძველზე დამუშავებული საწარმოს სტრატეგიული მართვის კონცეპტუალური მოდელი სიტუაციური ცენტრის გამოყენებით.



ნახ. 2. საწარმოს სტრატეგიული მართვის კონცეპტუალური მოდელი

სიტუაციური ცენტრი უნდა იყოს დაკომპლექტებული შესაბამისი პროფილის ექსპერტებით, რაც ნებისმიერი კატეგორიის, მასშტაბის საწარმოსათვის როდია ხელმისაწვდომი. მაგრამ ვთვლით, რომ ასეთი ტიპის ფართო მასშტაბის ცენტრის შექმნაზე უნდა იზრუნოს სახელმწიფომ, რომ დახმარება გაუწიოს ქვეყნის ეკუ-ის ობიექტებს და სუბიექტებს, რომ მათ შეძლონ საკუთარი მიზნის, მისიის შესრულება-განხორციელება, რაც, ერთ-ერთი მთავარი გარანტიაა სახელმწიფოს ეკუ-ს უზრუნველსაყოფად.

აუცილებლად მიგვაჩნია მოხდეს დაკონკრეტება იმ მაჩვენებლების, რომელთა მეშვეობითაც შესაძლებელია საწარმოს სიტუაციური ცენტრის მუშაობის ეფექტურობის ამაღლება და შესაბამისად, საწარმოს ეკუ-ის მაქსიმალურად შესაძლო მაღალი დონის მიღწევა. ამით მოხდება საწარმოს ცალკეული სტრატეგიული პოლიტიკების მართვის კონკრეტიზაცია და შემაფერხებელი მიზეზების ჯგუფების (ცხრ.1.) გავლენების საერთოდ



მოხსნა ან მინიმიზება. ასეთი კონკრეტიზაცია, მაგალითად, უნდა მოხდეს საწარმოს საქმიანობის შემდეგ სფეროებში:

1) *საფინანსო საქმიანობა* – პროცესები: მოგება, კრედიტი, საქონელბრუნვა; ფინანსური ანგარიში და პროგნოზები; კომერციული პროექტები; ხელფასის ფონდი და სხვ.;

2) *საბაზრო პოლიტიკა* – პროცესები: წარმოების მოცულობა, ისტორია, ტრადიციები და პროგნოზები კონკრეტული პროდუქციისათვის; საბაზრო პოლიტიკა და გეგმები; დამოკიდებულება მომხმარებელთან და რეპუტაცია და სხვ.;

3) *წარმოება და პროდუქცია* – პროცესები: ტექნიკური დონე, დასამუშავებელი საგნების ტექნიკურ-ეკონომიკური მაჩვენებლები; დასამუშავებელი საგნის შექმნის გეგმა; გამოყენებული და პერსპექტიული ტექნოლოგიები; საწარმოო სიმძლავრეები და სხვ.;

4) *სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოები* – პროცესები: ახალი ტექნოლოგიური მეთოდები, ახალი ტექნიკური და ფიზიკური პრინციპები, რომელთა გამოყენებაც იგეგმება წარმოებაში; სამეცნიერო-კვლევითი სამუშაოების პროგრამა და სხვ.;

5) *საწარმოს მატერიალურ-ტექნიკური უზრუნველყოფის სისტემა* – პროცესები: მოთხოვნილება მასალაზე, მაკომპლექტებელ კვანძებსა და დეტალებზე, ამ მოთხოვნათა დამაკმაყოფილებელი წყაროები; სატრანსპორტო და ენერგეტიკული მოთხოვნები და სხვ.;

6) *საწარმოს პერსონალი* – პროცესები: რიცხოვნობა, კვალიფიკაცია; წახალისების სისტემა და სხვ. პროცედურული ქმედებები;

7) *საწარმოს მართვის პრინციპები* – წარმოების მართვის გამოყენებული პრინციპები; მართვის ორგანოების მიერ მოლაპარაკებათა წარმოება, თათბირები და სხვ. ქმედებები ადმინისტრაციულ დონეზე.

აქვე უდა აღვნიშნოთ, რომ საწარმოს ეკუ-ის უზრუნველსაყოფად არსებითია განსაკუთრებული ყურადღება მიექცეს საწარმოს კომერციული საიდუმლოს დაცვას და სხვა სტრატეგიული მართვისათვის აუცილებელი ინფორმაციის ურღვევობის, ხელმისაწვდომობის უზრუნველყოფას [3].

## 2. დასკვნა

ეკუ-ის პრობლემა, პირველ რიგში, აუცილებელია განხილულ იქნას საკუთრივ ეკონომიკურ სფეროში, როგორც შიგა, ასევე საგარეო ეკონომიკური პრობლემების გათვალისწინებით. სახელმწიფოს მკაფიოდ უნდა ქონდეს გააზრებული, რომ ქვეყნის ეკუ ობიექტებს განეკუთვნება არა მარტო მისი ეკონომიკური სისტემა და მისი ყველა ბუნებრივი სიმდიდრე, არამედ საზოგადოებაც მისი ინსტიტუტებით, დაწესებულებებით, ფირმებით და პიროვნება. სახელმწიფოს ასევე მკაფიოდ უნდა ქონდეს განსაზღვრული თავისი ქვეყნის ეკუ უზრუნველყოფის სტრატეგია და ის აუცილებლად უნდა მოიცავდეს ქვეყანაში ფუნქციონირებადი საწარმოების, სხვა სუბიექტების და ობიექტების, ეკუ უზრუნველყოფისათვის ხელშეწყობას, რაც აუცილებლად დაფიქსირებული უნდა იყოს საკანონმდებლო, ადმინისტრაციულ და პროცედურულ დონეებზე.

ქვეყნის ეკუ უზრუნველყოფაში არსებული მდგომარეობის სიტუაციური ანალიზის-ათვის და შესაბამისი შეფასებების, გადაწყვეტილებების გამოსამუშავებლად უნდა არსებობდეს სიტუაციური ცენტრი ერთიანი ინფორმაციული სივრცის სისტემით, რომლის მეშვეობითაც მოხდება ეკონომიკურ უსაფრთხოებასთან დაკავშირებული სანდო, ღირებული, დროული და საჭირო ინფორმაციის მიღება ეკუ როგორც შიგა, ასევე გარეშე ობიექტების, სუბიექტებისაგან. საწარმოს ეკონომიკური უსაფრთხოების პრობლემების

გამოვლენას, არსებული სიტუაციის შეფასებას, შსაძლო და არსებული მუქარების გამოვლენას ბევრად აადვილებს სისტემური მიდგომის, სისტემური კანონზომიერებების გამოკვეთილად, გააზრებულად გამოყენება. ესაა აუცილებელი, ხელშემწყობი პირობა საწარმოს სიტუაციური ცენტრის ეფექტური ფუნქციონირებისა და საწარმოს ეკუ დონის ამაღლებისათვის.

#### **ლიტერატურა – References – Литература:**

1. Senchagov V.K. (2005). Economic Security of Russia. -M, "Дело", © Экономический портал. <http://raen.info/tmp/academy/faces/document2576.shtml> (in Russian)
2. Abalkin L.I. (1994). The economic security of Russia: threats and their reflection. Economic Issues, No. 12, ст.3-14 (in Russian)
3. Odisharia K., Odisharia S., Maghlakelidze N. (2019). Information saqurity of the enterprise as one of the key contributors to its economic security. Transact. of GTU. Automated Control Systems, No 1(28), pp.192-201 (in Georgian)
4. Prangishvili I.V. (2000). A systematic approach and system-wide patterns. -M.: SINTEG, (in Russian)

### **CONCEPTUAL MODEL OF STRATEGIC MANAGEMENT OF STATE, ENTERPRISE ECONOMIC SECURITY USING SITUATIONAL CENTER**

Odisharia Korneli, Odisharia Salome, Maglakelidze Nana

Georgian Technical University

#### **Summary**

Based on the analysis, systematic approach, a conceptual model of strategic management of the state-of-the-art, enterprise economic security (ECU) using a situational center is presented. The situational center should be staffed with relevant profile experts, which is not accessible to any category, scale enterprise. But we are convinced that the creation of such a large-scale center should be provided by the state to assist the country's ecosystems and entities so that they can accomplish their mission and mission, one of the key safeguards for the state's eco-security.

### **КОНЦЕПТУАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ СТРАТЕГИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГОСУДАРСТВОМ, ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТЬЮ ПРЕДПРИЯТИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИТУАЦИОННОГО ЦЕНТРА**

Одишария К., Одишария С., Маглакелидзе Н.

Грузинский Технический Университет

#### **Резюме**

На основе анализа и системного подхода представлена концептуальная модель стратегического управления современной экономической безопасностью предприятия (ЭБП) с использованием ситуационного центра. Ситуационный центр должен быть укомплектован соответствующими профильными экспертами, которые недоступны ни для одной категории, масштабного предприятия. Но мы убеждены, что создание такого крупномасштабного центра должно быть обеспечено государством для оказания помощи экосистемам и образованиям страны, с тем чтобы они могли выполнить свою миссию и миссию, что является одной из ключевых мер обеспечения экологической безопасности государства.

## დიდ მონაცემთა ანალიზის ტექნოლოგიები ელექტრონული განათლების სისტემაში

ლოლიტა ბეჟანიშვილი, მზიანა ნაჭყებია  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია დიდ მონაცემთა ტექნოლოგიების გამოყენების საკითხები ელექტრონული განათლების სფეროში. კერძოდ გადმოცემულია მონაცემთა ინტელექტუალური ანალიზის Data Mining ინსტრუმენტის საშუალებით ფინანსური დაგეგმვის, მონიტორინგის, გადაწყვეტილების მიღების და სასწავლო პროცესის სხვა ამოცანების გადაწყვეტის შესაძლებლობა. სტატიაში შემოთავაზებულია სამეცნიერო ნაშრომების და სტუდენტ-მასწავლებლების პირადი საქმეების კლასტერიზაცია FRIS ალგორითმის რეალიზაციის მაგალითის სახით.

**საკვანძო სიტყვები:** ელექტრონული განათლება. დიდი მონაცემები. Big Data. მონაცემთა მოპოვება. Data Mining. FRIS ფუნქცია. მონაცემთა და ქცევის პატერნები.

### 1. შესავალი

ელექტრონული განათლება გახდა მნიშვნელოვანი ტენდენცია და უფრო მეტად პერსპექტიული სტრატეგია მსოფლიოს მრავალი ქვეყნის განათლების სისტემაში. ხანგრძლივი დროის განმავლობაში უმაღლესი სასწავლებლების ელექტრონული განათლების სისტემებში გროვდება დიდი ოდენობით ინფორმაცია საგანმანათლებლო პროცესის სხვადასხვა ასპექტებზე: სტუდენტებზე, მათ მოსწრებასა და დასწრებაზე, პედაგოგებზე და მათ საგანმანათლებლო და ადმინისტრაციულ საქმიანობაზე, საგანმანათლებლო კონტენტზე (შინაარსზე) /ტექსტი, აუდიო, ვიდეო/ და ა.შ., აუცილებელია ამ მონაცემების ეფექტურად შენახვა, დამუშავება და გაანალიზება.

დიდი არქივების და მონაცემთა დიდი ნაკადების დასამუშავებლად საჭიროა ახალი ტექნოლოგიები, რომელთაც ხშირად უწოდებენ **Big Data** (დიდი მონაცემები) ტექნოლოგიებს. ტერმინი Big Data ახასიათებს მონაცემთა ნაკრებს, რომლის ზომა აღემატება ტიპური მონაცემთა ბაზების შესაძლებლობებს ინფორმაციის შენახვის, მართვისა და ანალიზის სფეროში. თვითონ Big Data-ს ალგორითმები შეიქმნა პირველი მაღალმწარმოებლური სერვერების (მეინფრეიმების) დანერგვის დროს, როელთაც ჰქონდათ საკმარისი რესურსი ინფორმაციის ოპერატიული დამუშავების, კომპიუტერული გამოთვლებისა და შემდგომი ანალიზისთვის. მეცნიერებს და მეწარმეებს ალელვებთ მონაცემთა ხარისხიანი ინტერპრეტაციის, მათთან მუშაობის ინსტრუმენტების შემუშავებისა და შენახვის ტექნოლოგიების განვითარების საკითხები. ამის შესაძლებლობას იძლევა შენახვისა და გამოთვლების ღრუბლოვანი მოდელების აქტიური დანერგვა და გამოყენება. ბოლო სამი წლის განმავლობაში კაცობრიობამ შექმნა იმაზე მეტი ინფორმაცია, ვიდრე მისი არსებობის მანძილზე 2008 წლამდე, და ზრდა გრძელდება ექსპონენციალურად. უახლოესი შვიდი წლის მანძილზე მონაცემთა რაოდენობა მსოფლიოში მიაღწევს 40 ზეტა-ბაიტს (1 ზბ (Zb)= $2^{70}$  ბაიტი). სტრუქტურირებულ მონაცემებთან მუშაობის მეთოდები და ინსტრუმენტები

საინფორმაციო ტექნოლოგიების (IT) ინდუსტრიამ დიდი ხანია შექმნა - ეს არის მონაცემთა რელაციური მოდელი და მონაცემთა ბაზების მართვის სისტემები. მაგრამ თანამედროვე ტენდენცია არის დიდი მოცულობის არასტრუქტურირებული მონაცემების დამუშავება, და ეს ის სფეროა, სადაც ადრინდელი მისგომები ცუდად, ან საერთოდ არ მუშაობენ. სწორედ ეს ტენდენცია მოითხოვს მონაცემებთან ურთიერთობის ახალ მეთოდებს და ახლა სულ უფრო პოპულარული ხდება **Big Data** - სთან მუშაობის მოდელი.

ელექტრონული განათლების სფეროში დიდი მონაცემები მოიცავენ სამ ასპექტს: მოცულობა, სიჩქარე და მრავალფეროვნება. მონაცემთა დიდი მოცულობა ნიშნავს ინფორმაციას ათასობით სასწავლო დაწესებულებაზე და სტუდენტთა დიდ რაოდენობაზე. ეს მონაცემები, გროვდება რა, იძლევა ინფორმაციის ზღვას, რომელიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას სასწავლო პროცესის ეფექტური მართვისთვის.

## 2. ძირითადი ნაწილი

დიდი მონაცემების ცვლილების სიჩქარე შესაძლებლობას იძლევა ინტერაქტიულ რეჟიმში მოხდეს სასწავლო პროცესის კონტროლი და დროული რეაგირება მის ნებისმიერ ცვლილებაზე. ინტერაქტიული ტესტების გამოყენება პედაგოგებს აძლევს საშუალებას გამოავლინონ სტუდენტები, რომლებიც არასწორ პასუხებს იძლევიან ტესტების შეკითხვებზე, და რეალური დროის რეჟიმში მათთვის წარმოადგინონ აუცილებელი კონტენტი სასწავლო მასალის შესწავლისა და უკეთესი ათვისებისთვის. საინფორმაციო ტექნოლოგიების სფეროში მიღწევების საფუძველზე ეხლა შეიძლება დიდი მონაცემების დაგროვება, გაანალიზება და მართვა განათლების სფეროშიც.

ელექტრონული განათლების მეორე მნიშვნელოვან პრობლემას წარმოადგენს დიდ მონაცემებში ახალი, ჯერჯერობით დაფარული კავშირების და ახალი ცოდნების (data mining) გამოვლენა. **Data Mining** ტექნოლოგიების განვითარება დაიწყო ჯერ კიდევ წინა საუკუნის შუა წლებში და მხოლოდ ამ საუკუნის დასაწყისში იქნა გამოყენებული ეს ტექნოლოგიები განათლების სფეროში, რომლის ერთ-ერთი ფუძემდებელი არის რაიან ბეკერი (Ryan Baker) - კოლუმბიის უნივერსიტეტის პედაგოგი. ამ ტექნოლოგიებმა მიიღეს სახელწოდება **EDM (Educational Data Mining)** /სასწავლო Data Mining/ [1]. ამ პერიოდში განათლების სფეროში საინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოყენების ზრდასთან ერთად მკვეთრად იზრდება გადასამუშავებელი ინფორმაციის რაოდენობა, იხვეწება ამ ინფორმაციის დამუშავების ალგორითმები.

EDM ტექნოლოგიის საფუძველია სტუდენტთა პირადი მონაცემების და ქცევის **შაბლონების (patterns)** კონცეფცია [2]. ამ ტექნოლოგიების განათლების სფეროში გამოყენება შესაძლებელს ხდის განისაზღვროს თუ რომელი საგნები იწვევს სტუდენტებში დიდ სიმძნელებს, რომელ ტესტებს ართმევენ თავს უკეთესად, მეცადინეობის რომელ ფორმას ანიჭებენ უპირატესობას, როგორი თემები იწვევს მათში უფრო მეტ ინტერესს და როგორ შეიძლება შეიქმნას სასწავლო პროგრამა, რათა სტუდენტმა მიიღოს სწორედ ის კომპეტენციები, რომელიც იქნება აუცილებელი მის მომავალ პროფესიულ საქმიანობაში.

EDM - ის გამოყენების მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ შემდეგი ამოცანა: არსებობს თუ არა მაგალითები (შაბლონები) სწავლა დამთავრებულთა მიერ მიღებული შეფასებებისა, რომელთაც სწავლის დამთავრების მერე მოკლე დროში შეძლეს ისეთი სამუშაოს შოვნა, რომელიც მათ მოთხოვნებს აკმაყოფილებს.

შესაბამისობის საზომად შემოთავაზებულია კონკურენტული შესაბამისობის ფუნქცია (**FRiS**). ეს ფუნქცია იძლევა საშუალებას შეიქმნას ყველა ძირითადი პრობლემის ამოხსნის ეფექტური ალგორითმები, მიღებულ იქნას სახეთა კომპაქტურობის რაოდენობრივი შეფასება და ნიშანთა სივრცის ინფორმატიულობა, შეიქმნას მარტივად ინტერპრეტირებადი გადაწყვეტილების მიღების წესები [3].

მეთოდი გამოყენებადია ამოცანებისთვის ნებისმიერი რაოდენობის სახეებისთვის მათი განაწილების ნებისმიერი ხასიათისა და სასწავლო ნიმუშისათვის.

ემპირიული კანონების ფორმულირებისას ხშირად გამოიყენება „მსგავსების“ ცნება. მსგავსების საზომი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს შესწავლილი საგნების კლასიფიცირებული (კლასტერიზებული) სიმრავლის ფორმირებაში და ამა თუ იმ კლასზე ობიექტების კუთვნილების აღიარებაში. ამ ამოცანების სპეციფიკაა ის, რომ აქ მსგავსების ზომა ფარდობითია, ეს დამოკიდებულია არა მხოლოდ კონკრეტული კლასის ობიექტის მსგავსებაზე, არამედ სხვა (კონკურენტ) კლასებთან მის მსგავსებაზე.

ასეთი ღონისძიება, კონკურენტუნარიანი სიტუაციის შესაბამისი, არ აკმაყოფილებს მეტრული სივრცის ყველა თვისებას. შედეგად, ამოცნობის პრობლემა მოგვარებულია იმ სივრცეში, რომელსაც ჩვენ კონკურენტულს ვუწოდებთ და ამ სივრცეში მსგავსების ზომას ეწოდება კონკურენტული მსგავსების ფუნქცია (**FRiS – Function of Rival Similarity**).

**FRiS** ფუნქციის გამოყენება საშუალებას იძლევა მიიღოთ რაოდენობრივი შეფასება სახეთა კომპაქტურობის შესახებ, ხოლო კომპაქტურობის ზომა შეიძლება გამოყენებულ იქნას სახეთა სივრცის ინფორმატიულობის კრიტერიუმად. **FRiS** იძლევა ამ ეტალონური ობიექტების ამორჩევისა და ეფექტური გადაწყვეტილების წესების მიღების საშუალებას.

ორი  $a$  და  $b$  ობიექტის მსგავსება  $S(a,b)$  მეტრიკულ სივრცეში ჩვეულებრივ ფასდება სიდიდით, რომელიც დამოკიდებულია ამ ობიექტებს შორის მანძილზე -  $R(a,b)$ . თუ მაქსიმალური მანძილი სიმრავლის ობიექტებს შორის წყვილ-წყვილად (სიმრავლის  $R(a,b)$  დიამეტრი) მიღებულია 1-ის ტოლად, მაშინ  $S(a,b) = 1 - R(a,b)$ . ჩვეულებრივ მიღებულია, რომ თვისებები, რომლებიც ახასიათებს მანძილს, პროეცირდება თვისებებზე, რომლებიც უნდა ჰქონდეს მსგავსების ზომას. ამდენად, თუ ობიექტებს შორის მანძილი არის დიაპაზონში  $1 \geq R(a,b) \geq 0$ , მაშინ ობიექტებს შორის მანძილის არაუარყოფითობა იწვევს მათი მსგავსების არაუარყოფითობას:  $1 - R(a,b) = S(a,b) \geq 0$ .

მანძილის სიმეტრიულობიდან  $R(a,b) = R(b,a)$  გამომდინარეობს მსგავსების სიმეტრიულობა:  $S(a,b) = S(b, a)$ . ამასთან,  $a$  ობიექტის მსგავსება  $b$  ობიექტთან არ არის დამოკიდებული  $a$  ობიექტის მსგავსებაზე სხვა ობიექტებთან.  $z$  ობიექტის ორი  $A$  და  $B$  სახეებიდან ერთერთისადმი მიკუთვნებისას მნიშვნელოვანია ცოდნა არა მხოლოდ მისი დაშორებისა  $A$  სახემდე, არამედ კონკურენტ  $B$  სახემდე მანძილისა და ამ დისტანციების შედარება. მსგავსების ადეკვატურმა ზომამ უნდა დაადგინოს მსგავსების ფარდობითი სიდიდე, რაც დამოკიდებულია კონკურენტული გარემოს მახასიათებლებზე.

**FRiS** ფუნქციის კიდევ ერთი გამოყენება არის მეტრიკის კლასიფიკატორისათვის საეტალონო ნიმუშების (**stolps**) არჩევის ერთ-ერთი ალგორითმი, რომელსაც მოიხსენიებენ როგორც **FRiS-Stolp** ალგორითმს [5]. ეტალონების (სტანდარტების) შერჩევა ხდება **FRiS-Stolp** ალგორითმის გამოყენებით. მისი იდეა მდგომარეობს იმაში, რომ პირველი სახის ყველა ობიექტი თავის მხრივ რიგ-რიგობით ინიშნება ეტალონებად. მისი მიზანია შეარჩიოს

ეტალონების ნიმუშებიდან მინიმალური რაოდენობა, რომლებიც არა მხოლოდ საკუთარ თავს იცავს, არამედ უზრუნველყოფს დაცვის მითითებულ საიმედოობას სასწავლო ნიმუშის (კომპლექტის) ყველა სხვა ობიექტისათვის. პირველ რიგში შეირჩევ ეტალონებს, რომლებიც უზრუნველყოფს ობიექტების მაქსიმალური რაოდენობის დაცვას მოცემული საიმედოობით. ამ მიზეზით ნორმალური განაწილებისას, პირველ რიგში, ამორჩევა მათემატიკური ლოდინის წერტილებზე მდებარე ეტალონები.

➤ *FRiS-Stolp ალგორითმი:*

1) შევამოწმოთ ის ვარიანტი, რომელშიც პირველი შემთხვევით შერჩეული ობიექტი  $a_i$  არის  $S_1$  სახის ერთადერთი ეტალონი, ხოლო ყველა დანარჩენ სახეებს ეტალონების სახით აქვს საკუთარი ობიექტები. პირველი სახის ყველა ობიექტისთვის  $a_i \neq a_j$  ვპოულობთ მანძილს  $r_{ij}$  თავის სვეტამდე და მანძილს  $r_{2j}$  უცხო სახის უახლოეს ობიექტამდე. ამ მანძილებზე დაყრდნობით, გამოითვლება FRiS ფუნქციის მნიშვნელობა პირველი სახის თითოეული  $a_j$  ობიექტისთვის. ვპოულობთ პირველი სახის იმ  $m_i$  ობიექტებს, რომელთა მიკუთვნების  $F$  ფუნქციის მნიშვნელობები მეტია მოცემულ  $F^*$ -ზე, მაგალითად,  $F^* = 0$ . ამ  $m_i$  ობიექტებისთვის გამოვითვლით FRiS-ფუნქციის ჯამურ  $F_i$  მნიშვნელობას, რომელიც ახასიათებს  $a_i$  ობიექტის ვარგისიანობას ეტალონის როლისთვის;

2) მსგავსი პროცედურა მეორდება და, თავის მხრივ, ეტალონად ასახავს პირველი სახის ყველა  $M$  ობიექტს რიგრიგობით;

3) ვპოულობთ  $a_i$  ობიექტს  $F_i$ -ს მაქსიმალური მნიშვნელობით და ვაცხადებთ მას პირველი  $S_1$  სახის პირველი  $C_1$  კლასტერის პირველ  $A_1$  ეტალონად;

4) გამოვრიცხავთ პირველი სახიდან  $m_i$  ობიექტებს, რომლებიც შედის პირველ კლასტერში;

5) პირველი სახის დანარჩენი ობიექტებისათვის ვპოულობთ შემდეგ ეტალონებს 1-4 ბიჯების გამეორებით;

6) პროცესი გაჩერდება, თუ პირველი სახის ყველა ობიექტი აღმოჩნდება ჩართული თავის კლასტერში;

7) აღვადგინოთ  $S_1$  სახის ყველა ობიექტი და  $S_2$  სახისთვის შევასრულოთ 1-6 ბიჯები;

8) გავიმეოროთ 1-7 ბიჯები ყველა დანარჩენი სახეებისთვის. ამით მთავრდება ეტალონების ძებნის პირველი ეტაპი. თითოეული ეტალონი  $A_i$  იცავს თავისი  $C_i$  კლასტერის  $m_i$  ობიექტებს.

FRiS ალგორითმის რეალიზაცია გამოიყენება სამეცნიერო სტატიების, სტუდენტების და მასწავლებლების პირადი საქმეების კლასტერიზაციის მიზნით პარალელური გამოთვლითი ტექნოლოგიის საფუძველზე [4]. კლასტერიზაციისას სიახლოვის ზომად შეიძლება მიღებული იქნას კონკურენტული მსგავსების ზომა [6].

### 3. დასკვნა

დიდი მონაცემების ტექნოლოგიები შეიძლება გამოყენებულ იქნას ელექტრონული სწავლებისათვის, კერძოდ, ისეთი საკითხების გადასაწყვეტად, როგორცაა მონაცემთა დამუშავების გადაწყვეტილებათა მიღება, ფინანსური დაგეგმვა და სტუდენტთა მოსწრების მონიტორინგი. დიდი მონაცემები იძლევა სწავლების გამოცდილების შენახვისა და ყოველი სტუდენტის სწავლების სურათს. ამ ინფორმაციის Data Mining-ის საშუალებით ანალიზის

საფუძველზე ელექტრონული კურსის სპეციალისტებს შეუძლიათ სწავლების ინდივიდუალური ტრაექტორიის შემუშავება და სწავლების პროცესის ადაპტირება თითოეული სტუდენტის მოთხოვნათა დასაკმაყოფილებლად. მონაცემთა ანალიზი შესაძლებელს გახდის სტუდენტის მოდელის გაუმჯობესებას, მკვლევარებს მისცემს საშუალებას მიიღონ დაწვრილებითი ინფორმაცია სტუდენტის მახასიათებლებზე და მის მდგომარეობაზე, როგორცაა ცოდნა, მოტივაცია, შეისწავლონ თუ რა ფაქტორები ახდენს გავლენას სასწავლო მასალის ეფექტურად ათვისებაზე. Data Mining ელექტრონულ განათლებაში პედაგოგებს მისცემს საშუალებას დროულად მიიღონ ინფორმაცია სტუდენტთა შესახებ, ოპერატიულად იმოქმედონ სწავლების პროცესის ცვლილებისას და განახლონ მისი კონტენტი.

#### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Baker R.S. (2014). Educational data mining: An advance for intelligent systems in education. IEEE Intelligent Systems, 29 (3), pp.78-82
2. Bishop Ch. (2006). Pattern Recognition and Machine Learning. Series: Information Science and Statistics. T. XX. Springer Science+Business Media, LLC
3. Ferguson R. (2012). Learning analytics: Drivers, developments and challenges International Journal of Technology Enhanced Learning. 4(5/6), pp.304-317.
4. Asha T, Shrivanthi U.M, Nagashree N, Monika M. (2013). Building Machine Learning Algorithms on Hadoop for Bigdata. Int. Journ. of Engineering and Technology. Vol. 3. No.2, pp.143-147.
5. Fasulo D. (1999) An Analysis of Recent Work on Clustering Algorithms. Internet resource: [https://www.researchgate.net/publication/2279437\\_An\\_Analysis\\_of\\_Recent\\_Work\\_on\\_Clustering\\_Algorithms](https://www.researchgate.net/publication/2279437_An_Analysis_of_Recent_Work_on_Clustering_Algorithms)
6. Paklin N. (2006). Clustering Algorithms in the Data Mining Service. URL: <http://www.base-group.ru/clusterization/datamining.htm> (in Russian).

## BIG DATA ANALYSIS TECHNOLOGIES IN E-EDUCATION SYSTEM

Bejanishvili Lolita, Nachkebia Mziana

Georgian Technical University

### Summary

The issues of the use of big data technologies in the field of electronic education are considered, in particular, the possibility of solving problems of financial planning, monitoring, decision-making and other problems of the educational process using the Data Mining tool. The article proposes clustering of scientific works and personal accounts of students/teachers on the example of implementation the FRiS algorithm.

## ТЕХНОЛОГИИ АНАЛИЗА БОЛЬШИХ ДАННЫХ В СИСТЕМЕ ЭЛЕКТРОННОГО ОБРАЗОВАНИЯ

Бежанишвили Л., Начкебия М.

Грузинский Технический Университет

### Резюме

Рассмотрены вопросы использования технологий больших данных в сфере электронного образования, в частности, изложена возможность решения задач финансового планирования, мониторинга, принятия решений и других задач учебного процесса с помощью инструмента интеллектуального анализа данных Data Mining. В статье предложена кластеризация научных трудов и личных дел студентов-преподавателей на примере реализации FRiS алгоритма.

## ფერმერის სახელმწიფო მხარდაჭერის საინფორმაციო სისტემის დაპროექტების შესახებ

თინათინ ქსოვრელი, ნინო თოფურია  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია ფერმერის სახელმწიფო მხარდაჭერის საინფორმაციო სისტემის დაპროექტების კონცეფციის აღწერა. წარმოდგენილი სისტემა სახელმწიფოს მისცემს საშუალებას რეალურ დროში მიიღოს ინფორმაცია ქვეყანაში არსებული პროდუქციის შესახებ, ასევე ფერმერს ექნება შესაძლებლობა ყველა წესისა და სტანდარტის დაცვით აწარმოოს პროდუქცია, მართოს საკუთარი ბიზნესი და მონაწილეობა მიიღოს მიმდინარე პროექტებში სახლიდან გაუსვლელად. ასეთი სისტემის დასაპროექტებლად შერჩეულია Ms Sharepoint Online პლატფორმა, ხოლო ბიზნეს ანალიზის ინსტრუმენტი Ms Power BI გამოყენებული იქნება პროდუქციის აღრიცხვის, სამომავლო გეგმების პროგნოზისა და გარკვეული რეკომენდაციების მისაღებად.

**საკვანძო სიტყვები:** საინფორმაციო სისტემა. ფერმერი. უსაფრთხო რესურსი. MS Sharepoint online. Ms Power BI.

### 1. შესავალი

საქართველოს სოფლის მეურნეობის პოტენციალის მაქსიმალურად ათვისება და მიზნობრივი გამოყენება ქვეყნის ეკონომიკისთვის სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანია. სწორედ ამიტომ, დადებითი შედეგის მიღწევის უპირველესი გარანტია იქნება მკაფიოდ განსაზღვრული, კონკურენტუნარიანი წარმოებისკენ მიმართული აგრარული პოლიტიკის შემუშავება და ეკონომიკის ამ სექტორში ფინანსური რესურსების მოზიდვის ხელშეწყობა. ამავ დროს, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ქვეყნის სასურსათო უსაფრთხოებისა და სურსათის უვნებლობის უზრუნველყოფის საკითხი, რაც საქართველოს მთავრობის, კერძოდ, საქართველოს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ძირითადი ვალდებულებაა.

2013 წლიდან დღემდე, სოფლის მეურნეობის მიმართულებით საქართველოს მთავრობის ჩართულობა და აღნიშნულ სფეროში აქტივობა ყველაზე მაღალია. სოფლის მეურნეობის სამინისტრო თანამშრომლობს სხვადასხვა საერთაშორისო დონორ ორგანიზაციებთან, რათა ერთობლივი მუშაობით ქვეყანაში დაინერგოს ევროკავშირის სტანდარტები. ამის ნათელი მაგალითია ევროკავშირის სამეზობლო პროგრამის - სოფლის მეურნეობისა და სოფლად განვითარებისათვის (ENPARD) მიერ 2013-2022 წლებისთვის დაგეგმილი სამ-ფაზიანი პროგრამა.

აღნიშნული პროგრამის ფარგლებში სახელმწიფოს ვალდებულებას წარმოადგენდა ე.წ. ფერმერთა/ფერმერულ მეურნეობათა რეესტრის შექმნა, რაც გარკვეულწილად დაკმაყოფილდა კიდეც. სოფლის მეურნეობის მიმართულებით წამოწყებულ ნებისმიერ პროექტს ახორციელებს გარემოს დაცვისა და სოფლის მეურნეობის სამინისტროს ა(ა)იპ „სოფლისა და სოფლის მეურნეობის სააგენტო“



შესაბამისად, ENPARD-ის ვალდებულების (ფერმერთა/ფერმერულ მეურნეობათა რეესტრის შექმნა) შესრულებაც აღნიშნული სააგენტოს კომპეტენციას წარმოადგენდა, რადგან 2013 წლიდან განხორციელებულ პროექტებში მონაწილე ყველა პირის შესახებ ინფორმაცია, სწორედ სააგენტოს მონაცემთა ბაზაში ინახებოდა. მოხდა აღნიშნული მონაცემების კონსოლიდირება, გაერთიანება და სატელეფონო გამოკითხვის მეშვეობით ამ არსებული ინფორმაციის განახლება. თუმცა აღნიშნული მონაცემთა ბაზა არის რთული სამართავი და მისი განახლება დიდ ადამიანურ რესურს მოითხოვს.

## 2. ძირითადი ნაწილი

სასურველია საქართველოში შეიქმნას ევროკავშირში დანერგილი ინტერაქტიული სისტემების მსგავსი სისტემა, სადაც როგორც სახელმწიფოს, ისე ფერმერსაც შესაძლებლობა ექნებათ ერთნაირად მიიღოს სარგებელი. ერთის მხრივ, სახელმწიფოს ჰქონდეს საშუალება მიიღოს რეალურ დროში ინფორმაცია ქვეყანაში არსებული პროდუქციის მოცულობის და მრავალფეროვნების შესახებ, ასევე ფერმერს ჰქონდეს შესაძლებლობა საკუთარი აქტივობა ასახოს პირად ანგარიშში, ყველა წესებისა და სტანდარტების დაცვით აწარმოოს პროდუქცია და მონაწილეობა მიიღოს მიმდინარე პროექტებში სახლიდან გაუსვლელად.

მსგავსი სისტემა უკვე წარმატებით არის დანერგილი ევროკავშირის წარმომადგენელ მრავალ ქვეყანაში, მაგალითად ლიტვასა და მალტაში. ეს სისტემები მორგებულია ევროკავშირის ზოგად სასოფლო-სამეურნეო პოლიტიკას (CAP), რომელიც 50 წელიწადზე მეტია რაც შემუშავდა და წარმოადგენს სასოფლო-სამეურნეო სუბსიდიების და სხვა პროგრამების სისტემას. სასურველია ჩვენთანაც დაინერგოს მსგავსი ტიპის მხარდაჭერის სისტემა. აქ საჭიროდ მიმაჩნია აისახოს ფერმერისა, თუ არაფერმერის, ანუ უბრალოდ მიწის ნაკვეთისა, თუ რაიმე სხვა სახის სასოფლო სამეურნეო რეწვის მქონე პირის მიერ ნაწარმი პროდუქციაც, რომელიც მომწვემა მოიწია არა რეალიზაციისათვის, არამედ პირადი, ოჯახში მოხმარების მიზნით. ქვეყნის მასშტაბით, ეს საკმაოდ მაღალი ციფრია, რაც სულ უფრო და უფრო მზარდი გახდება. ეს ციფრი ირიბი გზებითა და ფარული თვისებებით სერიოზულად იმოქმედებს საერთო საქვეყნო აგრარული პროდუქციის ბრუნვაზე.

გარდა ამისა, პირადი მოხმარების მიწის ნაკვეთებსა, თუ საწარმოებში ხშირია ინოვაციები, რაც საინტერესოა ფერმერებისათვის. მათ უნდა ჰქონდეთ წვდომა კერძო მოხმარების აგროსურსათზე. თავის მხრივ კი ფერმერიც უნდა უზიარებდეს თავის გამოცდილებას კერძო მომხმარე მრეწველსაც. მხოლოდ ამ შემთხვევაში დავძრავთ პროცესს სრულყოფილი სურათის მიგნებისაკენ, რაც არ იქნება მთლად იოლი და ამ გზაზე გასასვლელი პირველადი კონტურებით შედგენილი საწყისი სქემა მაქსიმალურად სრულქმნილად უნდა მომზადდეს.

ზემოაღწერილი სისტემის დანერგვის ერთ-ერთ საშუალებად შეიძლება განვიხილოთ Microsoft sharepoint online-ს პლატფორმა. Ms sharepoint online-ს წარმოადგენს კორპორაციული ქსელების ინფორმაციულ მოთხოვნებზე მორგებულ ვებ-ბაზირებულ პროგრამულ უზრუნველყოფას, რომელიც მომხმარებლებს თანამშრომლობის და ჯგუფური სერვისების გამოყენების მოქნილ შესაძლებლობებს

სთავაზობს. Ms SharePoint online-ის ერთ-ერთ უდავო ღირსებას მისი შედარებით ადვილად გამოყენება წარმოადგენს. კლიენტის მხარეს სამუშაოდ ნებისმიერი გავრცელებული ინტერნეტ-ბრაუზერიც საკმარია (Internet Explorer, Mozilla Firefox, Google Chrome, Opera).

ფერმერის სახელმწიფო მხარდაჭერის საინფორმაციო სისტემის ამ პლატფორმაზე დაფუძნება აღნიშნული საკითხის წარმატებულად გადაწყვეტის ერთ-ერთ ხერხად შეიძლება მოვიაზროთ. მომხმარებელი (ფერმერი) პირადი მონაცემების მითითებით დარეგისტრირდება სისტემაში და შექმნის სააღრიცხვო ჩანაწერს, რომელიც წარმოდგენილია 1-ელ ნახაზზე.

ჩემი ანბარიში	სახელი/გვარი
სიახლეები/რჩევები	პირადი ნომერი
მიმდინარე პროექტები	ელ-ფოსტა
ინფორმაცია ბაზრის შესახებ	რეგისტრაციის მისამართი/ფაქტიური მისამართი
მიწის კატასტრი	პაროლი
ტექნიკური მხარდაჭერა	ინფორმაცია მიწის ნაკვეთის შესახებ:
სან. საშ. მომწოდებლები	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. რეგიონი/მუნიციპალიტეტი/სოფელი</li> <li>2. საკატასტრო კოდი</li> <li>3. ფართობი</li> <li>4. გაშენებული/დათესილი კულტურა</li> <li>5. ჯიში</li> <li>6. გაშენების თარიღი</li> </ol>
	შინაური ცხოველები:
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. სულადობა</li> <li>2. ჯიში</li> <li>3. ტიპი: მეხორცული/მერძეული</li> <li>4. წარმადობა</li> <li>5. სეს-ის ნომერი</li> </ol>
	წვრილფეხა რქოსანი პირუტყვი:
	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. სულადობა</li> <li>2. ჯიში</li> <li>3. ტიპი:</li> <li>4. წარმადობა</li> <li>5. სეს-ის ნომერი</li> </ol>

ნახ.1 ფერმერის მხარდაჭერი საინფორმაციო სისტემის მთავარი გვერდი

ფერმერი შეავსებს ვებ-ფორმებს, ანუ პირად პროფილს. ამგვარად, გროვდება კონკრეტული ინფორმაცია ამა თუ იმ მოსავალის, ნაკვეთის თუ შინაური ცხოველების შესახებ. ბიზნეს ანალიზის ინსტრუმენტი Power BI, რომელიც სრულად ინტეგრირებულია Ms SharePoint online პლატფორმასთან, გამოყენებული იქნება მონაცემთა ანალიზისთვის, ხოლო ამ მონაცემების ბაზაზე აგებული იტერაქტიული დიაგრამები და რეპორტები საშუალებას მისცემს ფერმერს სწორად შეაფასოს საკუთარი ხარჯები თუ მომავალში მისაღები მოგება. აღნიშნულ მონაცემებზე დაყრდნობით, სისტემა მისცეს ფერმერს კონკრეტული რჩევებსაც.

### 3. დასკვნა

ამგვარად, ფერმერის სახელმწიფო მხარდაჭერის საინფორმაციო სისტემა, ერთის მხრივ, სახელმწიფოს მისცემს საშუალებას რეალურ დროში მიიღოს ინფორმაცია

ქვეყანაში არსებული პროდუქციის შესახებ, მეორეს მხრივ, ფერმერს ექნება შესაძლებლობა ყველა წესებისა და სტანდარტების დაცვით აწარმოოს პროდუქცია, დაგეგმოს საკუთარი ბიზნესი და მონაწილეობა მიიღოს მიმდინარე პროექტებში. Ms sharepoint online-ის ბაზაზე დაპროექტებული სისტემის გამოყენებას ფერმერი შეძლებს სახლიდან გაუსვლელად, აღსანიშნავია, რომ სისტემა თავსებადია მობილურ მოწყობილობებთანაც.

#### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Rural Development Strategy of Georgia 2017-2020, (in Georgian). <http://enpard.ge>
2. Third phase of the european neighborhood programme. (2019), (in Georgian).- <https://www.ge.undp.org>
3. Rural and Rural Development Agency - Farm / Farmer Registration Project. (2018), (in Georgian). <http://arda.gov.ge>
4. Topuria N. (2017). Business Process Automation with Sharepoint Server Software. Monograph, GTU, Tbilisi ISBN 978-9941-20-912-3, (in Georgian)
5. Sharda R. (2017). Business Intelligence, Analytics, and Data Science: A Managerial Perspective.

### ABOUT FARMER INFORMATIONAL STATE SUPPORT SYSTEM DESIGN

Ksovreli Tinatin, Topuria Nino  
Georgian Technical University

#### Summary

This article describes the concept of farmer informational state support system design, which will allow state to receive real-time information about agricultural production on a country scale and from the other hand the farmer will be able to meet production standards, to manage his/her business and to participate in different projects without leaving home. For the design of this kind of system we choose MS Sharepoint online platform, and business analysing tool MS Power BI, which will be used as for production records, as well for planning future production and for receiving certain recommendations about agricultural production.

### О РАЗРАБОТКЕ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ ГОСУДАРСТВЕННОЙ ПОДДЕРЖКИ ФЕРМЕРОВ

Ксоврели Т., Топурия Н.  
Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Рассматривается концепция проектирования информационной системы государственной поддержки фермера. Система позволит государству в режиме реального времени получать информацию о продуктах, доступных в стране, а фермер сможет соблюдать все правила и стандарты, вести собственный бизнес и участвовать в текущих проектах, не выходя из дома. Для разработки такой системы выбрана платформа Ms Sharepoint Online, а инструмент бизнес-анализа Ms Power BI будет использоваться для отслеживания производства, прогнозирования будущих планов и принятия некоторых рекомендаций.

## მეტროლოგია – საწარმოო ეკონომიკური პროცესების საფუძველი

ხათუნა ლომსაძე, ნაზიბროლა ერემეიშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განმარტებულია თუ როგორი მნიშვნელობა აქვს პროდუქციის მეტროლოგიურ უზრუნველყოფას იმ კომპანიებისათვის, რომლებიც საერთაშორისო ბაზარზე აპირებენ გასვლას. წარმოდგენილია თანამედროვე წარმოების მეტროლოგიური უზრუნველყოფის მიზნები, აღწერილია მსოფლიო ბაზრის მოთხოვნები პროდუქციის სერტიფიცირების და იმ ორგანიზაციების (ტესტირების და კალიბრების ლაბორატორიების) მიმართ, რომლებიც ახდენენ სერტიფიცირებას.

**საკვანძო სიტყვები:** მეტროლოგია. სერტიფიცირება. საერთაშორისო ბაზარი.

### 1. შესავალი

მეტროლოგია განეკუთვნება საქმიანობის სახეობებს, რომლებიც უშუალო გავლენას ახდენს წარმოების ეფექტურობის ამაღლებაზე. ეკონომიკური ეფექტურობა მეტროლოგიური უზრუნველყოფის სრულყოფისა და მეტროლოგიური სამსახურის სხვადასხვა ორგანოების მუშაობის უმთავრესი შეფასებაა. ეკონომიკური ეფექტურობის გათვლის საფუძველზე შეგვიძლია განვსაზღვროთ სხვადასხვა მეტროლოგიური სამუშაოების ზეგავლენა წარმოების ტექნიკურ-ეკონომიკურ მაჩვენებლებზე და საბოლოო შედეგში წარმოების ეფექტურობასა და პროდუქციის ხარისხზე [1].

თანამედროვე ბაზარზე მეტად მნიშვნელოვანია პროდუქციის ტექნიკური მახასიათებლების გაუმჯობესებისა და შენარჩუნების საკითხი, რაც პროდუქციის ხარისხთან პირდაპირ კავშირშია. მსოფლიოში ცნობილმა დოქტორმა ედვარდს დემინგმა [2] დაბალი ხარისხი ორ ჯგუფად დააკლასიფიცირა: *სპეციალური* და *სისტემური*. აქედან დაბალი ხარისხის მიზეზის 94% სისტემურია. მხოლოდ სპეციალური (6%) მიზეზების აღმოფხვრით, ხარისხის მკვეთრი ცვლილების მიღწევა შეუძლებელია.

### 2. ძირითადი ნაწილი

გაზომვების და კონტროლის საშუალებები დიდი სიზუსტით უნდა ასახავდეს ინფორმაციას ნივთიერებების, მასალების და პროდუქტების თვისებების შესახებ, ასევე გამოშვებული პროდუქციის ტექნოლოგიური პროცესების ბუნებას, ხარისხს და რაოდენობას. უფრო მეტიც, ხარისხის პრობლემის გადაჭრა უმეტესწილად დამოკიდებულია მიღებული გაზომვის ინფორმაციის ხარისხზე (სისწორეზე, კვლავწარმოებაზე).

საბაზრო ეკონომიკის პირობებში წარმოებული პროდუქცია უნდა გამოირჩეოდეს მაღალი ხარისხის ინდიკატორებით. იმისათვის, რომ საწარმოები იყოს კონკურენტუნარიანი და განახორციელოს წარმატებული ეკონომიკური საქმიანობა, საჭიროა გამოიყენონ მაღალეფექტური და შედეგიანი ხარისხის სისტემები. ასეთი სისტემების გამოყენებამ უნდა გამოიწვიოს ხარისხის მუდმივი გაუმჯობესება და მომხმარებელთა კმაყოფილების ზრდა. ხარისხის სისტემა შეიძლება ეფექტური იყოს მხოლოდ იმ

შემთხვევაში, როცა საწარმოს ყველა დეპარტამენტი ფუნქციონირებს ერთდროულად და შეთანხმებულად, რაც გავლენას ახდენს პროდუქტის ხარისხზე.

მეტროლოგია გამოდის პროდუქციის ხარისხის მართვის კომპლექსური სისტემის შემადგენლობის ქვესისტემა, რომელიც აწვდის ინფორმაციას მართული ობიექტების მდგომარეობის შესახებ, მათი მახასიათებლების გაზომვის საფუძველზე. მაგალითად, დასამუშავებელი დეტალების ხარისხზე გავლენის მოსახდენად საჭიროა მისი შესაბამისი პარამეტრების ფაქტობრივი სიდიდეების ცოდნა (ზომები, გეომეტრიული ფორმები, ზედაპირის სიმქისე და ა.შ, რაც შეიძლება განისაზღვროს მხოლოდ ტექნოლოგიური პროცესების დაწყებისას ან პირველი დეტალის დამუშავების შემდეგ). გაზომვების საფუძველზე დამუშავების პროცესის კორექცია მიმდინარეობს ტექნოლოგიური ოპერაციის შემსრულებლების მიერ ან ავტომატრად (აქტიური კონტროლის სისტემის გამოყენებით). უნდა აღინიშნოს, რომ ტექნიკური გაზომვების დონეს გადაწყვეტი მნიშვნელობა აქვს ნებისმიერ საწარმოში ხარვეზების გარეშე მუშაობის უზრუნველსაყოფად. ხარისხის მართვა წარმოუდგენელია გაზომვების მეტროლოგიური უზრუნველყოფის გარეშე.

პროდუქციის სასიცოცხლო ციკლის პროცესების დაგეგმვისას ორგანიზაციამ მისთვის სასარგებლო ხედვა უნდა შექმნას: ა) მიზანი – პროდუქციის ხარისხი და მოთხოვნები; ბ) პროცესებისა და დოკუმენტების შემუშავების საჭიროება, აგრეთვე კონკრეტული პროდუქტისთვის რესურსების უზრუნველყოფა; გ) აუცილებელი ღონისძიებების ჩატარება კონკრეტული პროდუქტების ვერიფიკაციისა და ვალიდაციის, მონიტორინგისა და გაზომვის, კონტროლისა და ტესტირებისათვის, აგრეთვე პროდუქციის მიღების კრიტერიუმები; დ) ჩანაწერები, რომლებიც აუცილებელია იმის დასამტკიცებლად, რომ პროდუქტის სასიცოცხლო ციკლის პროცესები და პროდუქტები შეესაბამება მოთხოვნებს.

ორგანიზაციამ უნდა განსაზღვროს მონიტორინგი და გაზომვები, რომელთა განხორციელებაც მოხდება და აგრეთვე შესაბამისი მოწყობილობები მონიტორინგისა და გაზომვებისათვის, რომლებიც უზრუნველყოფს პროდუქციის დადგენილ მოთხოვნებთან შესაბამისობის მტკიცებულებას.

პროდუქტების ვერიფიკაციის და ვალიდაციის, მონიტორინგის და გაზომვების, კონტროლის და ტესტირების ღონისძიებების უზრუნველყოფა ხორციელდება მონიტორინგისა და გაზომვების მაკონტროლებელი მოწყობილობების საშუალებით ე.ი. მეტროლოგიური უზრუნველყოფით, რომლის შესრულებაზეც პასუხისმგებლობა მეტროლოგიურ სამსახურს ეკისრება. მეტროლოგია მნიშვნელოვანია საერთაშორისო ვაჭრობაში. იგი უზრუნველყოფს აუცილებელ ტექნიკურ საშუალებებს, იმისათვის, რომ მოხდეს კორექტული გაზომვები ჰარმონიზებული გაზომვის სისტემის გამოყენებით, რომელიც მოიცავს ერთეულთა საერთაშორისო სისტემას (SI), ზუსტ საზომ ინსტრუმენტებს, რომლებიც აკმაყოფილებს საერთაშორისო სტანდარტებს. გაზომვა შედის პრაქტიკულად ყველა კომერციულ ოპერაციაში, დაწყებული საბითუმო ვაჭრობით (პროდუქტები, როგორცაა ნავთობი, ბუნებრივი გაზი და ლითონის საბადო), ბაზარზე მომხმარებელზე საქონლის საცალო გაყიდვამდე. გარდა რაოდენობისა, პროდუქციის ხარისხი და მათი შესაბამისობა სტანდარტებთან მნიშვნელოვანი კრიტერიუმია საერთაშორისო ვაჭრობაში.

შესაბამისი სერტიფიკატები გამოიყენება პროდუქტების სტანდარტებთან და რეგულაციებთან შესაბამისობის დასამტკიცებლად. ასეთი სერტიფიკატები უფრო და უფრო

მნიშვნელოვანი ხდება. მრავალ შემთხვევაში ხარისხის შემოწმება და შესაბამისობა მოითხოვს გადამოწმებას. აკრედიტებულმა საკალიბრაციო ლაბორატორიებმა უნდა უზრუნველყოს გაზომვისა და ტესტირების აღჭურვილობის სათანადო კალიბრაციის პირობები.

### 3. დასკვნა

მეტროლოგიას აქვს საკმაოდ დიდი ფიქსირებული ხარჯები, მაგრამ აქვს მნიშვნელოვანი გამოყენებადობა. საბაზრო ეკონომიკაში გაზომვის ღონისძიებები ორ ნაწილად იყოფა: 1) თითოეული ორგანიზაცია საბაზრო ეკონომიკაში ახდენს გაზომვებს შიგა მიზნებისათვის და უზრუნველყოფს, რომ ის აკმაყოფილებდეს რეგულაციებს; 2) გაზომვა არის საბაზრო ეკონომიკაში გაცვლის ნაწილი ორგანიზაციებს შორის. აქ შესაძლებელია საჭირო გახდეს სპეციალური ჩარევა, იმის გამო, რომ შესაძლებელია მიმწოდებელსა და მყიდველს შორის გაზომვადობას ჰქონდეს შეუსაბამობა. XVIII-XIX საუკუნეებში ზუსტი გაზომვადობის გამოყენებამ რევოლუციურად შეცვალა წარმოება, მეწარმეებმა შრომა ეფექტურად და კვალიფიციურად დაანაწილეს. მოგვიანებით გაზომვადობა გახდა პროცესების კონტროლის ერთ-ერთი განუყოფელი ნაწილი [3].

### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Zedginidze I. (2007). Metrology, Standardization, Certification. GTU, “Technical University”, Tbilisi (in Georgian)
2. Deming, W.E. (1994). The New Economics for Industry, Government, and Education. Boston, Ma: MIT Press. p. 132. ISBN 0262541165.
3. Swann G.M. Peter. (2009). The Economics of Metrology and Measurement. Report for National Measurement Office, Department for Business, Innovation and Skills Final Draft 14<sup>th</sup> October.

## METROLOGY – THE BASIS OF PRODUCTION AND ECONOMIC PROCESSES

Lomsadze Khatuna, Eremishvili Nazibrola

Georgian Technical University

### Summary

The article explains the importance of metrological provision of products for companies that intend to enter the international market. The metrological assurance objectives of modern manufacturing are presented, the world market requirements for product certification and the organizations (testing and calibration laboratories) that certify are described.

## МЕТРОЛОГИЯ - ОСНОВА ПРОИЗВОДСТВЕННО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Ломсадзе Х., Эремишвили Н.

Грузинский Технический Университет

### Резюме

Показано, какое значение имеет метрологическое обеспечение продукции для тех компаний, которые хотят выйти на внешний рынок. Представлены цели метрологического обеспечения современного производства, описаны требования мирового рынка к сертификации продукции и к тем организациям (к лабораториям сертификации и калибровки), которые осуществляют сертификацию.

## საწარმოო რესურსების მართვის სისტემა QuickBooks

ხატია ქრისტესიაშვილი, გულბათ ნარეშელაშვილი  
ნინო ქრისტესიაშვილი, მარინა კაშიბაძე, მათა ოხანაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ეკონომიური ურთიერთობების განვითარების თანამედროვე ეტაპი მოითხოვს კომპანიებისგან და ფირმებისგან მისაღები გადაწყვეტილებების დინამიზმს და ოპერატიულობას ბაზრის კონიუქტურის ყოველდღიური ცვლილებების პირობებში. ბაზარზე კომპანიების ადეკვატური მოქმედების უზრუნველყოფისთვის საჭიროა ინფორმაციის ოპერატიული მიღება, რომელიც შეიცავს დეტალიზებულ ფინანსურ მონაცემებს და მახასიათებლებს, მაგალითად რეალიზებული პროდუქციის ზუსტი თვითღირებულება. ასეთი მონაცემების მიღება შესაძლებელია მხოლოდ კომპლექსური, ავტმატიზირებული აღრიცხვის სისტემის საშუალებით, რომელიც ოპტიმალურად შეესადაგება კომპანიის ან ფირმის სამეურნეო საქმიანობის სპეციფიკას. მაქსიმალური ეფექტის მისაღებად აღრიცხვის ავტომატიზებული სისტემის გამოყენებით მცირე და საშუალო ბიზნესისათვის დამუშავებული იქნა იდეალური საწარმო რესურსების მართვის პროგრამული უზრუნველყოფა QuickBooks.

**საკვანძო სიტყვები:** ვებ-სერვერი. ERP. სისტემა. რეპორტინგი. Aging Report. Profit and Loss Report. Balance Sheet Report. Statement of Cash flows.

### 1. შესავალი

Quickbooks-ი არის საწარმო რესურსების მართვის პროგრამული უზრუნველყოფა, რომელიც გამოიყენება კომპანიაში ასრულებული პროცესების, გაყიდვებისა და შესყიდვების, ხარჯების და შემოსავლების სამართავად და ყოველდღიური ტრანზაქციების კონტროლისათვის. მასგააჩნია მოსახერხებელი ინტერფეისი და მარტივი ტერმინოლოგია, რაც ხელს უწყობს დროში გაწელილი [1,3].

QuickBooks არის საწარმო რესურსების მართვის პროგრამული უზრუნველყოფა რომელიც გამოიყენება კომპანიაში არსებული პროცესების, გაყიდვებისა და შესყიდვების, ხარჯების და შემოსავლების სამართავად და ყოველდღიური ტრანზაქციების კონტროლისათვის. მას აქვს მოსახერხებელი ინტერფეისი და მარტივი ტერმინოლოგია, რაც ხელს უწყობს დროში გაწელილი პროცესების შესრულების დაჩქარებას და დროითი და ადამიანური რესურსის ოპტიმალურ გამოყენებას. იგი ასევე გამოირჩევა რეპორტინგის მძლავრი ინსტრუმენტით, რაც ეხმარება ნებისმიერი ბიზნესის მონაწილეებს რეალურ დროში ქონდეს განახლებულ ინფორმაციასთან წვდომა [1-3].

ეს მეწარმეებს საშუალებას აძლევს მოახდინოდ სწრაფი რეაგირება პრობლემებზე და შეადგინონ ოპტიმალური გეგმა. გარდა ამისა იგი არ მოითხოვს ბუღალტრული აღრიცხვის განსაკუთრებულ ცოდას და, ბაზარზე არსებული სხვა ERP სისტემებთან შედარებით, ხელმისაწვდომია [3,4].

## 2. ძირითადი ნაწილი

QuickBooks არის ვებ-სერვერი მცირე და საშუალო ბიზნესის საბუღალტო აღრიცხვის ავტომატიზაციისთვის.

### ➤ გაყიდვების და შემოსავლების მართვა

QuickBooks-ში გაყიდვების და შემოსავლების მართვა ხორციელდება ინვოისების გენერირებით. QBO-ის დავალიანების ხანდაზმულობის (Aging Report) ანგარიში საშუალებას გვაძლევს ვიყოთ ინფორმირებული მომხმარებლების დავალიანებების შესახებ, სადაც მოცემულია წარსული და მიმდინარე ინვოისების დეტალები. 1-ელ ნახაზზე მოცემულია GSS Engineering-ის A / R –ის ანგარიში, მომხმარებელთა ინფორმაცია დავალიანებების შესახებ, მაგალითად, დეკემბრის თვეში.

<b>Gaskets &amp; Sealing Solutions Engineering LLC</b>						
<b>A/R Aging Summary</b>						
<b>As of December 10, 2019</b>						
	: Current :	1 - 30 :	31 - 60 :	61 - 90 :	> 90 :	: TOTAL
ALLTITE GASKET CO..	▶ 6,363.26 ◀	70.00	0.00	0.00	0.00	6,433.26
Anderson Machine Co Inc	0.00	293.16	0.00	0.00	0.00	293.16
APPVION	2,003.20	0.00	0.00	0.00	0.00	2,003.20
AQUA -CHEM, INC.	0.00	186.00	0.00	0.00	0.00	186.00
C.W. CANADA	45.00	0.00	0.00	0.00	0.00	45.00
Christopher Hanes	0.00	0.00	0.00	0.00	-216.00	-216.00
DeAngelo Marine Exhaust, Inc.	1,614.00	1,320.00	0.00	0.00	0.00	2,934.00
HI-TECH MACHINE & DESIGN, LLC	408.48	0.00	0.00	0.00	0.00	408.48
Huntington Beach Machining	20,420.00	0.00	0.00	0.00	-20,420.00	0.00
KULASIK ASSOCIATES	0.00	304.00	159.52	0.00	0.00	463.52
Metcalf Marine Exhaust, Inc.	4,348.00	0.00	0.00	0.00	0.00	4,348.00
NEWPORT SCIENTIFIC, INC.	75.00	0.00	0.00	0.00	0.00	75.00
OHIO VALLEY GASKET, INC	883.00	213.40	0.00	0.00	0.00	1,096.40
Packings & Insulations Corporation	429.25	0.00	0.00	0.00	0.00	429.25
PDC INTERNATIONAL CORP.	0.00	125.44	0.00	0.00	0.00	125.44
Pressure Seals	4,832.50	0.00	0.00	0.00	0.00	4,832.50
PRO-FORM PACKAGING , INC.	153.18	0.00	0.00	0.00	0.00	153.18
PROCESS PRODUCTS INC.	0.00	-2,100.00	0.00	0.00	0.00	-2,100.00
PRODUCTION COMPONENTS CORPORAT...	2,909.30	1,209.02	494.00	0.00	0.00	4,612.32
RLS Enterprises INC	702.70	0.00	-132.00	0.00	0.00	570.70
SEAL & DESIGN INC.	4,330.00	0.00	325.00	0.00	-2,179.56	2,475.44
SEALCO	26,724.49	11.20	0.00	-4.00	-50.00	26,681.69
SIGMA DESIGN COMPANY, L.L.C.	0.00	108.00	0.00	0.00	0.00	108.00
THRUWAY FASTENERS	1,915.00	690.00	0.00	0.00	0.00	2,605.00
THRUWAY FASTENERS..	3,151.30	108.00	0.00	0.00	0.00	3,259.30
YESCO	6,477.02	0.00	0.00	0.00	0.00	6,477.02
<b>TOTAL</b>	<b>87,784.68</b>	<b>2,538.22</b>	<b>846.52</b>	<b>-4.00</b>	<b>-22,865.56</b>	<b>68,299.86</b>

ნახ.1. A / R- ის ანგარიში

### ➤ გადახდების და ხარჯების კონტროლი

QuickBooks-ში ავტომატურად ხდება კომპანიის გადახდების და ხარჯების კონტროლი. იგი სინქრონიზებულია მომსახურე ბანკთან და ოპერაციის ასახვასთან ერთად ხდება მათი სისტემაში გადმოწერა და დახარისხება. თუ მოითხოვება ჩეკის ან ნაღდი ანგარიშსწორების ასახვა, ამის განსახორციელებლად მხოლოდ რამდენიმე წუთია საჭირო.



➤ მოიპოვეთ ძირითადი რეპორტები ბიზნესის შესახებ

კომპანიის ფინანსური ნაკადების შემოდინების და გადინების მართვის საშუალებით სისტემაში ავტომატურად გენერირდება რეპორტები, რომლებიც მეტად ღირებულა კომპანიის მენეჯმენტისათვის. ყველა რეპორტი წინასწარ არის აგებული და QuickBooks -ში მისი ნახვა მხოლოდ რამდენიმე კლიკის მეშვეობით არის შესაძლებელია. რეპორტები განახლდება რეალურ დროში, ტრანზაქციების ჩაწერის და შენახვის თანამდევრულად. ასევე რეპორტების ინსტრუმენტი არის მოქნილი და შესაძლებელია მისი მოდიფიცირება და დალაგება ინტერესის და სურვილის მიხედვით. ქვემოთ მოცემულია რეპორტის სამი ტიპი, რომელიც გამოიყენება ფინანსური ინფორმაციის მისაწოდებლად ინვესტორების, კრედიტორების, ბანკებისა და საკრედიტო კომპანიებისათვის. იგი ასახავს ბიზნესის ძირითად მგომარეობას მის შესაფასებლად [3].

- 1) მოგების და ზარალის ანგარიში (Profit and Loss Report );
- 2) ბალანსის ანგარიში (Balance Sheet Report);
- 3) ფულადი სახსრების ანგარიშგება ( Statement of Cash Flows)

მოგებისა და ზარალის (Profit and Loss Report ) ანგარიშის გამოძახება შესაძლებელია რამდენიმე წუთში. ის გვიჩვენებს კომპანიის წმინდა შემოსავალს (და ზარალს) კონკრეტული პერიოდის განმავლობაში. მე-2 ნახაზზე მოცემულია GSS Engineering-ის მიმდინარე წლის მოგებისა და ზარალის ანგარიშის ფორმა.

<b>Gaskets &amp; Sealing Solutions Engineering LLC</b>	
<b>Profit &amp; Loss</b>	
January 1 through December 10, 2019	
Jan 1 - Dec 10, 19	
<b>Ordinary Income/Expense</b>	
Income	
Sales Of Manufactured Gaskets	499,327.79
Shipping and Delivery Income	0.00
<b>Total Income</b>	<b>499,327.79</b>
Cost of Goods Sold	
Purchase Gaskets	23,547.89
<b>Total COGS</b>	<b>23,547.89</b>
<b>Gross Profit</b>	<b>475,779.90</b>
Expense	
Payroll Expenses	72,619.70
Purchase/Gaskets	1,261.40
Rati Zardiashvili	0.00
Raw Material	20,183.36
Rent Expense	2,110.00
Repairs and Maintenance	1,623.00
SHOP SUPPLIES	762.93
<b>Total Expense</b>	<b>98,560.39</b>
<b>Net Ordinary Income</b>	<b>377,219.51</b>
<b>Other Income/Expense</b>	
Other Expense	
Ask My Accountant	39,004.00
<b>Total Other Expense</b>	<b>39,004.00</b>
<b>Net Other Income</b>	<b>-39,004.00</b>
<b>Net Income</b>	<b>338,215.51</b>

ნახ.2. მოგების და ზარალის ანგარიში

რეპორტში ნაჩვენებია კომპანიის შემოსავლები და ხარჯები მთლიანად (Total Income; Total Expense) წლის განმავლობაში და დეტალურად ჩაშლილი სახეობების მიხედვით. ბალანსის ანგარიშში (Balance Sheet Report) ნაჩვენებია კომპანიის აქტივები, ვალდებულებები და კაპიტალი კონკრეტულ დროში. QBO-ში მარტივად შეიძლება შეიქმნას ფულადი სახსრების ანგარიშგება (Statement of Cash Flows). ეს ანგარიში გვაჩვენებს ყველა იმ მოქმედებას, რომელიც დაკავშირებულია კომპანიის ფულადი სახსრების შემოტანისა და ფულადი სახსრების გადინებაზე.

QuickBooks საშუალებას იძლევა მივიღოთ გადახდები ონლაინ რეჟიმში. ინვოისები, რომლებიც ელ.ფოსტით იგზავნება მომხმარებელთან, შეიცავს "Pay Now", ლილაკს და მომხმარებელს შეუძლია ამ ლილაკზე დაჭერით გადაიხადონ ინვოისები ნებისმიერი საკრედიტო ბარათის ან საბანკო ანგარიშის გამოყენებით [3].

QBO ასევე აქვს QuickBooks Online ვერსია, რომელიც cloud-based პროდუქტია, და არ საჭიროებს პროგრამული უზრუნველყოფის ინსტალაციას. ეს პროდუქტი ხელმისაწვდომია გამოწერის სამ დონეზე (Simple Start, Essentials, Plus) და იდეალურია ნებისმიერი სერვისზე დაფუძნებული ბიზნესისთვის. QBO საშუალებას იძლევა გვქონდეს წვდომა კომპანიის მონაცემებზე ქსელში ჩართული ნებისმიერი კომპიუტერიდან.

### 3. დასკვნა

QuickBooks შექმნილია 2002 წელს ამერიკული კომპანია „Intuit“-ის მიერ. იგი ყოველწლიურად იხვეწება და დღესდღეობით ერთ-ერთი ყველაზე მარტივი, სრულყოფილი და მრავალფუნქციური პორგრამაა მცირე ბიზნესის წარმატებით სამართავად. საქართველოში არ ხდება მისი გამოყენება, მისი ცნობადონის დაბალი დონის გამო. იგი ასევე შეიცავს ისეთ თანამედროვე მოდულებს, რომლებიც ასევე მოსახერხებელი იქნებოდა ქართული სააღრიცხვო პროგრამებში ჩასაშენებლად.

### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Nelson CPA & Business consultant. (2020). Copyright © 2020 Stephen L. Nelson CPA PLLC. Internet resource: <https://stephenlnelson.com/>
2. Kristesiashvili Kh., Surguladze G., Maisuradze G. (2012). The process of implementing erp systems and its problems. Transact.of GTU "Automated Control Systems", N2(13). Tb., pp.104-108, (in Georgian)
3. Quickbooks. (2019). Internet resource: <https://quickbooks.intuit.com/>
4. Surguladze G., Kristesiashvili Kh., Surguladze G. (2015). Modeling and Research of Enterprise Resource Management Business Processes). GTU, "Tech. Un.", Tb., 216 p., (in Georgian)

## ENTERPRISE RESOURCE MANAGEMENT SYSTEM QUICKBOOKS

Kristesiashvili Khatia, Nareshelashvili Gulbaat,  
Kristesiashvili Nino, Kashibadze Marina, Okhanashvili Maia

Georgian Technical University

### Summary

The modern stage of economic development requires timely and effective solutions that are acceptable to companies and firms. In order for companies to function adequately in the marketplace, information needs to be received promptly, which containing detailed financial data, for example Accurate self-worth of production. These information can only be accessed through a complex, automated accounting system. In this article we have discussed about advantages and benefits of competitive American ERP system.

## СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ РЕСУРСАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ QUICKBOOKS

Кристесиашвили Х., Нарешелашвили Г.,  
Кристесиашвили Н., Кашибадзе М., Оханашвили М.

Грузинский Технический Университет

### Резюме

Современный этап развития экономических отношений требует от компаний повышенного динамизма, своевременности и оперативности принимаемых решений в условиях постоянно изменяющейся конъюнктуры рынка. Для обеспечения адекватного поведения компаний на рынке необходимо оперативное получение информации, включая детализированные финансовые данные и показатели, например, достоверной себестоимости реализуемой продукции. Такие данные возможно получить только в случае использования комплексной автоматизированной системы учета, оптимально приспособленной под специфику хозяйственной деятельности компании. В статье рассматривается разработанная система управления ресурсами QuickBooks для получения учетных решения малого и среднего бизнеса.

## Business Intelligence ტექნოლოგიის გამოყენება სასწავლო სისტემებში Sharepoint Server-ის ბაზაზე

ნინო თოფურია, ნინო ლომიძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

თანამედროვე ტექნოლოგიების ეპოქაში თითქმის ყველა სასწავლო დაწესებულება იყენებს ელექტრონული სწავლების მეთოდებს. არსებულ, ზოგიერთ ონლაინ სწავლების სისტემებს ჯერ კიდევ არ შეუძლიათ ბოლომდე დაეხმარონ და მოახდინონ მოსწავლეების სწავლებაზე ორიენტირებული გარემოს შექმნა და სწავლის აქტივობების ავტომატიზირება. მომცემულ სტატიაში განხილულია ისეთი სისტემის დანერგვა, რომელიც აფასებს მოსწავლეებს რეალურ დროში ბიზნეს-ანალიზის კონცეფციის მეშვეობით.

**საკვანძო სიტყვები:** სასწავლო პროცესი. ბიზნეს-ანალიზი. Ms SharePoint Server. Google Data Studio.

### 1. შესავალი

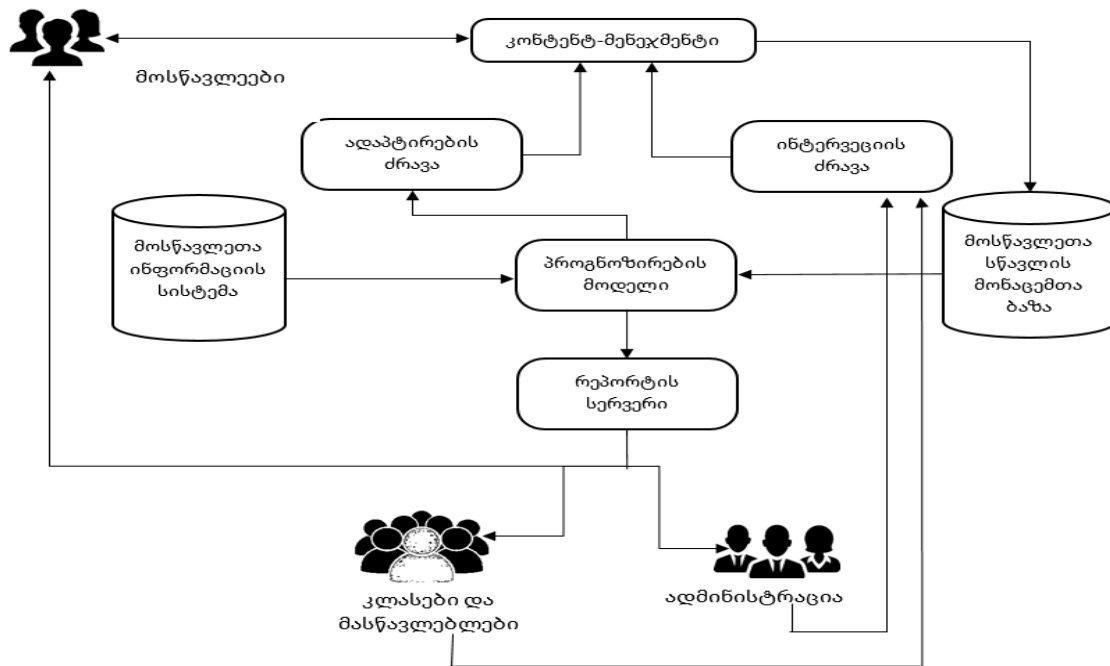
ინფორმაციული სისტემების განვითარება მოითხოვს ისეთი სასწავლო სისტემების კონცეფციის შემუშავებას, რომელიც მიზნად ისახავს სწავლის პროცესში განმსაზღვრელი ფაქტორების დამუშავებას, ინფორმაციის მიწოდების საშუალებით მოახდენს მონაცემთა ვიზუალიზაციას და შემდომ ანალიზს. გასათვალისწინებელია ის, რომ მოსწავლეზე ორიენტირებული სწავლის პროცესის დამკვიდრებას შეუძლია გაზარდოს მოსწავლეების სწავლისადმი დამოკიდებულება და ინტერესი.

ინფორმაციის მართვის შესაძლებლობა ანუ ბიზნეს-ანალიზის მეშვეობით შესაძლებელია შესაბამისი საზომი კრიტერიუმების და შედეგების მთავარი ინდიკატორების წინასწარი განსაზღვრა. მიღებული ინფორმაცია მრავლის მომცველია და საშუალებას იძლევა დაიგეგმოს ოპერაციები მიღებული მონაცემების გათვალისწინებით შედეგების გაუმჯობესებისა და ოპტიმიზაციისთვის.

Ms SharePoint Server-ი შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას SQL Server-ს ანგარიშების-თვის და ბიზნეს-ანალიზის ინსტრუმენტების ოპტიმიზაციისთვის [1]. უსაფრთხოებისა და მონაცემთა კავშირის დასამყარებლად SharePoint Server-ის ვებ-გვერდზე გამოქვეყნება სწრაფი გზაა ბიზნეს-ანალიზის ხელსაწყოების გასაზიარებლად, რაც საბოლოოდ ეხმარება თანამშრომლებს უკეთესი გადაწყვეტილების მისაღებად [2].

### 2. ძირითადი ნაწილი

სწავლის ანალიზი მოიცავს კვლევის სხვადასხვა სფეროს, რომელიც დაკავშირებულია როგორც აკადემიური მოსწრების, ასევე სამოქმედო და პროგნოზულ ანალიზთან. სწავლების ონლაინ სისტემების და სწავლების პროგრამულ უზრუნველყოფას - აქვს უნარი შეაგროვონ შემსწავლელი ქცევების ნაკადები, რომლებიც შეიძლება მუშაობდეს მონაცემებზე, რათა დაინტერესებულ მხარეებს გაუადვილდეთ გადაწყვეტილების მიღება. იმის დასადგენად, თუ როგორ მოქმედებს ანალიზური სისტემები საგანმანათლებლო მონაცემების მოპოვების შედეგად შექმნილი მოდელების გამოყენებით და სწავლის ანალიზის სისტემის ინსტრუმენტების მიხედვით, აღწერილია პროტოტიპული სწავლის სისტემაში (ნახ.1) [3,4].

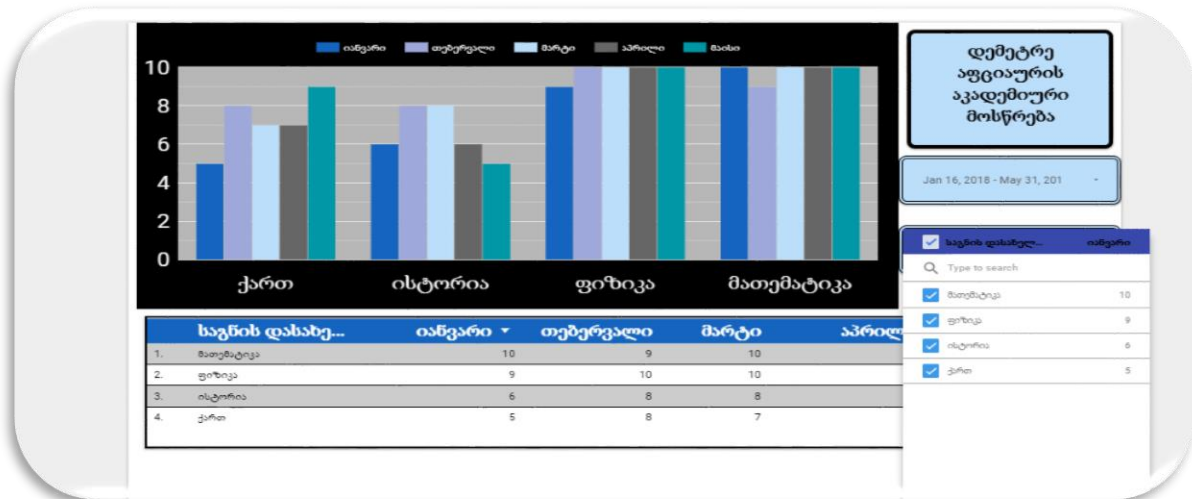


ნახ.1. მონაცემთა ნაკადები ტიპური ადაპტირებული სწავლების სისტემის მიხედვით

აქ ასახულია მონაცემების ნაკადი, რომელიც ქმნის უწყვეტ უკუკავშირს მომხმარებლებსა და ადაპტირებული სწავლების სისტემას შორის. მონაცემთა ნაკადი იწყება მოსწავლეებიდან, რომლებიც წარმოქმნიან კონტენტ მენეჯმენტის სისტემას მიწოდების კომპონენტების ურთიერთობისას. მონაცემები დროულად იწერება და სუფთავდება საჭიროების შემთხვევაში, ინახება მოსწავლეთა სწავლის მონაცემთა ბაზაში. გარკვეულ დროს პროგნოზირებად მოდელის მონაცემებს ანალიზს უკეთებს მოსწავლეთა სწავლების მონაცემთა ბაზა, სადაც შეიძლება გამოყენებულ იქნას მონაცემთა მოპოვების სხვადასხვა ანალიტიკური საშუალებები და მოდელები, რომლებიც დამოკიდებულია ანალიზის მიზანზე. ანალიზის დასრულების შემდეგ, შედეგებს იყენებს ადაპტაციის ძრავით. მონაცემების ნაკადის ბოლო ეტაპზე სისტემის მომხმარებლები ამოწმებენ მონაცემებს გამომხატურებებისთვის და რეაგირებენ მათი სტატუსიდან გამომდინარე.

Ms SharePoint Server-ის სერვისების გააქტიურებით შესაძლებელია ბიზნეს ანალიტიკის ინსტრუმენტებთან სრული ინტეგრაცია, რომელიც არის იდეალური პლატფორმა მონაცემების ანალიზის, ვიზუალიზაციისა და გავრცელებისათვის. მასში ინტეგრირებული სხვადასხვა ანალიტიკური ფუნქცია უზრუნველყოფს პროგნოზირების სხვადასხვა შესაძლებლობებს შემდგომი ანალიზისთვის.

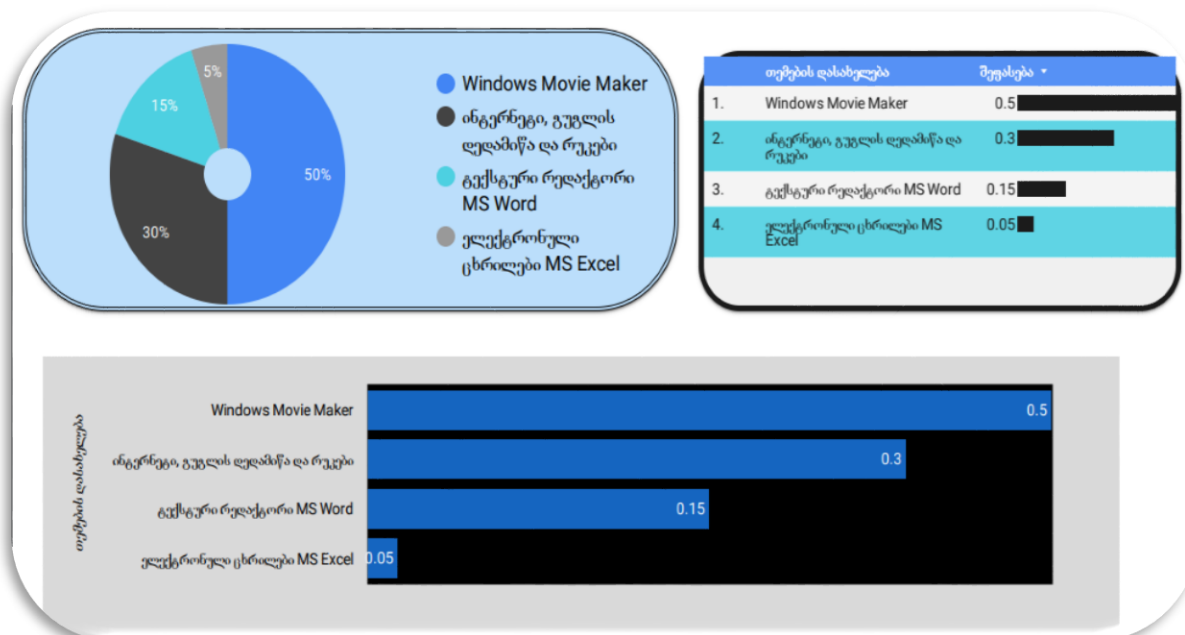
მოსწავლეები იღებენ მოსაზრებებს თავიანთი ინტერაქტივების შესახებ უკუკავშირის საშუალებით. უკუკავშირი, როგორც წესი, მოიცავს ჩამოწმებული შეფასებების პროცენტულ რაოდენობას და იმ კონცეფციების ჩამონათვალს, რომლებიც დემონსტრირებულია SharePoint Server-ის საიტზე Google Data Studio ინსტრუმენტების მეშვეობით. იგი შეიძლება შეიცავდეს დეტალურ ინფორმაციას მისი საქმიანობის შესახებ, მაგალითად, მიღებული შეფასებები და პრობლემები (ნახ.2). ნახაზზე მოცემულია დეტალური ინფორმაცია, რომელიც შესაძლებელია შევადაროთ სხვა თვეებში მიღებულ შეფასებებს, რათა მოსწავლეებმა შეძლონ სწავლის დარეგულირება [8,9].



ნახ.2. მოსწავლის დაფის აკადემიური მოსწრების ანალიზის შესახებ.

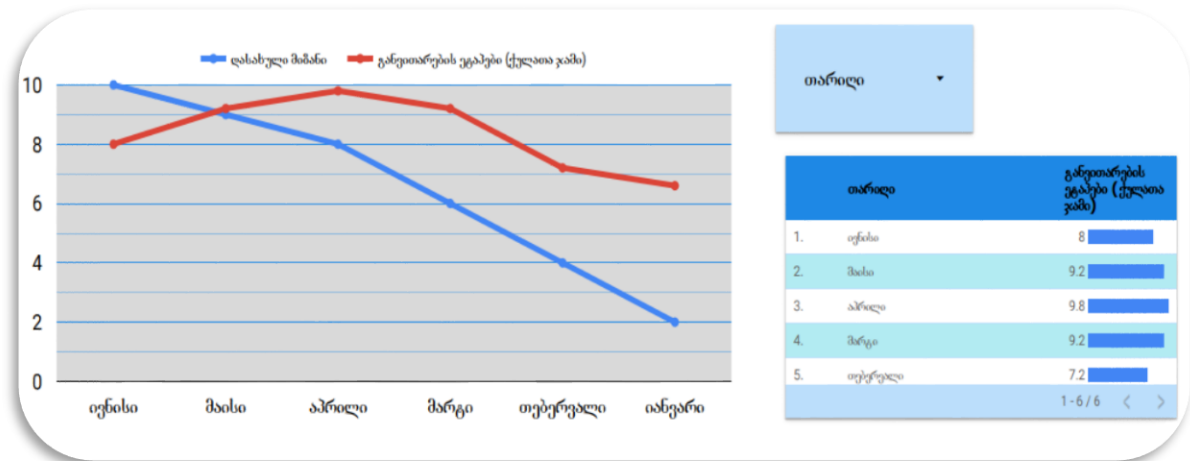
მე-2 ნახაზზე ნაჩვენებია მოსწავლის აკადემიური მოსწრების ანალიზი, საიდანაც მასწავლებელი იღებს მოსაზრებებს ინდივიდუალური მოსწავლისა და კლასის მიხედვით, როგორც მთლიანობაში შესრულებული აქტივობების და მათი სასწავლო მოქმედებების მიხედვით, რათა მოახდინოს მოსწავლეთა სწავლის დონის გაუმჯობესება. უკუკავშირის მონაცემების შემოწმებით, შესაძლებელია კლასის საერთო დონის შეფასება [10].

მე-3 ნახაზზე ასახულია ისტ-ის მასწავლებლის დაფა, სადაც ხდება სასწავლო სისტემების ანალიზი, რომელიც როგორც წესი აკონტროლებს მოსწავლის აკადემიურ მოსწრების მდგომარეობის უნარს ან სხვადასხვა თემების მიხედვით მათი ინტერესის ზრდას. შესაძლებელია ეს ინფორმაცია მიაწოდონ მოსწავლეებს, რათა მათ იცოდნენ რაზე უნდა გაამახვილონ ყურადღება, ხოლო მასწავლებელს ეცოდინება შემდგომში რომელ საკითხზე მოახდინონ კონცენტრაცია.



ნახ.3. ისტ-ის მასწავლებლის დაფა

მე-4 ნახაზზე ნაჩვენებია კლასის ცოდნის დონის კონცეფციის დადგენა, რომლის მიხედვითაც ადმინისტრაციას შეუძლია დაათვალიეროს დეტალური მონაცემები სხვადასხვა კლასში განხორციელებული აქტივობების შესახებ, რათა შეამოწმოს სკოლაში არსებული ყველა მოსწავლის შესაძლებლობა და მოახდინოს ანალიზი, მათი საჭიროებებიდან გამომდინარე. მოცემული სისტემის მეშვეობით ადმინისტრაციას შეუძლია დაგეგმოს და განახორციელოს, საჭიროებიდან გამომდინარე სხვადასხვა საგანმანათლებლო აქტივობები, შეცვალოს სწავლების მეთოდები შედეგის გაუმჯობესების მიზნით.



ნახ.4. ადმინისტრაციის დაფა - კლასის ცოდნის დონის კონცეფციის დადგენა

### 3. დასკვნა

სასწავლო სისტემის კონცეფციის შემუშავება ბიზნეს-ანალიზის საშუალებით უფრო მოხერხებულს და ავტომატიზირებულს ხდის სასწავლო პროცესს. მას შეუძლია დაეხმაროს მასწავლებელს გადაწყვეტილების მიღებაში მოსწავლეების ენთუზიაზმზე დაყრდნობით. მეთოდები, რომლებიც გამოყენებულია მოცემულ სტატიაში დაფუძნებულია მონაცემთა ანალიზისა და მომხმარებელთა საჭიროებების გათვალისწინებით. ბიზნეს-ანალიზის ე.წ. Dashboard-ები ითვალისწინებს რეალურ დროში ზუსტი ინფორმაციის ვიზუალიზაციას, რომელთა მეშვეობითაც შეგვეძლება გავარკვიოთ თუ რამდენად დიდია ინტერესი და როგორი კომუნიკაბელურობა ისახება მოსწავლეთა სწავლების სხვადასხვა პერიოდში.

ყოველივე ეს კი ვფიქრობ, რომ სასწავლო პროცესს უფრო ეფექტურს და მრავალფეროვანს გახდის, ასევე ბიზნეს-ანალიზის სისტემების შემუშავება SharePoint Server-ის გამოყენებით ძალზე ეფექტურია, როგორც კომუნიკაციის, ინტერაქციის, ისე დროის თვალსაზრისით

### ლიტერატურა - References – Литература:

1. Larson B. (2016). Delivering Business Intelligence with Microsoft SQL Server 2016. USA. McGraw-Hill Education; 4 edition
2. Surguladze G., Topuria N., Kharitonashvili M. (2018). Design and Software Implementation for Interdisciplinary Studies. Transact.of GTU "Automated Control Systems", No 2(26), pp. 323-327. (in Georgian)

3. Sharda R. (2017). Business Intelligence, Analytics, and Data Science: A Managerial Perspective. Hong Kong: Pearson; 4 edition
4. Topuria N., Lomidze N. (2017). Automation of Workflow for Study Process. Transact.of GTU "Automated Control Systems", No 2(24), pp.43-46, (in Georgian)
5. Topuria N., Lomidze N. (2018). Electronic Document Management Tools in the Organization. Transact.of GTU "Automated Control Systems". No 2(26), pp.328-330. (In Georgian)
6. Topuria N. (2017). Business Process Automation on Sharepoint Server Database, Monograph. GTU, IT Consulting Science Center, Tbilisi. (In Georgian)
7. Norman Warren P. (2013). Business Intelligence im Microsoft SharePoint-2013. California: Microsoft Press; 1 ed., USA
8. Blokdyk G. (2018). Google Data Studio A Complete Guide. the United States: 5STARCOOKS
9. Guay M. (2016). The Ultimate Guide to Google Sheets: Everything you need to build powerful spreadsheet workflows in Google Sheets. the united states: Zapier, Inc.; 1.0 ed
10. Topuria N., Lomidze N. (2019). Development of the Concept of an Education Management Information System. Transact.of GTU "Automated Control Systems", No 1(28), pp.231-234, (in Georgian)

## **BUSINESS INTELLIGENCE TECHNOLOGY FOR TRAINING SYSTEMS USING SHAREPOINT SERVER**

Topuria Nino, Lomidze Nino  
Georgian Technical University

### **Summary**

In the era of modern technology, almost all educational institutions use e-learning methods. Some existing online learning systems are not yet fully capable of helping and creating a student-centered learning environment and automating learning activities. This article discusses the introduction of a system that evaluates students through the concept of real-time business analysis.

## **БИЗНЕС-АНАЛИТИКА В ОБУЧАЮЩИХ СИСТЕМАХ НА БАЗЕ SHAREPOINT SERVER**

Топурия Н., Ломидзе Н.  
Грузинский Технический Университет

### **Резюме**

В эпоху современных технологий почти все учебные заведения используют методы электронного обучения. Некоторые существующие системы онлайн-обучения еще не в полной мере способны помочь и создать ориентированную на студентов среду обучения и автоматизировать учебную деятельность. В этой статье обсуждается введение системы, которая оценивает студентов через концепцию бизнес-анализа в реальном времени.



# სასწავლო დაწესებულებებში მიმდინარე პროცესების ავტომატიზებული მართვა

გია სურგულაძე, სოფიკო პაპავაძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია სკოლის მოსწავლეების ონლაინ მონიტორინგის კომპიუტერული სისტემის აგების პროექტი. პროექტის ფარგლებში შემოთავაზებულია სისტემა, რომელიც გაამარტივებს სასწავლო პროცესის მართვას და ხელს შეუწყობს მოსწავლეებს განვითარებასა და წინსვლაში. აღწერილია შესაბამისი სისტემის მოდულები და გამოყენებული ტექნოლოგიები.

**საკვანძო სიტყვები:** სკოლა. სასწავლო პროცესი. ავტომატიზაცია. მონიტორინგის სისტემა.

## 1. შესავალი

საქართველოს ეკონომიკური და სოციალური პროგრესის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი რესურსია ადამიანური კაპიტალი. შესაბამისად, განათლება ქვეყნის განვითარების ერთ-ერთ მთავარ პრიორიტეტულად იქნა აღიარებული [ლიტ]. ეს კი ნიშნავს, რომ უფრო მეტად უნდა ვიზრუნოთ პროფესიული, ზოგადი და უმაღლესი განათლების სისტემის სრულყოფაზე, კერძოდ, მოსწავლეთა სწავლის ხარისხისა და აკადემიური დასწრების გაუმჯობესებაზე.

სკოლის მოსწავლეების ონლაინ მონიტორინგის კომპიუტერული სისტემის პროექტი და მისი რეალიზაცია საშუალებას მოგვცემს შევქმნათ როგორც მშობლებზე, ისე სკოლის თანამშრომლებზე მორგებული მარტივი და მოქნილი სისტემა, რომლის საშუალებითაც სასწავლო დაწესებულება გახდება მეტად უსაფრთხო გარემო მოსწავლეთათვის.

სისტემის დახმარებით მშობლისთვის მოსახერხებელი და გაამარტივებული იქნება მოსწავლეთა აქტივობებისა და მიღწევების მონიტორინგი. სწორედ ამ გზით მოხდება სასწავლო პროცესში მშობელთა ჩართულობის ხარისხის ამაღლება.

## 2. ძირითადი ნაწილი

პროექტში განხილულია სკოლის მოსწავლეების ონლაინ მონიტორინგის კომპიუტერული სისტემის აგება, რისი დახმარებითაც მშობელს გაუმარტივდება შვილის მიღწევებისა თუ დარღვევების კონტროლი. მშობელს შესაძლებლობა ექნება აკონტროლოს შვილის დასწრება, ნახოს დაგვიანებები, ადრე გასვლები, გაცდენები, შენობაში ყოფნის ხანგრძლივობა, შეამოწმოს მოსწავლის შენობაში ყოფნის მიმდინარე სტატუსი. მშობელს შეეძლება ნახოს კონკრეტულად რომელ შენობაში (თუ რათქმუნდა არსებობს სკოლის სტრუქტურულად დაყოფილი ერთეულები) და კონკრეტულად რომელ კარზე განხორციელდება დაშვების ბარათის გამოყენება.

ნებისმიერი დარღვევის (დაგვიანება, ადრე გასვლა, გაცდენა) შესახებ ინფორმაციას მშობელი მიიღებს მოკლე ტექსტური შეტყობინების სახით. საიტზე იქნება განთავსებული

გაკვეთილების ცხრილი და თითოეული გაკვეთილის შესახებ დეტალური ინფორმაცია (ნახ.1). მშობელს შესაძლებლობა ექნება აკონტროლოს შვილის ნიშნები თითოეულ საგანში ელექტრონული ჟურნალის დახმარებით და ნახოს მასწავლებლის მიერ დაწერილი სიტყვიერი შეფასება, ანუ კონკრეტული ნიშნის შესახებ დეტალური ინფორმაცია. ასევე აკონტროლოს ჩაბარებული დავალებები კონკრეტული საგნისა და თარიღების მიხედვით.



4 კლასი			
დრო	ორშაბათი	სამშაბათი	ოთხშაბათი
09:00	მათემატიკა	ქიმია	ბიოლოგია
10:00	ისტორია	მათემატიკა	ქართული
11:00	გეოგრაფია	ხელოვნება	...
12:00	ქართული	ქართული	...
13:00	ფიზიკა	მუსიკა	...

ნახ.1. გაკვეთილების ცხრილის ფრაგმენტი

საიტზე მოცემული იქნება სასწავლო წლებისა და საგნების მიხედვით სტატისტიკა, ასევე მოსწავლეთა რეიტინგი (ნახ.2).

მშობელს შეეძლება მოითხოვოს სკოლის მოწაფისათვის ბიულეტენი და ატვირთოს შესაბამისი დოკუმენტი სკოლაში მიუსვლელოდ.

მშობელს შესაძლებლობა ექნება მართოს სწავლის საფასურის გადასახადი და აკონტროლოს დავალიანებები (ნახ.2).



ნახ.2. სისტემაში რეიტინგის, სტატისტიკისა და გადასახადების მართვის ამოცანების ინტერფეისები

საიტზე იქნება განთავსებული მასწავლებლების შესახებ ინფორმაცია (ნახ.3). მაგალითად, მონაცემთა ბაზაში ინახება: ფოტო, სახელი გვარი, საგანი, კაბინეტის ნომერი, ტელეფონი, ელ.ფოსტა, მისამართი და სხვ.

სისტემის საიტის მეშვეობით განხორციელდება მშობლისა და მასწავლებლის ელ-კონტაქტი, ნებისმიერი სტრუქტურირებული ან არასტრუქტურირებული ინფორმაციის გაცვლა მშობლის სკოლაში მიუსვლელოდ.

ფოტო	სახელი გვარი	კაბინეტი	ტელ. ნომერი
	ლია კაკაბაძე	2 სართ. ოთახი 203	599 XX XX XX
	გელა ტულუში	2 სართ. ოთახი 205	577 XX XX XX

ნახ.3. მასწავლებელთა მონაცემთა ბაზის ფრაგმენტი

ასევე შესაძლებელი იქნება ნებისმიერი სიახლის დათვალიერება, რომელიც ხორციელდება სკოლის ფარგლებში, იქნება ეს გამოფენები, ექსკურსიები, თუ სხვადასხვა სახის ღონისძიებები.

ასევე განთავსდება წრეების შესახებ ინფორმაცია და მათზე ონლაინ რეგისტრაციის ბმული. საიტზე განხორციელდება სასწავლო ოლიმპიადების ონლაინ ჩატარება. შესაძლებელი იქნება ოლიმპიადისთვის საჭირო კითხვარის შედგენა და საიტზე მისი განთავსება. ასევე, შესაბამისი ჩანართი ჩატარებული ოლიმპიადების შესახებ ინფორმაციის დათვალიერებისა და შედეგების ნახვის საშუალებას მოგვცემს. საიტზევე იქნება შესაძლებელი გამარჯვებული მოსწავლეთა გამოვლენა.

საიტის გარდა ადმინისტრაციას ექნება სამომხმარებლო დესკტოპ-აპლიკაცია (სამართავი პანელი), რომელიც შესაძლებლობას მისცემთ უკეთ მართონ მიმდინარე პროცესები. ამ პროგრამას ექნება მონიტორინგის მოდული, სადაც ონლაინ რეჟიმში მოხდება მიმდინარე მოვლენების კონტროლი.

პროექტში გათვალისწინებულია კვების ობიექტის მოდულიც, რაც ნიშნავს, რომ მშობელს შესაძლებლობა ექნება არსებული მენიუდან შეადგინოს შვილის კვების რაციონი კონკრეტული პერიოდისთვის და შესაბამისი საფასური გადაიხადოს საიტზე განთავსებული გადახდის სისტემის საშუალებით.

ასევე იარსებებს ბიბლიოთეკის მოდული, რომელსაც წიგნების გატანა/დაბრუნების ისტორიის გარდა, ექნება სხვადასხვა სახის სტატისტიკების გენერირების ფუნქციაც, რაც საშუალებას მოგვცემს უკეთ შევაფასოთ მოსწავლეთა ინტერესები.

ასევე, სისტემას დაემატება სხვა ფუნქციებიც, რომელთა მნიშვნელობასა და საჭიროებასაც გამოკვეთავს შესაბამისი კვლევები.

პროექტი მოიცავს საიტს მომხმარებლებისთვის (მშობლებისთვის), ადმინისტრაციისთვის განკუთვნილ დესკტოპ-აპლიკაციას და კონტროლერის სამართავ დესკტოპ-აპლიკაციას.

პროექტი განხორციელდება შემდეგი ტექნოლოგიების გამოყენებით:

ბაზის მხარეს მოხდება Microsoft SQL Server - ის გამოყენება, საიტის მხარეს იქნება, ASP.NET MVC და პროგრამირების ენა - C#, დესკტოპ-აპლიკაციისთვის გამოყენებული იქნება WPF და პროგრამირების ენა - C#, ხოლო თითოეული აპლიკაცია მონაცემთა ბაზასთან კავშირს დაამყარებს Microsoft WCF (Windows communication foundation) სერვისის

დახმარებით, რომელიც იქნება ორი სახის, ერთი კონტროლერის ბაზაში არსებული მოვლენების საკონტროლოდ, ხოლო მეორე კლიენტის მოთხოვნების დასამუშავებლად.

### **3. დასკვნა**

შემოთავაზებული საპროექტო ამოცანების განსახორციელებლად პირველ რიგში აუცილებელია შესაბამისი ბაზრის მარკეტინგული კვლევა. საჭიროა უკვე არსებული, მსგავსი სისტემების შესწავლა და არსებული პრობლემების გამოკვლევა დაგროვებული გამოცდილების საფუძველზე. ანალიზი იმისა თუ როგორ შეიძლება არსებული სისტემების გაუმჯობესება და მეტი სასარგებლო და მნიშვნელოვანი ფუნქციონალის დამატება. უნდა მოხდეს მშობლების გამოკითხვა და მათი მოთხოვნების გაანალიზება. შემდეგ რეალური მოთხოვნების ამორჩევა და შესაბამისი ფუნქციონალის სისტემის შექმნა.

## **AUTOMATED MANAGEMENT OF ONGOING PROCESSES IN EDUCATIONAL INSTITUTIONS**

Surguladze Gia, Papavadze Sopiko

Georgian Technical University

### **Summary**

The project on constructing pupils' computer-based online monitoring system is discussed. The project proposes a system that will simplify the management of the learning process and help students to develop and progress. The relevant system modules and technologies used are described.

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УПРАВЛЕНИЕ ТЕКУЩИМИ ПРОЦЕССАМИ В ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ УЧРЕЖДЕНИЯХ**

Сургуладзе Г., Папавадзе С.

Грузинский Технический Университет

### **Резюме**

Обсуждается проект по созданию компьютерной системы онлайн-мониторинга учащихся. Проект предлагает систему, которая упростит управление процессом обучения и поможет студентам развиваться и прогрессировать. Описаны соответствующие системные модули и используемые технологии.

# სხვადასხვა კომპონენტების განსაზღვრა ტექსტური ინფორმაციის შექმნისა და საგამომცემლო მარკეტინგის ბიზნეს პროცესების მოდელირებისას

დავითი გოგშელიძე, ანა გოგიშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

## რეზიუმე

განხილულია ტექსტური ინფორმაციის შექმნისა და საგამომცემლო მარკეტინგის ბიზნეს პროცესების კომპიუტერული მოდელირების სისტემის ინფრასტრუქტურა და მისი კომპონენტები. კერძოდ, უსაფრთხოება (იდენტიფიკაცია და ავტორიზაცია), სერვერის მხარეს მყოფი, ვებ აპლიკაციის პროგრამირების ინტერფეისი (Server-Side Web API), ვებ-კომპონენტები, ტესტირების ავტომატიზაცია და უწყვეტი ინტეგრაცია (Continuous integration). ყველა ეს კომპონენტი გამოყენებულია ჩვენ აპლიკაციაში. ტექსტის ძირითად ნაწილში აღწერილია კომპონენტების ფუნქციონალური საჭიროება, მოყვანილია პროექტის შესრულებისას მათი გამოყენების მაგალითები.

**საკვანძო სიტყვები:** საგამომცემლო მარკეტინგი. ინფორმაციული სისტემა. ინფრასტრუქტურა. უსაფრთხოება. ინტეგრაცია.

## 1. შესავალი

პროექტში ვიყენებთ მრავალ განსხვავებულ ტექნოლოგიასა და მიდგომას. ამ ტექნოლოგიებს შორისაა ხუთი მნიშვნელოვანი კომპონენტი: უსაფრთხოება, ვებ-აპი, ვებ კომპონენტები, ტესტირების ავტომატიზაცია, უწყვეტი ინტეგრაცია (Continuous integration – CI). იმისთვის რომ აპლიკაციის მომხმარებლებმა შეძლონ მათი ინფორმაციის შენახვა სერვერზე და წერიტი სამუშაოების გაგრძელება ერთი მოწყობილობიდან მეორეზე, იმისთვის რომ მათ შეძლონ ერთმანეთთან დაკავშირება, შეძლონ ყიდვისა და გაყიდვის მოთხოვნების დაკმაყოფილება და კიდევ მრავალი აპლიკაციისთვის აუცილებელი ფუნქციის შესრულება, უნდა არსებობდეს მომხმარებელთა სისტემა. აპლიკაციის მომხმარებლები უნდა რეგისტრირდებოდნენ სისტემაში და შემდეგ უნდა გადიოდნენ მასში იდენტიფიკაცია და ავტორიზაციას და იღებდნენ შესაბამის როლებსა და უფლებებს.

რაც შეეხება სერვერის ვებ აპლიკაციის პროგრამირების ინტერფეისს (აპი), მარტივად რომ ვთქვათ, აპი არის ერთგვარი ინტერფეისი, რომელსაც გააჩნია ფუნქციების წყობა, რომელიც პროგრამის შემქმნელებს აძლევს აპლიკაციის ოპერაციული სისტემის ან სხვა სერვისების სპეციფიურ მახასიათებლებს ან მონაცემებს.

ვებ-კომპონენტები არის ვებ-პლატფორმის API-ების ერთობლიობა, რომლის საშუალებითაც იქმნება ახალი სპეციალური, განმეორებადი და ინკაფსულირებული HTML ტაგები, იმისთვის რომ გამოვიყენოთ ისინი სხვადასხვა ვებ-აპლიკაციებსა და გვერდებზე. ერთგვარი კომპონენტები და ვიჯეტები, რომლებიც აგებულია ვებ კომპონენტების სტანდარტებით, მუშაობს ყველა თანამედროვე ვებ ბრაუზერზე და შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ნებისმიერი JavaScript ბიბლიოთეკის ან Framework-ის მიერ.

ვებ კომპონენტები დაფუძნებულია ვებ სტანდარტებზე. ფუნქციები რომლებიც შესაძლებელია გამოყენებულ იქნას ვებ კომპონენტების მიერ, ემატება HTML და დოკუმენტის ობიექტის მოდელს (დომ), რაც საშუალებას აძლევს ვებ პროგრამისტებს მარტივად გაზარდონ HTML ახალი ელემენტებით, კაფსულირებული სტილითა და ჩვეულებრივი ქცევებით.

*ავტომატური ტესტირება* არის პროცესი, რომელიც ამოწმებს რამდენად სწორად მუშაობს აპლიკაცია და რამდენად აკმაყოფილებს ის შესაბამისი ხარისხის მოთხოვნებს. პროგრამული უზრუნველყოფის ტესტირების ეს მეთოდი, იყენებს სკრიფტირებულ მიმდევრობას, რომელიც ავტომატურად სრულდება ტესტირების სპეციალური ხელსაწყოებით. ავტომატური ტესტირების ხელსაწყოები ახდენს პროგრამული უზრუნველყოფის შემოწმებას, აფიქსირებს შედეგებს, ადარებს შედეგებს ადრეული ტესტის შედეგებთან და ახდენს წინასწარ გაწერილ ქმედებას, ისეთს როგორცაა მაგალითად ხარვეზის დროს პროგრამისთვის სურათის გადაღება და ავტომატური ტესტირების ინჟინერისთვის ელექტრონულ ფოსტაზე გადაგზავნა.

*უწყვეტი ინტეგრაცია* (Continuous integration – CI) - არის პრაქტიკა, კოდის ცვლილებების ინტეგრაციის ავტომატიზაციისა სხვადასხვა კონტრიბუტორებისგან ერთ პროგრამულ პროდუქტში. უწყვეტი ინტეგრაციის პროცესი შედგება ავტომატური ხელსაწყოებისგან, რომლებიც აცხადებენ ახალი კოდის კორექციებს ინტეგრაციის მოხდენამდე. კოდის ვერსიის კონტროლის სისტემა, უწყვეტი ინტეგრაციის პროცესის ძირითადი მეთოდია. ვერსიის კონტროლის სისტემა, გამოიყენება ასევე სხვა შემოწმებებისთვისაც, ისეთებისთვის როგორებიცაა კოდის ხარისხის უზრუნველყოფა ავტომატური ტესტირების გზით, სინტაქსის სტილის მიმოხილვის ინსტრუმენტები და სხვა. ეს კი იმას ნიშნავს რო ზემოთ აღწერილი ავტომატური ტესტირების გაშვებაში მონაწილეობას სწორედ უწყვეტი ინტეგრაციის ინსტრუმენტი იღებს

## 2. ძირითადი ნაწილი

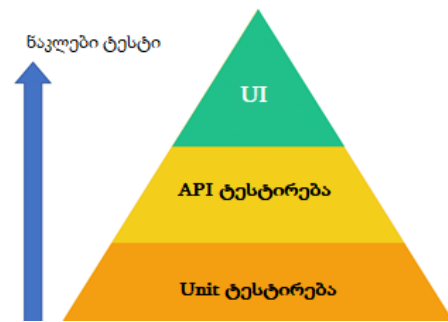
როდესაც მომხმარებელი ჩატვირთავს აპლიკაციას, პროგრამულად ის გაივლის იდენტიფიცირების სამ ბიჯს. ესენია სისტემაში რეგისტრაცია, აუთენტიფიკაცია და ავტორიზაცია. მომხმარებლისთვის კი ეს საწყის ეტაპზე მხოლოდ მისი ელ-ფოსტის მისამართის და პაროლის ჩაწერას გულისხმობს. რეგისტრაციის დროს, მომხმარებელი საკუთარ მონაცემებს ამატებს მონაცემთა ბაზაში, აუთენტიფიკაციის, ანუ სისტემაში იდენტიფიკაციის დროს სისტემა ამოწმებს რამდენად სწორია მისი სისტემაში შესვლის მონაცემები, ავტორიზაციის დროს კი სისტემა მას მისთვის განკუთვნილ როლებსა და უფლებებს ანიჭებს.

რაც შეეხება სისტემაში იდენტიფიკაციის საკითხს, შეიძლება ითქვას, რომ ყველაზე ნაცადი და უსაფრთხო ხერხი ამისთვის არის იდენტიფიკაცია JWT (Json Web Token) მეშვეობით. ეს ნიშნავს იმას, რომ როდესაც მომხმარებელი იდენტიფიკაციისთვის საჭირო მონაცემებს შეიყვანს Angular 8 აპლიკაციის სპეციალურ ფორმაში და დააწვება „შესვლის“ ღილაკს, Front-End პროგრამა ამ ინფორმაციას დაშიფრავს და გადაუგზავნის სერვერის აპლიკაციას. სწორედ ეს შიფრის სახით გადაგზავნა ხდის სისტემაში იდენტიფიკაციის პროცესს უსაფრთხოსა და საიმედოს.

პროექტის მნიშვნელოვანი ნაწილია კლიენტის აპლიკაციისა და სერვერს შორის ინფორმაციის გაცვლა. ამ მოთხოვნას უზრუნველყოფს Web API. ავტორიზაციის დროს შესაბამისი მომხმარებლის სახელის და დაშიფრული პაროლის გაგზავნა სერვერზე, ნებისმიერი მოთხოვნის გაგზავნა, სადაც JWT-ს ვიყენებთ. პროექტში სერვერსა და კლიენტს შორის ურთიერთობა ძირითადად მიმდინარეობს HTTP მოთხოვნების მეშვეობით. კლიენტის აპლიკაციაში მოცემულ როლს Angular-ის HTTPClient ასრულებს ხოლო სერვერის აპლიკაციის მხარეს კი ASP.NET Core Routing-ი. ინფორმაციის მოცემული გაცვლა ხდება REST Api არქიტექტურული სტილით. REST - ანუ რეპრეზენტატული მდგომარეობის (State) ტრანსფერი, წარმოადგენს არქიტექტურულ სტილს იმისთვის რომ მოვახდინოთ კომპიუტერული სისტემების სტანდარტიზება ვებში და გავხადოთ მათ ურთიერთქმედება უფრო უსაფრთხო და მარტივი. REST-ის შესაბამის სისტემებს ხშირად უწოდებენ RESTful სისტემებს.

პროექტში გვაქვს ისეთი შემთხვევები, როდესაც საჭიროა შეიქმნას ვებ-კომპონენტები, რომლებიც შეიძება ნაწილი იყოს არა მხოლოდ ჩვენს მიერ შექმნილი აპლიკაციისა, არამედ იყოს ხელმისაწვდომი ნებისმიერი დაინტერესებული დეველოპერისთვის. მაგალითად, აპლიკაციას უნდა გააჩნდეს სპეციალური ბანერები, რომლებზეც გამოსახული იქნება ინფორმაცია სხვადასხვა ახლად შექმნილი წიგნების შესახებ. ბანერი შესაძლოა გამოყენებულ იქნას სხვადასხვა აპლიკაციებში როგორც დეველოპერული აგრეთვე გაცნობითი მიზნებით. სწორედ ასეთ დროს უნდა იქნას შექმნილი ვებ კომპონენტები. დღესდღეობით ვებ კომპონენტების შესაქმნელად საუკეთესო ხელსაწყოა „stenciljs“. მოცემული ინსტრუმენტით ჩვენ შევქმენით სპეციალური ვებ კომპონენტი რომლის გამოყენებაც შესაძლებელია ნებისმიერ ვებ აპლიკაციაში.

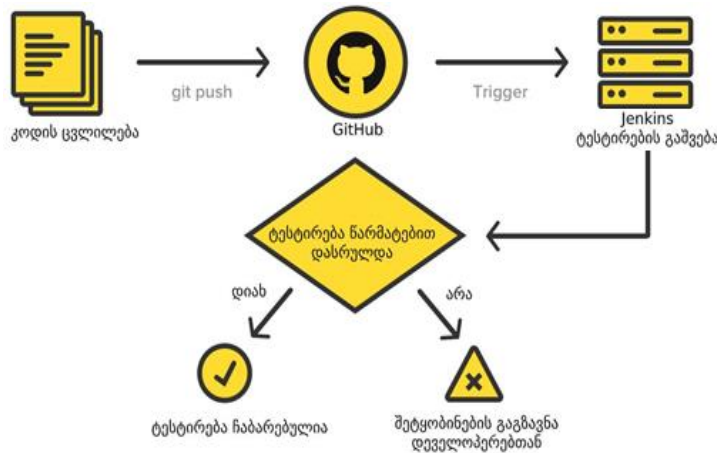
რაც შეეხება ტესტირების ავტომატიზაციას, იმისთვის რომ მიგვეღო მაქსიმალურად მაღალი ხარისხი ტესტირების ავტომატიზაციის დროს, შევიმუშავეთ მისი სტრატეგია. ტესტირების ავტომატიზაციის ერთ-ერთი ყველაზე გავრცელებული და საიმედო სტრატეგია ცნობილია „პირამიდის“ სახელით. მოცემული სტრატეგია უმეტესწილად გამოიყენება Agile გუნდების მიერ და შედგება 3 განსხვავებული დონისაგან (ნახ.2).



ნახ.2. ტესტირების ავტომატიზაციის პირამიდა

როგორც ნახაზზე ჩანს ტესტირების ავტომატიზაციის პირამიდის სტრატეგია იძახებს ავტომატურ ტესტებს სამ განსხვავებულ დონეზე. *Unit ტესტირება* ძირითადი და პროცენტულად ყველაზე დიდი ნაწილია ავტომატური ტესტირების პირამიდაში. შემდეგ მოდის *API ტესტირება*, რაც, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, სერვერის აპლიკაციასთან საუბარია. ბოლოს კი – *UI (მომხმარებელთა ინტერფეისის)* ტესტირება. მოცემული აპლიკაცია ახდენს არა მხოლოდ Unit, API და UI -ის ტესტირებას, ასევე გამოიყენება თავად სერვერების გამართულად მუშაობის ტესტირებისთვისაც. უწყვეტი ინტეგრაციის უზრუნველსაყოფად, პროექტში არჩეულ იქნა მსოფლიოში ყველაზე გავრცელებული ინსტრუმენტი “Jenkins CI”.

თუ Github-ის სერვერზე რომელიმე ზემოხსენებული აპლიკაცია შეიცვალა, Jenkins-ი ახდენს ტესტირების ხელახალ გაშვებას. თავად ავტომატური ტესტირების განახლების შემთხვევაში კი “ქეისების” გაშვების წინ, ის ჯერ განაახლებს Docker კონტეინერს და მხოლოდ ამის შემდეგ დაიწყებს ტესტირებას. ამასთან Jenkins-ის გვამღევს საშუალებას სპეციალური მოთხოვნის საფუძველზე ნებისმიერი აპლიკაციიდან თუ სერვერიდან



ხელით დავიწყეთ ტესტირების ახალი ეტაპი ანუ გვაქვს მეოთხე ტრიგერიც, რომლის გაშვებაც შეგვიძლია ხელით Jenkins აპლიკაციის გარეშე. Jenkins-ის მუშაობის მიმდინარეობა Github-იდან გაშვების შემთხვევაში მიმდინარეობა გადმოცემულია მე-3 ნახაზზე.

ნახ.3. უწყვეტი ინტეგრაციის პროცესი GitHub და JenkinsCI ინსტრუმენტების გამოყენების მაგალითზე

### 3. დასკვნა

ზემოთ აღწერილი ინსტრუმენტები მხოლოდ ნაწილია პროექტში გამოყენებული ხელსაწყოებიდან. თუმცა ისინი ძალიან მნიშვნელოვანია აპლიკაციის გამართულად მუშაობისათვის. ზოგიერთი მათგანი სასიცოცხლოდ მნიშვნელოვანიც კია არა მხოლოდ ჩვენი პროექტის, არამედ უმრავლესი თანამედროვე აპლიკაციების არსებობისთვის.

ჩვენი პროექტის მთავარი მიზანიც სწორედ ის არის, რომ შეიქმნას პროდუქტი, რომელიც გაამარტივებს მის მომხმარებელთა მუშაობის პროცესს. სწორედ ვებ-API გახლავთ ინსტრუმენტი რომელიც გამოიყენება კლიენტის მხარეს მდებარე აპლიკაციის სერვერთან ურთიერთობისთვის. დაცული ურთიერთობისა და ინფორმაციის უსაფრთხოებისთვის კი ძალიან მნიშვნელოვანია იდენტიფიკაციისა და ავტორიზაციის ნორმების გათვალისწინება. ვებ კომპონენტები ის საშუალებაა, რომელიც შეგვიძლია გამოვიყენოთ სხვადასხვა აპლიკაციებში მხოლოდ მისი ტაგის საშუალებით. მოცემული ინსტრუმენტი საშუალებას გვამღევს აპლიკაციის რომელიმე ნაწილი, ამ შემთხვევაში კომპონენტი სხვა ნებისმიერი ჩვენი თუ უცხო დეველოპერების მიერ შექმნილი აპლიკაციების ნაწილად იქცეს. საჭიროა ხშირი ავტომატური ტესტირების ჩატარება, ამაში კი მნიშვნელოვან როლს უწყვეტი ინტეგრაცია თამაშობს.

### ლიტერატურა - REFERENCES - Литература

1. Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G. (2017) Hybrid Software Technologies and Data Engineering for Management Information Systems. ISBN 978-9941-20-790-7. Georgian Technical University. Tbilisi. -1001 p. (in Georgian).



2. Surguladze G., TurkiaE. (2016). The basics of software systems management. GTU, Publisher "Technical University". Tbilisi. -350 p. (in Georgian). [https://gtu.ge/book/gia\\_sueguladze/GiaSurg1\\_%20ProgSysManag.pdf](https://gtu.ge/book/gia_sueguladze/GiaSurg1_%20ProgSysManag.pdf)

3. Gogshelidze d. (2017). Lorem: System for creating, searching and using books, articles, scientific papers and other textual information. Studio Master thesis. The supervisor. G Surguladze. Georgian Technical University. Tbilisi. (in Georgian)

4. Turkia E. (2010). Automation of technological processes for managing business projects. Georgian Technical University. Tbilisi. (in Georgian)

5. Surguladze G., Dolidze S. (2019). User Interface Programming (AngularJS, ReactJS). GTU. „IT consulting Center“, Tb., (in Georgian). <https://gtu.ge/book/SurguDoliReact.pdf>

## **IDENTIFY VARIOUS COMPONENTS WHILE PROCESSING OF CREATING OF TEXTUAL DOCUMENTS AND PUBLISHING MARKETING UNITED SYSTEM**

Gogshelidze Daviti, Gogishvili Ana

### **Summary**

In this article, we will discuss the various components used to create textual information and model business processes for publishing marketing. Such components are security (identification and authorization), Server-Side Web API, Web components, testing automation, Continuous integration – CI. All of these components are used in our application. In the main part of the article we will emphasize the needs of these components. We will consider examples of some of them used in the creation of textual information and we will also consider examples of some of them used in the modeling of business processes for publishing marketing.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТ ПРИ ОБРАБОТКЕ ЕДИННОМ СИСТЕМЕ СОЗДАНИЕ ТЕКСТОВОЙ ИНФОРМАЦИИ И ИЗДАТЕЛЬСКОГО МАРКЕТИНГА**

Гогшелидзе Д., Гогишвили А.

Грузинский Технический Университет

### **Резюме**

Рассматриваются различные компоненты, которые используются при создании текстовой информации и для моделирования бизнес-процессов маркетинга издательской деятельности. Эти компоненты-безопасность (идентификация и авторизация), интерфейс программирования веб-аппликации (Server-Side Web API), веб-компоненты, автоматизация тестирования и непрерывная интеграция (Continuous integration - CI), которая применена в нашей аппликации. В основной части говорится о необходимости применения этих компонент, приведены и рассмотрены примеры их применения при создании текстовой информации и для моделирования бизнес-процессов маркетинга издательской деятельности.

## კორპორაციული პროგრამული აპლიკაციების ხარისხის მართვის, დიზაინის და უსაფრთხოების ზოგიერთი ასპექტები

გია სურგულაძე, ნოდარ ხვედელიძე, გიორგი მაისურაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
რეზიუმე

განხილულია ორგანიზაციული მართვის სისტემების მხარდამჭერი პროგრამული აპლიკაციების აგების საკითხები სტრუქტურული და ობიექტ-ორიენტირებული მეთოდების საფუძველზე. წარმოდგენილია კორპორაციული პროგრამული სისტემების ხარისხის შეფასებისა და მართვის, აგრეთვე ინფორმაციული უსაფრთხოების, პროგრამების ოპტიმიზაციის, მომხმარებელთა ინტერფეისების (UI/UX) და მათი ქცევის პროცესების დიზაინის რეალიზაციის მეთოდები. განხილულია ვერსიების კონტროლის სისტემა კონტენტ-მენეჯმენტის მაგალითზე, ვებ-ჰოსტინგის სერვისების ტიპები და ვირტუალური კერძო ქსელები ინფორმაციული უსაფრთხოების თვალსაზრისით.

**საკვანძო სიტყვები:** კორპორაციულ მართვა. პროგრამული აპლიკაცია. ინფორმაციული უსაფრთხოება. ხარისხის მართვა.

### 1. შესავალი

ორგანიზაციული მართვის (ანუ კორპორაციული მენეჯმენტის) სისტემის მხარდამჭერი პროგრამული უზრუნველყოფა (მოკლედ, კორპორაციული პროგრამული აპლიკაცია) არის მართვის ავტომატიზებული სისტემების ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი კლასი, რომელიც მოიცავს პროდუქციის (ან მომსახურების) მარკეტინგული კვლევის, სტრატეგიული და ოპერატიული დაგეგმვის, ტექნოლოგიური პროცესების ავტომატიზაციის, ელექტრონული დოკუმენტბუნვის, პროდუქციის წარმოების, აღრიცხვის, გასაღების, ეკონომიკური ანალიზის, ფინანსური და საბუღალტრო აღრიცხვის პროცესების ავტომატიზაციის, კადრების მართვის და სხვ. ამოცანების კომპლექსური პროგრამების შექმნას [1,2]. იგი, თანამედროვე ტერმინოლოგიით, ERP/CRM სისტემებს მიეკუთვნება, რომელთა მიზანი და ორიენტაცია კორპორაციის ბიზნესის ხელშეწყობას ემსახურება [3].

განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია კორპორაციული პროგრამული აპლიკაციების ხარისხის მართვისა და ინფორმაციული უსაფრთხოების დონის სრულყოფა.

წინამდებარე ნაშრომში გადმოცემულია აღნიშნული საკითხების მოკლე მიმოხილვა და დასაბუთებული რეკომენდაციები ბიზნეს-მომხმარებლებისა და IT-სპეციალისტებისთვის, გამოყენებითი პროგრამული აპლიკაციების ინტერფეისების დიზაინის, უსაფრთხო მონაცემთა საცავებისა და ინტერნეტ/ინტრანეტ ქსელების აგების და ექსპლუატაციის ამოცანების გადასაწყვეტად.

### 2. ძირითადი ნაწილი

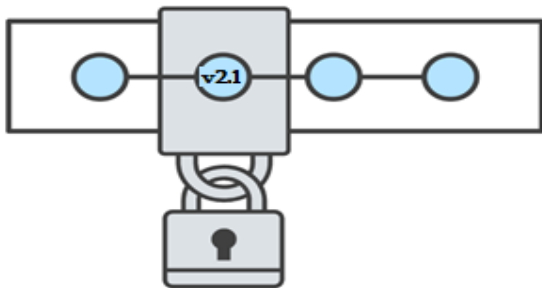
გამოყენებითი პროგრამული აპლიკაცია (Applied Software Application), აგებული სტრუქტურული და ობიექტ-ორიენტირებული მეთოდების საფუძველზე, შედგება იერარქიულად განაწილებული პროგრამული მოდულებისაგან (კოდებისაგან), რომელთა დანიშნულება გარკვეული ფუნქციური ამოცანების გადაწყვეტაა კომპიუტერული ტექნიკის

საშუალებით [4]. თვით პროგრამული კოდი კი, ზოგადად, შედგება ცვლადების, ფუნქციების, კლასების, მეთოდებისა და ლოგიკური ოპერატორებისგან. სხვადასხვა დეველოპერი ერთიადიმავე ფუნქციურ პროგრამას სხვადასხვა სახით ქმნის, შედეგი, ხშირად, ერთიდაიგივეა. ასეთ შემთხვევაში გასათვალისწინებელია *პროგრამის ხარისხი*, თუ როგორაა კოდი აგებული და როგორ მიიღება შედეგი. პროგრამის (აპლიკაციის) ხარისხის შესაფასებლად არსებობს სპეციალური მეტრიკები (Software Measurement and Metrics), რომელთაც აქ განვიხილავთ, მის თანმხლებ ზოგიერთ ძირითად ცნებებთან და გამოყენების ასპექტებთან ერთად [5].

➤ **Version Control System (VCS)** - ვერსიების კონტროლის სისტემა არის პროგრამული ინსტრუმენტი, რომელიც პროექტებზე მომუშავე დეველოპერების გუნდს აძლევს საშუალებას დროთა განმავლობაში შეცვალონ კოდი (ნახ.1).

განვმარტოთ უფრო დეტალურად, თუ რას წარმოადგენს Version control და შემდეგ დავუბრუნდეთ მეტრიკებს. VC ახდენს ყველა იმ მოდიფიკაციის შენახვას, რომელიც განხორციელდა კოდში (ინახავს სპეციალურ მონაცემთა ბაზაში). თუ მოხდება შეცდომა და კოდი აღარ იმუშავებს, შესაძლებელია წინა ვერსიაზე დაბრუნება [6].

შესაბამისად, არსებობს პროგრამის მოდიფიცირების გადახედვის შესაძლებლობა, თუ რომელმა დეველოპერმა რა ცვლილება შეიტანა. ყოველ ცვლილებაზე დეველოპერის მიერ ხდება კონკრეტული სახელის დარქმევა.



ნახ.1. ვერსიების კონტროლის (VC) სისტემის ლოგო

ნახ.2. კონტენტ-მენეჯმენტის (CMS) სისტემის ლოგო

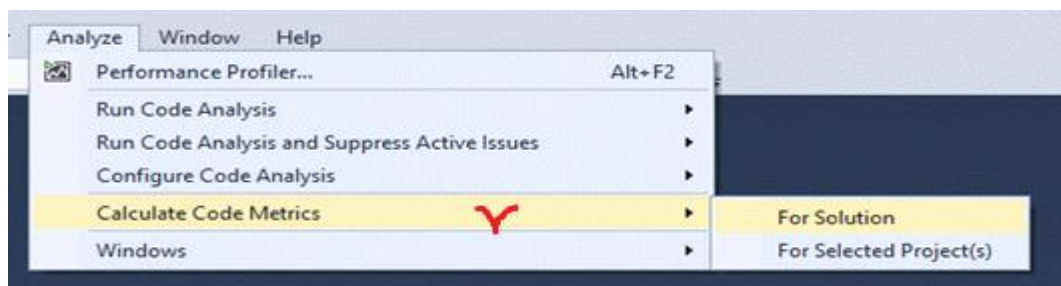


კონკრეტული აპლიკაციის ფაილების განთავსება ხდება აღნიშნული სისტემის ერთ კონკრეტულ ადგილას, რომელთან წვდომა, ჩამოტვირთვა და მუშაობა რამდენიმე დეველოპერს შეუძლია ერთდროულად კოდის სხვადასხვა ნაწილზე. მაგალითად, ერთმა მოახდინოს ახალი ფუნქციის ჩაშენება, მეორემ გაასწოროს შეცდომა, მიღებული შედეგები კი საბოლოოდ იმ ერთ კონკრეტულ მისამართზე აიტვირთოს, რომელიც საბოლოო პროდუქტს იძლევა. ვერსიების კონტროლის პროგრამა მუშაობს დამოუკიდებელი აპლიკაციის სახით, მაგრამ ხშირად იგი ჩაშენებულია სხვადასხვა ტიპის პროგრამულ უზრუნველყოფაში. მაგალითად, ტექსტურ რედაქტორებში, ელ-ცხრილებსა და კონტენტ-მენეჯმენტის სისტემებში (ნახ.2). შინაარსის (კონტენტის) მართვის სისტემა (CMS) არის პროგრამული აპლიკაცია, რომლის საშუალებითაც შეიძლება ციფრული შინაარსის შექმნა და მოდიფიცირება. CMS ჩვეულებრივ გამოიყენება კორპორაციული (საწარმოო) შინაარსის

მართვისა და ვებ-შინაარსის მენეჯმენტისათვის. მაგალითად, ცნობილია ასეთი კონტენტ-მენეჯმენტის სისტემები: HubSpot Website Platform, WordPress, Sitefinity, Kentico, Mura, Joomla!, Crownpeak, idev CMS, Oracle WebCenter Content, Evoq Content [7]. შეიძლება Ms SharePoint-იც განხილულ იქნას როგორც კორპორაციული CMS [8].

➤ **Code Metrics (ან Software Metrics)** – არის საზომი, რომლის საშუალებითაც შეიძლება პროგრამული უზრუნველყოფის ზოგიერთი მახასიათებლის ან მისი სპეციფიკაციის რაოდენობრივი მნიშვნელობის მიღება.

Code Metrics Tool - აფასებს, თუ რომელი ნაწილია გაკეთებული კოდში ცუდად, მაგალითად: კოდში დიდი მეთოდებია; კოდი მეორდება; კლასები დიდია ან კოდში „მკვდარი კოდა“ (იგი არაფერს ასრულებს). კოდის შეფასების მიზნით საჭიროა პროგრამაში Calculade Code Metrics-ის ამოქმედება (ნახ.4) [9].



ნახ.4. კოდის შეფასების პროგრამა

➤ **Web-Hosting** – ვებ-ჰოსტინგის სერვისი არის ინტერნეტ ჰოსტინგის სერვისის ტიპი. იგი საშუალებას იძლევა პიროვნებამ ან კორპორაციამ თავისი ვებსაიტი ხელმისაწვდომი გახადოს მსოფლიო ქსელში (WWW). თვით ვებჰოსტები კი „მასპინძელი“ კომპანიებია, რომლებიც უზრუნველყოფენ კლიენტებისათვის ადგილს სერვერზე. ისინი ფლობენ საკუთარ (ან იჯარის საფუძველზე) სერვერულ სივრცეებს და შესაბამის ინტერნეტ სერვისებს [10]. მეტრიკების ანალიზის საფუძველზე სწორად დაწერილი ვებ-აპლიკაციის კოდი და მისი შედეგები ფასეული რომ გახდეს, საჭიროა იგი ქსელში განთავსდეს, შესაძლებელი იყოს მასთან წვდომა სხვა კომპიუტერებიდანაც. წინააღმდეგ შემთხვევაში ეს აპლიკაცია უსარგებლოდ დარჩება.

ვებ-აპლიკაციის განსათავსებლად ინტერნეტ სივრცეში (მაგალითად, გლობალურ ქსელში), საჭიროა გარკვეული სივრცის ყიდვა. ვებ-ჰოსტზე განთავსებულია FTP File upload, მონაცემთა ბაზები, ელ-ფოსტის მომხმარებლები (ნახ.5). ერთ სერვერზე თავსდება რამდენიმე საიტი, რომელთა გარჩევაც ip მისამართებით ხდება. მაგალითად, google ip მისამართია: 172.217.22.14 (ან მისი შესაბამისი google.com). აღნიშნული საკითხის შესრულებას ახდენს DNS-სერვერი.



ნახ.5. Web-Hosting

➤ **DNS (Domain Name System)** – დომენების სახელთა სისტემა, არის კომპიუტერული განაწილებული სისტემა რომლის მთავარი ფუნქცია ინტერნეტ დომენების შესახებ ინფორმაციის მოწოდებაა. მაგალითად, დომენის სახელებია: google.com, wikipedia.org, youtube.com და სხვ. ყველა ვებ-ბრაუზერი დაფუძნებულია DNS პრინციპზე, რათა მოხდეს სწრაფი წვდომა მომხმარებელთა მოთხოვნილ ინფორმაციაზე [12].

➤ **HTTPS vs HTTP (Hyper Text Transfer Protocol)** – კომუნიკაციის არხია კლიენტსა და სერვერს შორის მოთხოვნა-პასუხების (Request/Response) შესასრულებლად). ყველა ბრაუზერს აქვს ჩაშენებული XMLHttpRequest (XHR). ესაა Javascript ობიექტი, რომელიც გამოიყენება მონაცემების მიმოცვლისთვის ვებ-ბრაუზერსა და ვებ-სერვერს შორის. XHR მონაცემები სხვადასხვა ტიპისაა, როგორცაა HTML, CSS, XML, JSON აგრეთვე ჩვეულებრივი ტექსტის სახით. XHR-ით შესაძლებელია: გვერდის განახლება გადატვირთვის გარეშე; მონაცემების მოთხოვნა (ან მიღება) სერვერისგან, მას შემდეგ რაც გვერდი უკვე ჩატვირთულია; მონაცემების გაგზავნა სერვერზე - დაფარულად. XHR ობიექტი არის AJAX და JSON- ის ძირითადი კონცეფცია [13].

გარდა http არხისა, არსებობს https არხიც. ორივე URL-ის შემადგენელი ნაწილია, რომელიც ბრაუზერის მისამართის ადგილს შეესაბამება.

**ინფორმაციული უსაფრთხოების** თვალსაზრისით HTTP და HTTPS არხებს შორის მნიშვნელოვანი განსხვავებაა. კერძოდ, როდესაც იყენებენ HTTP მოთხოვნას მოთხოვნას, მაშინ ამ დროს მომხმარებლის მიერ შეყვანილი პაროლი არაა დაშიფრული და თუ ჰაკერი მოახერხებს წვდომას მის მიერ შეყვანილ მონაცემთან, იგი ავტომატურად გაიგებს თუ რა პაროლი იქნა გადაცემული და მონაცემებიც მის ხელში აღმოჩნდება.

HTTPS იყენებს SSL-ს (Secure Sockets Layer). ესაა ქსელის პროტოკოლი მონაცემთა უსაფრთხო გადაცემისათვის [14]. უსაფრთხოების ამ ტექნოლოგიით ინფორმაცია სერვერსა და კლიენტს შორის იგზავნება *დაშიფრულად*. ავტორიზაციის გავლის შემდეგ საიტზე, გაგზავნილი პაროლი დაშიფრულად გადაიცემა, თუ მასთან წვდომას მოახდენს ჰაკერი, ეს ინფორმაცია მისთვის მაინც გაუგებარი აღმოჩნდება.

➤ **VPN (Virtual Private Network)** – ვირტუალური კერძო ქსელი არის ტექნოლოგია, რომლის დანიშნულებაა ქსელში ინფორმაციის დაცულად გადაცემა. იგი იყენებს კრიპტოგრაფიულ საშუალებებს: დაშიფვრა, აუთენტიფიკაცია, საჯარო საკვანძო ინფრასტრუქტურა, ლოგიკური ქსელის საშუალებით გადაცემულ შეტყობინებებში განმეორებებისგან და ცვლილებებისგან დაცვა [15]. VPN-ის გამოყენებისას ჰაკერებს არ შეუძლია კლიენტის საიდუმლო მონაცემების მიღება. VPN გვთავაზობს უსაფრთხო კავშირს საჯარო ქსელში (როგორცაა Wi-fi ტრანსპორტში, სასტუმროში, კაფეში) ასევე სახლის ქსელში [16].

➤ **UI (User Interface) / UX (User Experience)** – მომხმარებლის ინტერფეისი / მომხმარებლის გამოცდილება მნიშვნელოვანი ცნებებია ინფორმაციული სისტემების ასაგებად.

UI – მომხმარებლის ინტერფეისი არის კომპიუტერული სისტემის დაპროექტებისა და პროგრამირების პროცესი, რომლის დროსაც დეველოპერების მიერ მზადდება დესკტოპ- ან ვებ-აპლიკაციის სამუშაო ინტერფეისი დამკვეთი-მომხმარებლისთვის.

UX – მომხმარებლის გამოცდილება, არის მომხმარებლის ქცევის მანიპულირების პროცესი ანუ როგორ იმუშავებს იგი მომხმარებლის ინტერფეისთან.

მე-6 ნახაზზე ნაჩვენებია, სიმბოლურად, UI / UX-ის ურთიერთმიმართების სურათი, „აისბერგის“ პრინციპის სახით. მომხმარებელი ხედავს მის წყლისზედა ნაწილს ანუ UI-ინტერფეისის დიზაინს, წყალქვეშა ნაწილი UX კი მისთვის უხილავია. აღნიშნული ტერმინები (UI, UX) ხშირად გამოიყენება ვებ- და მობილური აპლიკაციების დიზაინის პროცესში. ჩვეულებრივ, UI/UX ტერმინების დონეზე არაა მარტივი მათ შორის ძირეული განსხვავებების დაფიქსირება. შევხებით მოკლედ ამ საკითხს უფრო დეტალურად.

UX მჭიდროდაა დაკავშირებული UI დიზაინთან, მარტივად რომ ვთქვათ, UX დიზაინერები წყვეტენ როგორ იმუშაოს „User Interface“-მა, ხოლო UI დიზაინერები კი - როგორ გამოიყურებოდეს „User Interface“.



ნახ.6. UI/UX შედარება

UI დიზაინსა და UX დიზაინს აქვს განსხვავებული დავალებები, მაგრამ ისინი მუშაობს ერთმანეთის წარმატებისთვის. კარგ UI დიზაინად ვერ ჩაითვლება ისეთი, რომელიც დამაბნეველია კლიენტისათვის. ასევე შესაძლებელია საუკეთესოდ იყოს შექმნილი UX მხარე, თუმცა UI დიზაინმა, მისი არაესთეტიურობის გამო, დააბრკოლოს გამოყენება. კარგ UI/UX-ად ითვლება ის ვერსია, რომელშიც ორივე მხარე მოგვარებულია.

**პროგრამული აპლიკაციის ხარისხის** თვალსაზრისით UI/UX ტანდემის ორიგინალური გადაწყვეტა ძალზე მნიშვნელოვანია, მითუმეტეს ისეთი კორპორაციული პროგრამული აპლიკაციებისთვის, რომლებიც დიდ ინფორმაციას ინახავს და ამუშავებს. თუ პროგრამული კოდი და მონაცემთა ბაზები კარგად არ იქნება დაპროექტებული, შესაძლებელია გაიზრდეს პროგრამის მუშაობის ხანგრძლიობა და კლიენტისათვის პასუხის მიწოდების დრო [7].

➤ **პროგრამული აპლიკაციის ოპტიმიზაცია** – არის პროგრამული სისტემის ზუსტი აწყობა და მოდიფიკაცია მისი ეფექტურობის სრულყოფის მიზნით, მისი მწარმოებლურობის ასამაღლებლად. პროგრამული კოდის ოპტიმიზაცია ემყარება შემდეგ სამ პრინციპს: ბუნებრიობა, მწარმოებლურობა და დახარჯული დრო [18].

- **ბუნებრიობა** გულისხმობს ისეთ კოდს, რომელიც არის მოწესრიგებული, მოდულური და ადვილად წასაკითხი. თითოეული მოდული ბუნებრივად უნდა ჩამოყალიბდეს მთლიან პროგრამაში. შესაძლებელი უნდა იყოს კოდის ცალკეული ფუნქციების მარტივად რედაქტირება, ინტეგრირება ან წაშლა;

- **ოპტიმიზაციის** შედეგად, მიღებულ უნდა იქნას პროგრამის ეფექტურობის (მწარმოებლურობის) ზრდა. როგორც წესი, კარგად ოპტიმიზებული პროგრამა ორიგინალ ვერსიასთან შედარებით ზრდის სწრაფქმედებას მინიმუმ 20-30% -ით;

• ოპტიმიზაცია და შემდგომი *გასწორება* უნდა მოხდეს მოკლე პერიოდის განმავლობაში. ოპტიმალური პირობებია ის, რაც არ უნდა აღემატებოდეს თვით პროგრამული პროდუქტის დაწერისას *დახარჯული დროის* 10–15%, წინააღმდეგ შემთხვევაში, ეს იქნება წამგებიანი.

კოდის ოპტიმიზაციის მიზნით მასში უნდა მოიძებნოს „ვიწრო ადგილი“ (bottleneck – „ბოთლის ყელი“), რომელზეც არის დამოკიდებული სწრაფქმედება (მწარმოებლურობა). ესაა კოდის კრიტიკული წერტილი, რომელიც უნდა გაუმჯობესდეს, რომ არ მოხდეს რესურსების დაკარგვა. ვიწრო ადგილების გამოსავლენად გამოიყენება სპეციალური ანალიზური პროგრამები - *პროფაილერები (profilers)*. ესაა პროგრამული ინსტრუმენტი, რომელიც ანალიზებს პროგრამის მსვლელობის ქცევას [19]. იგი ეხმარება დეველოპერს პროგრამების დინამიკური ანალიზისა და შედარების გზით პრობლემური ადგილების აღმოჩენაში. მაგალითად, იგი ზომავს მეხსიერების სივრცეს ან პროგრამის შესრულების დროით სირთულეს, ფუნქციების გამოძახების სიხშირეს და ხანგრძლივობას. შემდეგ კი შეიძლება მიღებულ იქნეს ზომები კოდის სტრუქტურული და ალგორითმული სრულყოფისათვის, რაც ხელს უწყობს პროგრამის ოპტიმიზაციას. პროფაილერები იყენებს სხვადასხვა მეთოდებს, როგორცაა მაგალითად, მოვლენებზე ბაზირებული, სტატისტიკური, ინსტრუმენტული და მოდელირების მეთოდები.

### 3. დასკვნა

კორპორაციული მენეჯმენტის პროცესების ავტომატიზაცია მოითხოვს მძლავრი, მოქნილი, საიმედო და უსაფრთხო პროგრამულ-აპარატურული ქსელური ტექნოლოგიების გამოყენებას, რომლის პროგრამული და ინფორმაციული უზრუნველყოფა აგებულ იქნება თანამედროვე, მაღალი ხარისხის მხარდამჭერი პროგრამული აპლიკაციებისა და დიდ მონაცემთა საცავების საფუძველზე. გადაწყვეტილების მიღების ბიზნეს-პროცესების ხელშემწყობი პროგრამული სისტემების ხარისხის შეფასება, პროგრამების ოპტიმიზაცია, მომხმარებელთა ინტერფეისების და მათი ქცევის პროცესების დიზაინის (UI/UX) ჰარმონიული რეალიზაცია უსაფრთხო, ვირტუალური ქსელური რესურსების საფუძველზე, მნიშვნელოვნად შეუწყობს ხელს ორგანიზაციის ბიზნესის მდგრად განვითარებას.

### ლიტერატურა – References – Литература:

1. Chogovadze G., Prangishvili A., Surguladze G., Shonia O. (2019). From Automated Control Systems to Management Information Systems: a Modern Metamorphosis. Transact. of. GTU. “Automated Control Systems”, No 2(29), pp.7-18, (in Georgian)
2. Surguladze G., Okhanashvili M., Surguladze G. (2009). Unified and Simulation Modeling of Marketing Business Processes. GTU, "Tech. Un.", Tb., -170 p., (in Georgian)
3. Surguladze G., Kristesiashvili Kh., Surguladze G. (2015). Modeling and Research of Enterprise Resource Management Business Processes). GTU, "Tech. Un.", Tb., 216 p., (in Georgian)
4. Surguladze G. (2019). Computer Programming Methods and Methodologies (SP, OOP, VP, Agile, UML). GTU, “IT Consulting Center”, Tb., 200 p. (in Georgian)
5. Sommerville I. (2011). Software Engineering 9th Edition. Copyright Pearson Education, Inc., publishing as Addison-Wesley. Internet resource: [https://sovannarith.files.wordpress.com/2012/07/software-engineering-9th-ed-intro-txt-i-sommerville-pearson\\_-2011-bbs.pdf](https://sovannarith.files.wordpress.com/2012/07/software-engineering-9th-ed-intro-txt-i-sommerville-pearson_-2011-bbs.pdf)
6. What is version control. Internet resource (2019): <https://www.atlassian.com/git/tutorials/what-is-version-control>.

7. Sukhraj R. (2017). 10 Best CMS Platforms for Digital Marketing in 2019. Internet resource: <https://www.impactbnd.com/blog/top-10-cms-platforms-for-digital-marketing>
8. Deep Dive: SharePoint as CMS and Intranet. Internet resource (2019): <https://www.2plus2.com/Resources/Deep-Dive/SharePoint-as-CMS-and-Intranet.aspx>
9. Pattigulla M. (2017). Measure Your Code Using Code Metrics. Internet resource: <https://www.c-sharpcorner.com/article/measure-your-code-using-code-metrics/>
10. Web-hosting service. [https://en.wikipedia.org/wiki/Web\\_hosting\\_service](https://en.wikipedia.org/wiki/Web_hosting_service)
11. Domain Name System. [https://en.wikipedia.org/wiki/Domain\\_Name\\_System](https://en.wikipedia.org/wiki/Domain_Name_System)
12. What is DNS. <https://cdome.comodo.com/what-is-dns.php>
13. What is HTTP. [https://www.w3schools.com/whatis/whatis\\_http.asp](https://www.w3schools.com/whatis/whatis_http.asp)
14. Secure Sockets Layer. <https://en.wikipedia.org/wiki/SSL>
15. Virtual Private Network. <https://ru.wikipedia.org/wiki/VPN>
16. VPN Guide for Newbies 2020. <https://www.vpnmentor.com/blog/vpns-101-vpnmentors-vpn-guide-newbies/>
17. UI vs UX. Internet resource: <https://uxplanet.org/what-is-ui-vs-ux-design-and-the-difference-d9113f6612de>
18. Оптимизация программного кода. (2019). Internet resource: <https://techrocks.ru/2019/01/25/code-optimization-tips/>
19. Profiler (Programmierung). Internet resource: [https://en.wikipedia.org/wiki/Profiling\\_\(computer\\_programming\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Profiling_(computer_programming))

## **SOME ASPECTS OF CORPORATE SOFTWARE APPLICATIONS, QUALITY MANAGEMENT, DESIGN AND SECURITY**

Surguladze Gia, Khvedelidze Nodar, Maisuradze George  
Georgian Technical University

### **Summary**

The article discusses the issues of software applications supporting organizational management systems based on structural and object-oriented methods. It presents methods for quality assessment and management of corporate software systems and method for implementation user interfaces (UI/UX). A version control system in the context of content management is discussed. Types of web hosting services and virtual private networks in terms of information security is also presented.

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ, ДИЗАЙНОМ И БЕЗОПАСНОСТЬЮ КОМПЬЮТЕРНЫХ ПРОГРАММНЫХ АПЛИКАЦИЙ**

Сургуладзе Г., Хведелидзе Н., Маисурадзе Г.  
Грузинский Технический Университет

### **Резюме**

Рассмотрены вопросы построения программных приложений организационных систем управления на основе структурных и объект-ориентированных методов. Представлены методы оценки качества и управления компьютерных программных систем, а также информационной безопасности, оптимизации программ, интерфейса потребителя (UI/UX) и методы реализации дизайна процесса их поведения. Рассмотрены системы контроля версий на примере контент-менеджмента, типы веб-хостинг серверов и виртуальные частные сети с точки зрения информа-ционной безопасности.



ძვირფასო კოლეგებო, სტუდენტებო და ავტორებო,

გილოცავთ დამდეგ შობა - ახალ 2020 წელს !

ყველას გისურვებთ ჯანმრთელობას, ბედნიერებას, სიხარულს და სულიერ და მატერიალურ ძლიერებას, წარმატებების და გამარჯვებების წელი ყოფილიყოს თქვენთვის და თქვენი ოჯახებისთვის ეს ლამაზი წელი, გაიხარეთ !!!

უნივერსიტეტის ხელმძღვანელობა,  
ინფორმატიკის ფაკულტეტის დეკანატი,  
ჟურნალის რედკოლეგია  
28.11.2019

იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი სახით

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: გ. სურგულაძე, ე. თურქია, გ. ნარეშელაშვილი,  
ბ. ქრისტესიაშვილი, გ. მაისურაძე, გ. დალაქიშვილი

გადაეცა წარმოებას 30.11.2019 წ. ქალაქის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი  
თაბახი 11,8. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 11. ტირაჟი 100 ეგზ.  
იბეჭდება ავტორთა ხარჯით.

სტუ-ს „IT-კონსალტინგის ცენტრი“, თბილისი,  
კოსტავას 77

---