

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(18)**



თბილისი-TBILISI-ТБИЛИСИ  
**2014**

**სარედაქციო კოლეგია:**

- აზმაიფარაშვილი ზ., ბაიაშვილი ზ., გასიტაშვილი ზ., გიგინეიშვილი ა., გიორგაშვილი ლ., გოგიჩაიშვილი გ., გოცირიძე ი., დადიანი თ., ვერულავა ო., თევდორაძე მ., თურქია ე., კაიშაური თ., კამკამიძე კ., ლაშხი ა., ლომინაძე ნ., ლომინაძე თ., მაჭარაძე თ., მძინარიშვილი ლ., ნატროშვილი დ., ობგაძე თ., სესაძე ვ., ფრანგიშვილი ა., ცინცაძე ა., გ. ძიძიგური, წვერაძე ზ., ჩოგოვაძე გ., ანანიშვილი გ., ბოსიკაშვილი ზ., კაკუბავა რ., მელაძე ჰ., სალუქვაძე 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:* ქაჩიბაია 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:**

- Azmaiparashvili Z., Baiashvili Z., Dzidziguri G., Gasitashvili Z., Gigineishvili A., Giorgaschvili L., Gogichaishvili G., Goziridze I., Dadiani T., Kaishauri T., Kamkamidze K., Lashkhi A., Lominadze N., Lominadze T., Macharadze T., Mdzinarishvili L., Natroshvili D., Obgadze T., Prangishvili A., Sesadze V., Tevdoradze M., Tsintsadze A., Tsveraidze Z., Turkia E., Verulava O.
- 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., Strijevski V.(Mephi) , Fomin B. (St-Petersburg El-Techn.Univ.)

Executive Editor: G. Surguladze.

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

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

- Азмаипарашвили З., Баиашвили З., Верулава О., Гаситашвили З., Гигинеишвили А., Гиоргашвили Л., Гогичаишвили Г., Гоциридзе И., Дадиანი Т., Каишаური Т., Камкамидзе К., Лашхи А., Ломинадзе Н., Ломинадзе Т., Мачарაძე Т., Мძინარიშვილი Л., Натროშვილი Д., Обგაძე Т., Прангишვილი А., Сесаძე В., Тевდორაძე М., Туркия Е., Цвераიძე З., Цинცაძე А.
- Чоговаძე Г., Анანიашვილი Г., Босიკაშვილი З., Какубава Р., Мელაძე Г., Салუკვაძე М.
- *Германия:* Ботэ К., Ведыкин Х., Де-Меер Г., Меер-Вегенер К., Рейсиг В.
- *США:* Триведи К. (Университет Дукэ), 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.

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

ISSN 1512-3979



გამომცემლობა „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2014  
Publishing House „Technical University“, 2014  
Издательство „Технический Университет“, 2014

**შინაარსი- CONTENTS- СОДЕРЖАНИЕ**

**თეორიული ინფორმატიკა-COMPUTER SCIENCE-ТЕОРЕТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА**

- ენტროპიაზე დაფუძნებული მეტრიკა რობოტების ჯგუფის მართვაში. ბადრი მეფარიშვილი, პეტრე პეტაშვილი, გულნარა ჯანელიძე // ENTROPY-BASED METRICS IN ROBOT SWARM CONTROL. Meparishvili Badri, Petashvili Petre, Janelidze Gulnara// ОСНОВАННАЯ НА ЭНТРОПИЮ МЕТРИКА В УПРАВЛЕНИИ ГРУППОЙ РОБОТОВ. Мепаришвили Б., Петаშвили П., Джanelidze Г. 7
- სასქთა გამომცემობისთვის მრავალ აგენტებზე დაფუძნებული არქიტექტურა არგუმენტაციით. ზურაბ ბოსიკაშვილი, გიორგი არჩვაძე //MULTI AGENT BASED ARCHITECTURE WITH ARGUMENTATIONFOR PATTERN RECOGNITION. Bosikashvili Zurab,Archvadze Giorgi// МУЛЬТИАГЕНТНАЯ АРХИТЕКТУРА С АРГУМЕНТАЦИЕЙ ДЛЯРАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ. Босикашвили З., Арчвадзе Г. 11
- ზოგიერთი ევოლუციური ალგორითმის გამოყენება რისკების პროგნოზირებაში. ციური ქოროღლიშვილი// APPLICATION OF SOME EVOLUTIONARY ALGORITHMS IN RISK FORECAST. Qoroglishvili Tsiuri// ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РИСКОВ. Кoroღlishvili. 16
- 1024 ბიტის სიმეტრიული ალგორითმის დაფუძნებული კრიპტოალგორითმი. ვასილ კუციავა, პაატა ჯოხაძე, გიორგი გოგოლაძე // SYMMETRICAL CRYPTOALGORITHM FOR ENCODING 1024 BIT LONG BLOCK. KutsiavaVasili, Jokhadze Paata, Gogoladze Giorgi // СИММЕТРИЧНЫЙ КРИПТОАЛГОРИТМ ШИФРОВАНИЯ БЛОКА ДАННЫХ, СОДЕРЖАЩЕГО 1024 БИТА. Куциава В.А., Джoхадзе П.Д., Гoგoლაძე Г.Н. 21
- ინფორმაციის დაცვის მეთოდის დამუშავება საშუალო არითმეტიკულის გამოყენებით. გულნარა კოტრიკაძე, ნანული დანელია, გიორგი თაზიაშვილი // PROCESSING THE METHOD OF INFORMATION PROTECTION USING AVERAGE. Kotrikadze Gulnara, Danelia Nanuli, Taziashvili Giorgi // РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДНЕГО ВЫЧИСЛЕНИЯ. Котрикаძე Г., Дanelia Н., Тазиашვილი Г. 28
- ინფორმაციის დაცვის მეთოდის დამუშავება რიცხვთა გაბნევით. გულნარა კოტრიკაძე, ნანული დანელია, გიორგი თაზიაშვილი // PROCESSING THE METHOD OF INFORMATION PROTECTION BY SCATTERING THE NUMBERS. Kotrikadze Gulnara, Danelia Nanuli, Taziashvili Giorgi // РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ РАССЕЯНИЯ ЧИСЕЛ. Котрикаძე Г., Дanelia Н., Тазиашვილი Г. 32
- უმარუნებელი მატრიცული მეთოდის დაბალი მდგრადობა და მისი გაშიფვრის გზები. გულნარა კოტრიკაძე, ქეთევან ცომაია // LAW ENDURANCE OF INVERSE MATRIX METHOD AND IT'SDECODING WAYS. Kotrikadze Gulnara, Tsomaia Ketevan // НИЗКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МЕТОДА ОБРАТНОЙ МАТРИЦЫ И ПУТИ ЕГО ДЕКОДИРОВАНИЯ. Котрикаძე Г., Цoმაია К. 36

- კავშირი საქართველოში ინფლაციის დონესა და უმუშევრობის კოეფიციენტს შორის. ფილიპის მრუდი. სალომე მუხაშავრია, ელენე მეტრეველი // DEPENDENCE BETWEEN THE RATE OF INFLATION AND UNEMPLOYMENT RATE IN GEORGIA. PHILLIPS'S CURVE. Mukhashavriya Salome, Metreveli Elene // ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ УРОВНЕМ ИНФЛЯЦИИ И КОЭФИЦИЕНТОМ БЕЗРАБОТИЦЫ В ГРУЗИИ. КРИВАЯ ФИЛЛИПСА. Мухашаврия С., Метревели Э. 40

**პრაქტიკული ინფორმატიკა – PRACTICAL INFORMATICS – ПРАКТИЧЕСКАЯ ИНФОРМАТИКА**

- მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების ავტომატიზებული მართვის კონცეფცია. გიორგი გოგიჩაიშვილი, გიორგი სურგულაძე // CONCEPT OF AUTOMATED MANAGEMENT OF MULTIMODAL FREIGHT TRANSPORTATION BUSINESS PROCESSES. Gogichaishvili Giorgi, Surguladze Giorgi // КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ. Гогичаишвили Г., Сургуладзе Г. 45

- საზინანსო კორპორაციის ბიზნეს-პროცესების მენეჯმენტი ITIL მეთოდოლოგიის საფუძველზე. გაა სურგულაძე, ეკატერინე თურქია, თინათინ ქაჩლიშვილი, ციური ფხაკაძე // CORPORATE BUSINESS PROCESS MANAGEMENT BASED ON ITIL METHODOLOGY. Surguladze Gia, Turkia Ekaterine, Kachlishvili Tinatin, Pkhakadze Tsiuri // УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ФИНАНСОВОЙ КОРПОРАЦИИ НА ОСНОВЕ ITIL МЕТОДОЛОГИИ. Сургуладзе Г., Туркия Е., Качлишвили Т., Пхაკაძე Ц. 51

- სამართლებრივ-საძიებო ავტომატიზებული სისტემის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. ოთარ შონია, იოსებ ქართველიშვილი, ლევან ყოლბაია // LEGAL-SEARCH AUTOMATED SYSTEM SECURITY GUARANTEES. Shonia Otar, Kartvelishvili Ioseb, Kolbaia Levan // ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРАВОВО-ПОИСКОВОЙ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ. Шония О., Картвелишвили И., Колбая Л. 57

- სისტემის განაწილებული კონფიგურაციის მოდელირება პარალელურად შესრულებადი მართვის ნაკადების დროს. თეიმურაზ სუხიაშვილი, გიორგი მანიევი, ირაკლი შურგაია // MODELING OF A CONFIGURATION OF THE DISTRIBUTED SYSTEMS AT IN PARALLEL THE EXECUTED STREAMS OF MANAGEMENT. Sukhiashvili Teimuraz, Maniev Giorgi, Shurgaia Irakli // МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ ПРИ ПАРАЛЕЛЬНО ИСПОЛНЯЕМЫХ ПОТОКОВ УПРАВЛЕНИЯ. Сухиашвили Т., Маниев Г., Шургая И. 63

- მართვის ნაკადების სტრუქტურის დავრომქმნა ორგანიზაციულ-ადმინისტრაციული მართვის განაწილებულ სისტემებში. თეიმურაზ სუხიაშვილი, გიორგი მანიევი // DESIGN OF STRUCTURE OF STREAMS OF MANAGEMENT IN THE DISTRIBUTED ORGANIZATIONAL - ADMINISTRATIVE SYSTEMS OF MANAGEMENT. Sukhiashvili Teimuraz, Maniev Giorgi // ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ УПРАВЛЕНИЯ В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-АДМИНИСТРАТИВНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ. Сухиашвили Т., Маниев Г. 67

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

- ქსელების კონვერგენცია. ვახტანგ გაბელია, ელენე კამკამიძე // NETWORK CONVERGENCE. Gabelia Vakhtang, Kamkamidze Elene // КОНВЕРГЕНЦИЯ СЕТЕЙ. Габелия В., Камкамидзе Е.

72
- ღრუბლოვანი გამოთვლების უპირატესობა, ნაკლოვანებები, განვითარების პერსპექტივა. კონსტანტინე კამკამიძე, ნიკოლოზ ბუღალავა, გიორგი ნაჭყეაძე // ADVANTAGES, DISADVANTAGES, DEVELOPMENT PROSPECTS OF CLOUD COMPUTATION. Kamkamidze Konstantine, Bzhalava Nikoloz, Nachkepia Giorgi // ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИИ. Камкамидзе К., Бжалава Н., Начкепия Г.

77
- უწყვეტვანიანი მოდულაციის დავუქმებული სივრცით-დროითი ბისონისებრი კოდირება. მარია სორდია // SPACE-TIME TRELIS CODING WITH CPM. Sordia Marika // ВРЕМЕННО-ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РЕШЕТЧАТОЕ КОДИРОВАНИЕ НА БАЗЕ СИГНАЛОВ ЧМ-НФ. Сордия М.

81
- აბრეშუმის კაფის სისქის კონტროლი ტენზოგარდაქმნელის გამოყენებით. ზურაბ ჯოხარიძე, ვლადიმერ ფადიურაშვილი // CONTROL OF THE THICKNESS OF SILK THREAD USING TENZOSENSORS. Jokharidze Zurab, Phadiurashvili Vladimer // УПРАВЛЕНИЕ ТОЛЩИНОЙ ШЕЛКОВОЙ НИТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕНЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ. Джохаридзе З., Фадидурашвили В.

85

**გამოყენებითი ინფორმატიკა – APPLIED INFORMATICS – ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА**

- მარკეტინგული მართვის ინფორმაციული უზრუნველყოფა თანამედროვე ფირმებში. ომარ გაბელავა, სიმონ პოხოვანი, ნინო გაბელავა, გიორგი სებისკვერადე // INFORMATION SUPPORT OF MARKETING MANAGEMENT IN MODERN COMPANIES. Gabedava Omar, Pochovyan Simon, Gabedava Nino, Sebiskveradze Giorgi // ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ МАРКЕТИНГОМ В СОВРЕМЕННЫХ ФИРМАХ. Габедава О.В., Почовян С.М., Габедава Н.О., Себискверадзе Г.Н.

91
- მარკეტინგის მართვის ავტომატიზებულ ინფორმაციულ სისტემაში თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოყენება. სიმონ პოხოვანი, ომარ გაბელავა // THE USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGY IN THE AUTOMATED INFORMATION SYSTEM OF MARKETING MANAGEMENT. Pochovyan Simon, Gabedava Omar // ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ МАРКЕТИНГОМ. Почовян С.М., Габедава О.В.

96
- ოფტალმოლოგიური პერიმეტრი ინტეგრირებული კომპიუტერული ტექნოლოგიებით. გიორგი გიგლაშვილი, ზვიად ლურწყაია // OPHTHALMOLOGIC PERIMETER WITH INTEGRATED COMPUTER TECHNOLOGIES. Gigilashvili Giorgi, Gurtskaia Zviad // ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРИМЕТРИЯ С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ КОМПЬЮТЕРНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ. Гигилашвили Г., Гурцкая З.

100
- კომპიუტერული პერიმეტრის ავტომატიზაციის მოდულის ავტომატიზირებული კონტროლის მოდული. გიორგი გიგლაშვილი, ზვიად ლურწყაია // MODULE OFAUTOMATIC CONTROL OF THE PATIENT GAZE FOR COMPUTER PERIMETER. Gigilashvili Giorgi, Gurtskaia Zviad // МОДУЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЗРЕНИЯПАЦИЕНТАДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПЕРИМЕТРА. Гигилашвили Г., Гурцкая З.

108

- სადგინო-ტექნოლოგიური საწარმოების მიწის-გამოყენების ტექნოლოგიური პროცესი და მოკლე მეთოდური მიმოხილვა. ზაზა ფადიურაშვილი, ლერი გვასალია, მაია წვერავა // TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION AND USE OF DISINFECTANTS AND BRIEF METHODOLOGICAL GUIDELINES Fadiurashvili Zaza, Gvasalia Leri, Tsverava Maia // ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЗИНФЕКЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ И КРАТКИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ. Падиურашвили З., Гвасалия Л., Цверავა М 113
- საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის პრობლემები. კახა სამარლანიშვილი, სოფიკო კოლომიკოვი, ვლადიმერ ფადიურაშვილი // WASTE MANAGEMENT PROBLEMS. Samarganishvili Kakha, Kolomikovi Sophiko, Padiurashvili Vladimer // ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ. Самарганишвили К., Коломикова С., Радиурашвили В. 117
- ნიადაგი და ნიადაგში წყლის რეჟიმზე მოქმედი ფაქტორები ტენიანობის რეგულირებისათვის. სოფიკო კოლომიკოვი // SOIL AND FACTORS AFFECTING THE WATER REGIME TO REGULATE HUMIDITY. Kolomikovi Sophiko // ПОЧВА И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ. Коломикова Софиго. 121

**ფიზიკა – PHYSICS – ФИЗИКА**

- ბურთულების ჩალაგების სიმკვრივის ზოგადი თეორია და ახალი ფიზიკური მუდმივები. კარლო მგალობლიშვილი // GENERAL THEORY OF THE DENSITY OF SPHERES (ATOMS) PACKING AND THE NEW PHYSICAL CONSTANTS. Mgaloblishvili Karlo // ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ПЛОТНОСТИ УПАКОВКИ ШАРОВ (АТОМОВ) И НОВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ. Мгалоблишвилв К.Д. 126
- ენტროპიის ზრდის პრინციპი. მალხაზ ბიბილური, მიხეილ ბოჩორიშვილი, ნანა მამისაშვილი // PRINCIPLE OF INCREASE OF ENTROPY. Bibiluri Malkhaz, Bochorishvili Mikheil, Bochorishvili Nana // ПРИНЦИП РОСТА ЭНТРОПИИ. Бибилури М.В, Бочоришвили М.М., Мамисашвили Н.А. 132

**გამოყენებითი ინფორმატიკა – APPLIED INFORMATICS – ПРИКЛАДНАЯ ИНФОРМАТИКА**

- ინფრაწითელი სპექტრული მეთოდით ტენიანობის განსაზღვრის მოდელის შესახებ. ცოური ნოზადე, რომან სამხარაძე, ლია გაჩეჩილაძე, // ABOUT THE MODEL OF DETERMINING MOISTURE USING INFRARED SPECTROSCOPIC METHOD. Nozadze Tsiuri, Samkharadze Roman, Lia Gachechiladze, Rosnadze Tamar // О МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ СПЕКТРОСКОПИИ. Нозадзе Ц., Самхарაძე Р., Гачეჩილაძე Л., Роснадзе Т. 138
- ბიზნეს-პროცესების ანალიზის მეთოდები. მედეა თევდორაძე, ანასტასია ბაჯიაშვილი, თეონა ჭიგლაძე, გრიგორი იოსელიანი, ნინო ლოლაშვილი // METHODS OF ANALYSIS OF BUSINESS-PROCESSES. Tevdoradze Medea, Bajashvili Anastasia, Chigladze Teona, Ioseliani Gregori, Lolashvili Nino // МЕТОДЫ АНАЛИЗА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ. Тевдორაძე М., Баджиашвили А., Чигладзе Т., Иоселиани Г., Лолაშვილი Н. 142

## ENTROPY-BASED METRICS IN ROBOT SWARM CONTROL

Meparishvili Badri, Petashvili Petre, Janelidze Gulnara  
Georgian Technical University

**Abstract**

The spatially distributed multi-agent systems must yield coordinated behavior from individually autonomous actions. The movements of the particles around in the search-space are guided by their own best known position in the search-space as well as the entire swarm's best known position. The main claim of this paper is that the relation between self-organization in multi-agent systems and entropic concepts which can provide quantitative, analytical guidelines for designing and operating agent systems. We explain the link between these concepts by way of a simple suggestion how they can be applied in measuring the behavior of multi-agent systems. In this paper we have discussed different kind of metrics to robotic groups behavior such as order and entropy, which will help us in evaluation of performance of the swarming behavior.

**Keywords:** Sensor systems. Swarm intelligence. Entropy.

**1. Introduction**

Multi-mobile sensor systems are reconfigurable wireless networks of distributed autonomous devices that can sense or monitor physical or environmental conditions cooperatively. Swarm intelligence is an exciting new research field still in its infancy compared to other paradigms in artificial intelligence. The movements of the particles around in the search-space are guided by their own best known position in the search-space as well as the entire swarm's best known position. Particle swarms are attractive to the user as they do not require gradient and derivative information, are intuitive to understand and can be parallelized [1]. Particle swarm optimization (PSO) is a promising new population based optimization technique, which models a set of potential problem solutions as a swarm of particles moving about in a virtual search space.

**2. Problem formulation**

According to the literatures overview, it's easy to know that the canonical PSO model consists of a swarm of particles, which are initialized with a population of random candidate solutions. Each particle has a position represented by a position-vector  $x_i$  ( $i$  is the index of the particle), and a velocity represented by a velocity-vector  $v_i$  [2].

The swarm is defined as a set:  $X = \{x_1, x_2, \dots, x_N\}$ , of  $N$  particles or individuals (candidate solutions), defined as:

$$x_i = (x_{i1}, x_{i2}, \dots, x_{in})^T \in A, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (1)$$

where  $A$  is the searching space.

The particles are assumed to move within the search space,  $A$ , iteratively. This is possible by adjusting their *position* using a proper position shift, called *velocity*, and denoted as:

$$v_i = (v_{i1}, v_{i2}, \dots, v_{in})^T, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (2)$$

Velocity is also adapted iteratively to render particles capable of potentially visiting any region of  $A$ . If  $t$  denotes the iteration counter, then the current position of the  $i$ -th particle and its

velocity will be henceforth denoted as  $x_i(t)$  and  $v_i(t)$ , respectively. Velocity is updated based on information obtained in previous steps of the algorithm.

This is implemented in terms of a memory, where each particle can store the *best position* it has ever visited during its search. For this purpose, besides the swarm,  $X$ , which contains the current positions of the particles, PSO maintains also a *memory* set:

$$P = \{P_1, P_2, \dots, P_N\} \quad (3)$$

which contains the best positions:

$$P_i = (P_{i1}, P_{i2}, \dots, P_{in})^T \in A, \quad i = 1, 2, \dots, N \quad (4)$$

ever visited by each particle.

These dynamic parameters are defined as:

$$v_{ij}(t+1) = v_{ij}(t) + c_1 r_1 (P_{ij} - x_{ij}(t)) + c_2 r_2 (P_{gj} - x_{ij}(t)) \quad (5)$$

$$x_{ij}(t+1) = x_{ij}(t) + v_{ij}(t+1) \quad (6)$$

$$i = 1, 2, \dots, N, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

where:  $t$  stands for the iteration counter;

$r_1$  and  $r_2$  are random variables uniformly distributed within  $[0,1]$ ;

$c_1$ ,  $c_2$  are weighting factors, also called the *cognitive* and *social* parameter, respectively.

At each iteration, after the update and evaluation of particles, best positions are also updated. Thus, the new best position of  $x_i$  at iteration  $t+1$  is defined as follows:

$$P_i(t+1) = \begin{cases} x_i(t+1), & \text{if } f(x_i(t+1)) \leq f(P_i(t)), \\ P_i(t), & \text{otherwise} \end{cases} \quad (7)$$

The presented approach is a distributed algorithm that partitions the supply chain network into a set of locally clusters. This is achieved by deriving a set of weight coefficient or estimation of effectiveness  $d_{il}$  between every pair of subtask  $T_l$  ( $l = \overline{1, M}$ ) and agent  $A_i \in A$ , ( $i = \overline{1, N}$ ) within the locality of each subset for selecting the best node of its neighborhood to become its leader. We envisage every the values of decision or management  $D_i(t)$  as the “velocity” of each particle in given iteration. Moreover, the each pace is varied inversely of particular velocity.

The fundamental claim of this paper is that the relation between self-organization in multi-agent systems and entropic concepts which can provide quantitative, analytical guidelines for designing and operating agent systems. We explain the link between these concepts by way of a simple suggestion how they can be applied in measuring the behavior of multi-agent systems.

### 3. Metrics in robot swarm control. Brief overview

We are interested in having a cohesive of robot swarm that aligns to a common direction in a given time. In this section we review some approaches to estimate the robot swarm control that can be used to evaluate coherence of the multi-robot system. Entropy, order, and average angular velocity metrics can be defined to measure the alignment, positional order and energy consumption of the group, respectively. The average forward velocity metric is also utilized as a secondary measure of the energy consumption, and is more convenient to use in some cases.

We can define state, and thus entropy, in terms either of location or direction. Location-based state is based on a single snapshot of the system, while direction-based state is based on how



the system has changed between successive snapshots. Each approach has an associated gridding technique. Our approach participates to this caveat.

**Entropy-based metrics in robotic control.** Entropy measures the positional disorder of the swarm. Entropy is used in a number of classical approaches to clustering, as a means to drive the clustering process. This metric is calculated by finding every possible cluster combination, finding Shannon's information entropy of these clusters and then sum them up [3].

Several approaches in metrics are directly applicable to the problem of swarm clustering. They include the *entropy* ( $S$ ) measures as the positional disorder of the swarm [4]. It is calculated by finding every possible cluster via changing the maximum distance ( $h$ ) between the position vectors of robots in a same cluster. Shannon's information entropy  $H(h)$  of a cluster with a maximum distance  $h$  is defined as:

$$H(l) = -\sum_{k=1}^K P_k \log_2(P_k) \quad (8)$$

Where  $P_k$  is the proportion of the individuals in the  $k$ -th cluster and  $M$  is the number of clusters for a given  $h$ . The rate of change of the entropy ( $dS/dt$ ) is considered as metrics. These entropy values are integrated over all possible  $h$ 's ranging from 0 to  $\infty$  to find the total entropy ( $S$ ):

$$S = \int_0^{\infty} H(l) dl \quad (9)$$

**The angular order.** The order (coherence or synergy) measures the angular order of the sensors [5].

$$\psi(t) = \frac{1}{M} \left| \sum_{k=1}^M e^{i\theta_k} \right| \quad (10)$$

Where  $M$  is the number of sensors in the cluster and  $\theta_k$  is the heading of the  $k$ -th sensor at time  $t$ .

Swarm order can be estimated by the value between 0 and 1 and is calculated by collecting the heading value of the distributed sensors. When the group in an *ordered* state, the order parameter approaches to 1, and inversely, when the group is unaligned, the system is in a *disordered* state and the order parameter is close to 0.

**The swarm velocity as metrics.** This metric, which is the average velocity of the geometric center of the swarm during the whole course of its motion, can be calculated by dividing the displacement of the geometric center of the swarm by the duration of flocking.

$$\vec{V}_s(t) = \frac{1}{N} \left| \sum_{i=1}^N \vec{V}_i(t) \right| \quad (11)$$

#### 4. Proposed approach

Based on this brief review of metrics to evaluate the quality of mobile sensor swarm behavior, we argue that entropy of swarm cluster, as degree of disorder, can be also calculated using relative positions or average angular velocity by collecting the heading value of the sensors. Further, they will be utilized in comparing the performance of different behaviors achieved through setting controller parameters or sensing characteristics to different values than the default ones. We consider the entropy of dynamic system as an internal behavioral incompatibility or antagonism, certain contradiction between disoriented components behavioral vectors [6]. Hence, the robot swarm behavior metric, which consists in estimation of disoriented robot behavioral vectors can be derived as below.

This approach is based on vector algebraic addition of the velocity-vectors  $\vec{v}_i(t)$  of mobile robots at time  $t$ . Metric of whole robot group in time  $t$  can be measured as:

$$H(t) = -\sum_{k=1}^K P_k(t) \log_2(P_k(t)) \quad (12)$$

where:

$$p_k(t) = \frac{\sum_{i=1}^N \vec{v}_i(t)}{\sum_{i=1}^N |\vec{v}_i(t)|} \quad (13)$$

#### References:

1. Schutte, J.F., Reinbolt, J.A., Fregly, B.J. Haftka, R.T., George, A.D. (2006). Parallel Global Optimisation with the Particle Swarm Algorithm, Intern.Journal of Numerical Methods in Engineering, 61.
2. Cohen, S.C.M & de Castro, L.N. Data Clustering with Particle Swarms." IEEE Congress on Evolutionary Computation. pp. 1792-1798.
3. Shannon, C.E. (1949). *The Mathematical Theory of Communication*. Univ.Illinois Press.
4. Balch,T. (2000). "Hierarchic social entropy: An information theoretic measure of robot group diversity," *Autonomous Robots*, vol. 8, no. 3, pp. 209-237.
5. Kervalishvili P., Meparishvili B., Janelidze G. (2009). Self-Organization Modelling Of Multi-Agent Systems. SynEnergy Forum (S.E.F.) -2 The conference for International Synergy in Energy, Environment, Tourism and Information Technology. Spetses, Greece.
6. Kervalishvili P., Meparishvili B., Janelidze G. (2011). One Approach to Adaptive Control of Mobile Sensor System. NATO Science for Peace and Security Series "Philosophy and Synergy of Information: Sustainability and Security", ISSN 1874-6276. pp. 100-108.

#### ენტროპიაზე დაფუძნებული მეტრიკა რობოტების ჯგუფის მართვაში

ბადრი მეფარიშვილი, პეტრე პეტაშვილი, გულნარა ჯანელიძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
რეზიუმე

სივრცულად განაწილებული მულტი-აგენტური სისტემის ქცევა ინდივიდუალური ავტონომიური ქმედებებით არის განპირობებული. საძიებელ არეში ნაწილაკების მოძრაობა განისაზღვრება მათი საუკეთესო პოზიციით, რომელიც იმავდროულად მთლიანი სისტემის საუკეთესო პოზიციასაც განაპირობებს. სტატიაში წარმოდგენილი მიდგომა ადგენს გარკვეულ რაოდენობრივ თანაფარდობას თვითორგანიზებისა და ენტროპიულ ცნებებს შორის, რომლებიც შეიძლება გამოყენებულ იქნას მულტი-აგენტური სისტემების ქცევის შეფასების თვალსაზრისით. სტატიაში განხილულია რობოტული ჯგუფების ქცევის სხვადასხვა სახის მეტრიკა, მათ შორის მოწესრიგებულობა და ენტროპია, როგორც ქაოტურობის ზომა.

#### ОСНОВАННАЯ НА ЭНТРОПИЮ МЕТРИКА В УПРАВЛЕНИИ ГРУППОЙ РОБОТОВ

Мепаришвили Б., Петашвили П., Джanelidze Г.  
Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Поведение пространственно распределенных мульти-агентных систем обусловлено индивидуальным автономным поведением. Перемещение частиц в поисковом пространстве оценивается собственной наилучшей позицией, которое обуславливает наилучшую позицию системы в целом. В статье представленный подход устанавливает определенное количественное соотношение между понятиями самоорганизации и энтропией, что может быть применен для оценки поведения мульти-агентных систем. С этой точки зрения, в качестве метрики поведения группы роботов в работе рассмотрены упорядоченность, а также энтропия, как мера хаотичности.

## MULTI AGENT BASED ARCHITECTURE WITH ARGUMENTATION FOR PATTERN RECOGNITION

Bosikashvili Zurab, Archvadze Giorgi  
Georgian Technical University

### Abstract

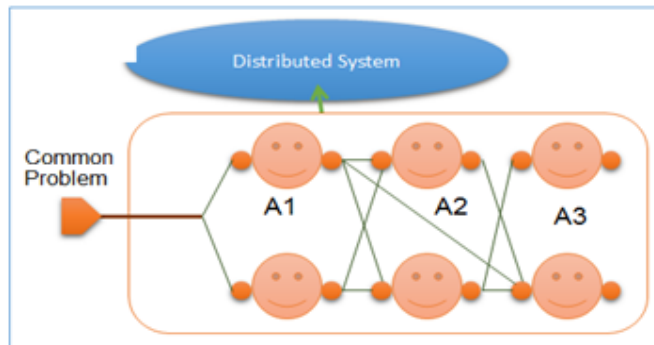
This paper presents model of multi agent systems based on argumentation for pattern recognition. Defines a very simple description of coordination and negotiation schemes through multi agent systems. We also introduce the concept of pattern recognition with multi agent system using argumentation and modification in blackboard architecture. We are going to explain what argumentation, pattern recognition and blackboard architecture is. Finally, we briefly describe how agents can recognize symbols using argumentation.

**Keywords:** Argumentation framework. Pattern recognition. Multi agent system.

### 1. Introduction

Argumentation is major component in human intelligence. For successful communication they must understand each language and during the communication they must use arguments to solve problems. In multi agent system to find one solution we are using argumentation framework. When agents communicate they are not using same vocabulary and ontology, if they want to interact successfully they should use arguments and find correspondences between the terms they are using in their ontology [1].

This article describes what is argumentation framework and pattern recognition, how they are connected and why we need arguments in pattern recognition, can we create multi agent system (Figure 1) for pattern recognition without argumentation framework, how to interact agents and implement argumentation framework in multi agent systems [2].



Successful communication is main problem in the architecture where are working many agents for one solution. Every agent must know each language, they should support or refuse another candidate logic and each of them must use same vocabulary to express its beliefs and they must transfer information between agents. Each

agent must respect another candidate opinion and consider during the decision making. In this paper we are planning to create argument based communication framework in multi agent based architecture for pattern recognition. Our goal is to interact many agents and they should find one solution for one problem. For decision making we decide to use framework that allows agents to express their preferred choices over candidate's correspondence. This is achieved adapting argument-based negotiation used in multi agent systems to deal specifically with arguments that support or oppose the proposed correspondences between ontologies.

### 2. Argumentation in Pattern Recognition

What is pattern recognition? Pattern recognition is the study how agents can observe environment and make decision about categories of the pattern. The best pattern recognizers are

humans, but we still can't understand how they can recognize patterns. It will be very helpful if computer will help doctors and diagnose diseases or help drivers to drive car. Automatic (machine, computer) recognition means classifying, grouping and at the end get exactly result of object. There are two types of recognition 1) Supervised recognition when the pattern is identified as a member of predefined class. 2) Unsupervised recognition when the pattern is identified as a member of undefined class.

Human's brain consist off billion of neurons and using this neurons he/she can recognize patterns. Whenever we meets a person and this person is known for us we can recognize his/her name, surname, how we are doing this, we are performing task of recognition. Suppose we are asking to computer to do this task, how much time conventional computer need to do this. It is not easy computation for computer, firstly we know this person but computer do not. We must study this to computer and it is not easy.

What is argumentation? Argumentation theory is an important field of Artificial Intelligence. In multi agent environment where agents try to purpose their own goals, cooperation cannot be taken for granted. To reach agreements and negotiation between self-motivated agents we should use argumentation framework. The purpose of argumentation is to resolve a conflict between agent's opinions. Argumentation framework has a big impact in multi agent environment.

We also can extend argumentation framework, namely, Value- based Argumentation Framework (VAF). The VAF allows determining which arguments are acceptable, with respect to the different audiences represented by different agents. Our agents apply different approaches and cooperate in order to exchange their local result (arguments).

An argumentation framework is a pair  $AF = (AR, attacks)$ , where AR is a set of arguments and attacks is a binary relation of AR. An attack  $(A, B)$  means that the argument A attacks the argument B. A set of arguments S attacks an argument B if B is attacked by an argument in S. The key question about the framework is whether a given argument A,  $A \in AR$ , should be accepted. One reasonable view is that an argument should be accepted only if every attack on it is by an acceptable argument (Dung, 1995) [1].

### 3. Multi Agent Recognition Architecture

As we know Pattern recognition is branch of Artificial intelligence as Sound Recognition or Hand Writing Recognition but Argumentation Framework helps agents for making decision in multi agent architecture. In Pattern recognition system with multi agent based architecture to make one decision, to communicate many agents, to study agents how to respect another agent's opinion we should use Argumentation Framework. Below in this article we are going to explain blackboard architecture (model) and then extend it, we will try to explain what is blackboard model , how it works and how we can to implement it also we are going to show some examples using blackboard model and step by step define what our agent must do [4,5]

A blackboard system is an artificial intelligence application based on the blackboard architectural model, where a common knowledge base, the "blackboard", is iteratively updated by a diverse group of specialist knowledge sources, starting with a problem specification and ending with a solution. Each knowledge source updates the blackboard with a partial solution when its internal constraints match the blackboard state. In this way, the specialists work together

to solve the problem. The blackboard model was originally designed as a way to handle complex, ill-defined problems, where the solution is the sum of its parts.

The blackboard architecture is a powerful expert system architecture and model of cooperative, distributed problem solving (Many agents are working for one solution). The basic blackboard architecture consist of a shared data region called as blackboard, which is a set of knowledge sources and control units, also called the scheduler.

The main advantage that a blackboard system can offer are its flexible of control and its ability to integrate different kind of knowledge sources. A blackboard system consist of three of components (Figure 2).

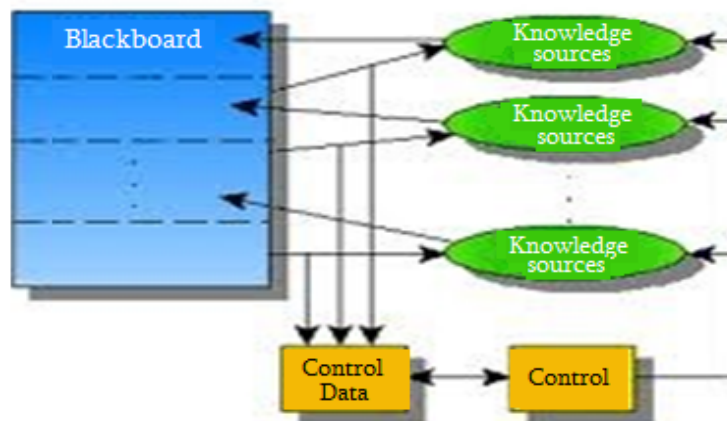


Fig.2. Blackboard (BB), Knowledge sources (KSs) and Control unit

**BB** - a shared data structure through which the knowledge sources communicate with each other by means of the creation and modification of solution elements;

**KSs** - a set of independent modules called knowledge sources, which have specific knowledge about the problem domain;

**Control** - a control mechanism, which determines the order in which the knowledge sources will operate on the blackboard.

#### 4. How Blackboard architecture works and our modifications in this architecture

Accomplish blackboard architecture consist of three component and each has own role to solve problem. Every agent makes own modification and task moves another position, after this other agent makes its own modification and etc. This process continues before we do not have exact solution. To decide which agent should make modification at this moment controls Control Unit. If task is on the position where agents cannot make modification, it goes to the previous position.

What is modification which we decided to make in blackboard architecture? We decided to add argumentation framework in blackboard architecture. Every agent which makes modification on the blackboard has an appropriate argument. This argument we need to know why agent made modification on blackboard and if another agent has counterargument for this argument they are starting discussion or arguing about modification and finally they has one decision.

Hence, before every agent makes modification on the blackboard, they must prove modification which they are going to make and after this they are making changes. Below of this article we are going to show an example how to solve problems using blackboard modified architecture, how are making modifications on the blackboard and how we are going to find exact solution.

### 5. Symbol recognition using multi agent system with argumentation

Accomplish in this section we are going to show how are agents working to recognize symbols. We are going to detail explain what each agent does for recognition and its goal. Each agent has its own knowledge and using this they should try to recognize symbols. We have master and slave agents and master agents knowledge is more than slave agents and master agents has more privileges then slaves.

Imagine we have agents and they know how to recognize: arc, point, rectangle, corner, fork, cross, hole, oval, triangle and etc. (Figure 3)

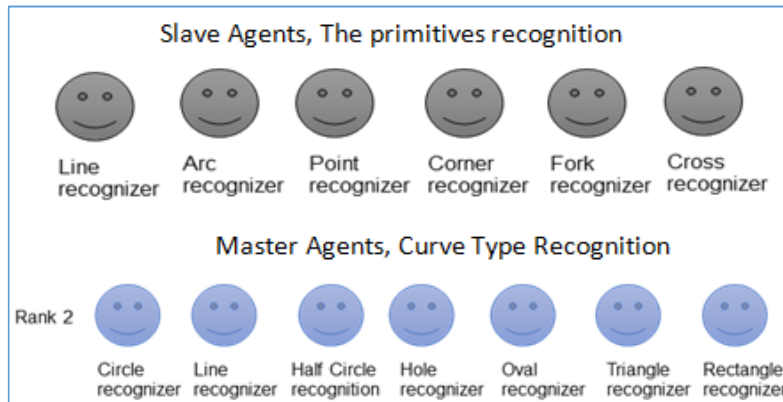


Fig.3

On the figure 3 shown that every agent has its knowledge and what they can recognize. Let's start to explain how they can recognize symbol „X“.

1. Line(x),Line(y), Cross(x,y) --> Symbol (z) {Name(z,"x")} - rank 1
2. Line(x),Line(y), Cross(x,y), Not Vertical(x) --> Symbol (z) {Name(z,"x")} - rank 2

Rank 1 agent says that if there is two lines and they are crossing each other this symbol is 'X', after this rank 2 agent says if there is two lines and they are crossing and also they are **not vertical** this symbol is 'X'. Rank 2 agents have more priority to make decision then rank 1 agent.

### 6. Conclusion

A simplistic approach for recognition of visual characters using multi agent system has been described. The advantages of multi agent system over classical methods have been outlined. In this article we was trying to explain how multi agent architecture with argumentation works, what is preferences of this architecture and how we can use it. We were talking what are multi agent systems and what is argumentation. Also we made modification in blackboard architecture. How can work agents using blackboard architecture with argumentation. In this article everyone can see clearly preferences of multi agent system with argumentation. Also explained symbol recognition example and detailed explained how agents can recognize symbols.

**References:**

1. Trevor J.M. Bench-Capon, Paul E. Dunne. (2005). Argumentation and Dialogue in Artificial Intelligence. Department of Computer Science, University of Liverpool. Liverpool L69 7ZF, U.K. pp.3-12
2. Alexander J. Faaborg. (2002). Using Neural Networks to Create an Adaptive Character Recognition System. Cornell University, Ithaca NY pp.1-23
3. Yoav Shoham, Leyton-Brown K. (2009). Multiagent systems, Algorithmic, Game-Theoretic and Logical Foundations. Cambridge University Press, Cambridge, England pp.19-46
4. Hunt J. (2002). Blackboard Architectures. JayDee Technology Ltd 27. Pp.3-7
5. [http://en.wikipedia.org/wiki/Blackboard\\_system](http://en.wikipedia.org/wiki/Blackboard_system), Wikipedia, the free encyclopedia.
6. Shahrin Azuan Nazeer, Nazaruddin O., Khairol F., Jumari and Marzuki Khalid. (2007). Face detecting using Artificial Neural Networks Approach. First Asia International Conference on Modelling & Simulation. Seri Kembangan, pp.3-11.

**სახელთა გამომცნობისთვის მრავალ აგენტებზე დაფუძნებული  
არქიტექტურა არგუმენტაციით**

ზურაბ ბოსიკაშვილი, გიორგი არჩვაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
რეზიუმე

წარმოდგენილია მრავალ აგენტებიანი სისტემების მოდელი, დაფუძნებული არგუმენტაციაზე ობიექტების ამოცნობის მიზნით. განსაზღვრილია მარტივი კოორდინაციის და მოლაპარაკების სქემა მრავალ აგენტებიან სისტემებში. მოყვანილია ობიექტების ამოცნობის ძირითადი ცნებები მრავალი აგენტის და არგუმენტაციის გამოყენებით, ასევე შეტანილია ცვლილებები შავი დაფის არქიტექტურაში. განსაზღვრულია არგუმენტაციის სქემა შავი დაფის არქიტექტურაში მონაწილე აგენტებისთვის ობიექტების ამოცნობის პროცესში. შემუშავებული მეთოდის საფუძველზე განხილულია სიმბოლოების ამოცნობის ამოცანა.

**МУЛЬТИАГЕНТНАЯ АРХИТЕКТУРА С АРГУМЕНТАЦИЕЙ ДЛЯ  
РАСПОЗНАВАНИЯ ОБРАЗОВ**

Босикашвили З., Арчвадзе Г.  
Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Представлены мультиагентные модели на основе системы рассуждения для идентификации объектов. Определена простая схема координации и согласования во мультиагентных системах. Представлены основные понятия идентификации объектов, использующие систему мультиагентов и рассуждения, также внесены изменения в архитектуре черной доски. В процессе распознавания объектов разработана схема аргументаций для агентов, участвующих в архитектуре черной доски. На основе разработанных методов обоснована задача распознавания символов.

**ზოგიერთი ევოლუციური ალგორითმის გამოყენება  
რისკების პროგნოზირებაში**

ციური ქოროლიშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

თანამედროვე საფინანსო ბაზრის რისკ-მენეჯმენტის ერთ-ერთ მთავარი ამოცანა საფინანსო ბაზრის პროგნოზირებაა. სტატიაში განიხილული ალგორითმები წარმოადგენს კვლევის ახალ მიმართულებას, რომლებიც პოპულაციაზე დაფუძნებული სტოქასტიკურ-ეგზისტისტიკული მეთოდები, ევოლუციური ალგორითმების ვარიანტებია, სადაც საძიებელ სივრცეში მიზნისკენ გადაადგილება ხდება თანამიმდევრულად, ევოლუციურად. ხელოვნური ინტელექტის თანამედროვე მიღწევების (ხელოვნური ნეირონული ქსელების, ევოლუციური ალგორითმების და სხვ.) გათვალისწინებით მნიშვნელოვნად ამაღლებს საფინანსო ბაზრის ანალიზსა და პროგნოზირებას.

**საკვანძო სიტყვები:** ხელოვნური ნეირონული ქსელი. კოჰონენის თვითორგანიზებადი რუკა. იმპერიალისტური შეჯიბრებითი ალგორითმი.

**1. შესავალი**

არსებულ კონკურენტულ და არაპროგნოზირებად ეკონომიკურ გარემოში ბიზნესსაქმიანობას ყოველთვის თან ახლავს ამა თუ იმ ხარისხის რისკები. დიდი ნაწილის ფინანსური სისტემის სტრუქტურა ასრულებს რისკის ეფექტური განაწილების ფუნქციას. ფინანსური ბაზრის ანალიზის და პროგნოზირების თანამედროვე მიდგომა ხელოვნური ნეირონული ქსელები - Artificial Neural Networks (ANN). ანალიზისადმი ასეთი მიდგომა სულ უფრო და უფრო მეტ მომხრეებს იძენს 90-იანი წლების დასაწყისიდან, რადგან იგი რიგი უდავო უპირატესობებით ხასიათდება.

ხელოვნური ნეირონული ქსელი, როგორც წესი, არის ერთტიპიანი ელემენტების - ნეირონების მრავალფენიანი ქსელური სტრუქტურა, რომლებიც ერთმანეთს უკავშირდება და ჯგუფდება ფენებში. სხვა ფენებთან ერთად არსებობს შემავალი ფენა, რომლის ნეირონებზეც მიეწოდება ინფორმაცია, ასევე გამოშვებული, რომლიდანაც მიიღება შედეგი. ნეირონული ქსელი გადაწყვეტს შეფასების პრობლემას და შესაბამისად, ბაზარზე ამა თუ იმ პარამეტრის გავლენას, საშუაოს პრინციპის საფუძველზე [1].

**2. ძირითადი ნაწილი**

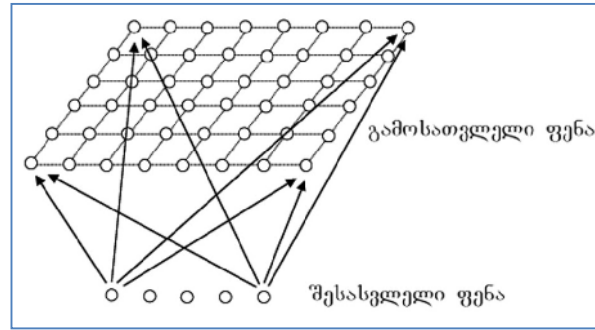
ჩვენ განვიხილავთ გადაწყვეტილების მიღების სისტემას, რომელიც შეიძლება განისაზღვროს, როგორც ხელოვნური ნეირონული ქსელების ერთ-ერთი სახეობა - კოჰონენის თვითორგანიზებადი რუკა. მისი საშუალებით ხორციელდება ფინანსური ბაზრის პროგნოზირების ამოცანის გადაწყვეტა.

კოჰონენის თვითორგანიზებადი რუკები - Self-Organizing Maps (SOM) იყენებს ქსელის არაკონტროლირებადი სწავლების მეთოდს, რომლის დროსაც შესასწავლი ობიექტების სიმრავლე შედგენილია მხოლოდ შემავალი ცვლადების მნიშვნელობებისგან, ხოლო სწავლების პროცესში ნეირონებიდან გამოშვებული მნიშვნელობების შედარება არ ხდება ეტალონ მნიშვნელობებთან და ქსელი სწავლობს მონაცემთა სტრუქტურის გაგებას.

კოჰონენის ქსელის სწავლება. კოჰონენის ორგანიზაციული ნაწილი ქსელი შეიცავს ნეირონების მხოლოდ ორ შრეს: შემავალს და გამოშვალს (ნახ.1).

კოჰონენის ქსელის სწავლების პროცესში ქსელს შესასწავლელზე მიეწოდება მონაცემები, რის შემდეგაც ქსელი იწყებს გადაწყობას შემავალი მონაცემების კანონზომიერების მიხედვით.





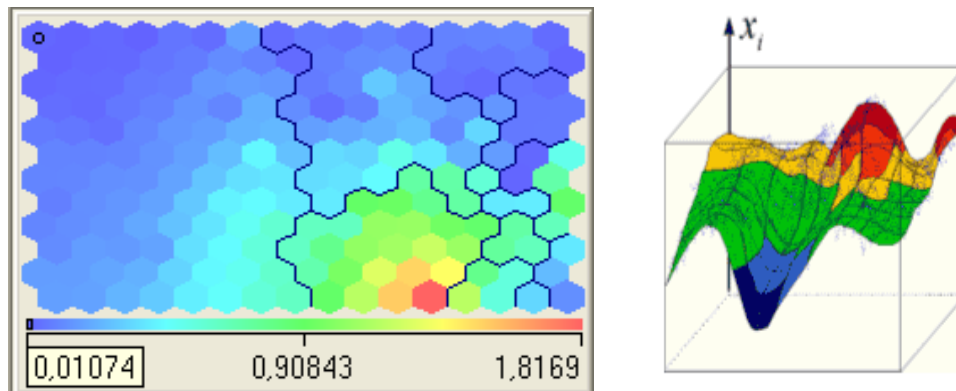
ნახ.1. კოპონენის ქსელი

სწავლების დროს, მონაცემების თანმიმდევრული გადაცემით ქსელის შესასვლელზე, განისაზღვრება გამარჯვებული ნეირონი (ნეირონი, რომლის წონის სკალარული ნამრავლი შესასვლელზე მიწოდებულ ვექტორთან მინიმალურია), რომელიც შემდეგში გამოიყენება მეზობელ ნეირონებში წონების განაწილების ცენტრად. ქსელის ასეთი სწავლება განიხილება როგორც „შეჯიბრებითი“ სწავლება. სწავლების არსია შესაბამისობაში ყოფნა შემავალ მონაცემებთან.

კოპონენის ალგორითმის იტერაციული მოდელი სრულდება რამდენიმე ეტაპად. თითოეულ შემავალ სიგნალზე ქსელში სასურველი გამომავალი სიგნალი არ განისაზღვრება. ქსელში შემავალი სინაპსური წონების ვექტორების საკმარისი რაოდენობის გაჩენის შემდეგ მას შეუძლია განსაზღვროს კლასტერი.

ალგორითმის მუშაობის შედეგად კლასტერის ცენტრი ექცევა იმ პოზიციაში, რომელიც აკმაყოფილებს კლასტერიზაციის შესასწავლ მაგალითს, რომლისთვისაც მოცემული ნეირონი არის „გამარჯვებული“. საჭიროა განისაზღვროს ნეირონების მეზობლობის ზომა, ანუ გამარჯვებული ნეირონის შემოგარენი [2].

თვითორგანიზებადი რუკების უნიკალურობა მდგომარეობს  $n$ -განზომილებიანი სივრცის ორ განზომილებაში გადაყვანის შესაძლებლობაში. კოპონენის ნეირონულ რუკებს განათავსებენ ორ განზომილებიანი მატრიცის სახით და აფერადებენ ნეირონების მიერ გაანალიზებული პარამეტრების წონის (მნიშვნელობის) მიხედვით (ნახ.2). ნეირონები რუკაზე გამოსახულია უჯრედების სახით და მიგნებადია კოორდინატებით.



ნახ.2. კოპონენის რუკა

ალგორითმის მუშაობის შედეგად ვლუბულობთ სამი ტიპის რუკას:

- ნეირონებზე შემავალი ინფორმაციის რუკა;
- ნეირონებიდან გამომავალი ინფორმაციის რუკა;
- სპეციალური რუკები.

რუკებს შორის არსებობს ურთიერთკავშირი, რადგან ყველა მათგანს აქვს ერთიდაიმავე ნეირონის სხვადასხვა შეფერილობა. თითოეულ მაგალითს შესწავლის სიმრავლიდან გააჩნია ერთი და იგივე განლაგება ზემოთ აღწერილ თითოეულ რუკაზე [3].

იმპერიალისტური შეჯიბრებითი ალგორითმი (ICA) ეფუძნება იმპერიალისტურ მეტოქეობას, სადაც ძლიერი სახელმწიფოები ქმნის კოლონიებს და ებრძვის სხვა ძლიერ სახელმწიფოებს ძალაუფლებისთვის. ალგორითმში, პირობითად, გამოიყენება შემდეგი ტერმინოლოგია:

- *ქვეყანა* - სახელმწიფო, რომელიც მონაწილეობს იმპერიალისტურ პაექრობაში, როგორც კოლონია ან როგორც იმპერია;
- *იმპერია* - სახელმწიფო, რომელიც ებრძვის სხვა სახელმწიფოებს კოლონიების მართვის უფლების მოსაპოვებლად;
- *კოლონია* - სახელმწიფო, რომელიც მოხვედრილია იმპერიის მმართველობის ქვეშ;
- *ქვეყნის ძალა (სიძლიერე)* - ქვეყნის ხელსაყრელი მდგომარეობა სხვა ქვეყნებთან შედარებით. მათემატიკური თვალსაზრისით ეს ნიშნავს ფუნქციის ოპტიმალური მნიშვნელობასთან სიახლოვეს [4].

### 3. მეთოდის აღწერა

თავდაპირველად ხდება ქვეყნების  $N_{pop}$  ზომის პოპულაციის გენერირება. შემდეგ ამ პოპულაციიდან ირჩევა  $N_{imp}$  რაოდენობის ყველაზე ძლიერი ქვეყნები იმპერიების შესაქმნელად. დარჩენილი  $N_{col}$  ქვეყნები კი გახდება იმპერიის კოლონიები. კოლონიების იმპერიებზე გადანაწილება ხდება იმპერიების სიძლიერის (ძალის) პროპორციულად. იმპერიის სიძლიერის გამოსათვლელად უნდა შემოვიტანოთ იმპერიის ნორმალიზებული წონა

$$C_n = c_n - \max_i \{c_i\} \quad (1)$$

სადაც  $C_n$  არის  $n$ -ური იმპერიის წონა. მას შემდეგ რაც ცნობილია იმპერიის ნორმალიზებული წონა, შეგვიძლია გამოვთვალოთ მისი ნორმალიზებული ძალა:

$$P_n = \left| \frac{C_n}{\sum_{i=1}^{N_{imp}} C_i} \right| \quad (2)$$

საწყის ეტაპზე იმპერიის ძალა განსაზღვრავს მისი კოლონიების პროცენტს მთელი პოპულაციიდან. შესაბამისად, იმპერიის კოლონიების რაოდენობა ინიციალიზაციის დროს იქნება:

$$N \cdot C_n = \text{round} \{P_n \cdot N_{col}\} \quad (3)$$

კოლონიების გადანაწილების შემდეგ, იმპერიის მთლიანი ძალა იქნება იმპერიის ძალას დამატებული თავისი კოლონიების პროცენტული ძალა:

$$\text{power}_n = \text{cost}(\text{imperialists}_n) + \varepsilon \text{mean}\{\text{cost}(\text{colonies of empires}_n)\} \quad (4)$$

მოდელის ინიციალიზაციის შემდეგ იმპერიები იწყებენ ბრძოლას ერთმანეთში, რათა დაიპყრონ მეტი კოლონიები. ეს ფაქტი მოდელირებულია კოლონიების მოძრაობაში და კოლონიის გადაადგილება  $X$  - ერთეულით არის ვექტორი, რომელიც მიმართულია იმპერიალისტისკენ.  $X$  არის შემთხვევითი რიცხვი, რომელიც მნიშვნელობას  $X \sim U(0, \beta \times d)$ , სადაც  $d$  არის მანძილი კოლონიასა და იმპერიალისტს შორის,  $\beta$  კი - რიცხვი, ყოველთვის მეტი ერთზე ( $\beta > 1$ ) [5].

როდესაც კოლონია მოხვდება ისეთ პოზიციაში, როცა მისი წონა აღემატება იმპერიალისტის წონას, ასეთ შემთხვევაში ისინი ცვლიან როლებს. პაექრობა მოდელირებულია შემდეგნაირად: ირჩევა ყველაზე სუსტი იმპერიის ყველაზე სუსტი კოლონია და იწყება ბრძოლა ამ კოლონიისათვის. თუ რომელი იმპერია მიითვისებს აღნიშნულ კოლონიას, თითოეული იმპერიისთვის უნდა გამოითვალოს ალბათობა ნორმალიზებულ საერთო ძალაზე დაყრდნობით.

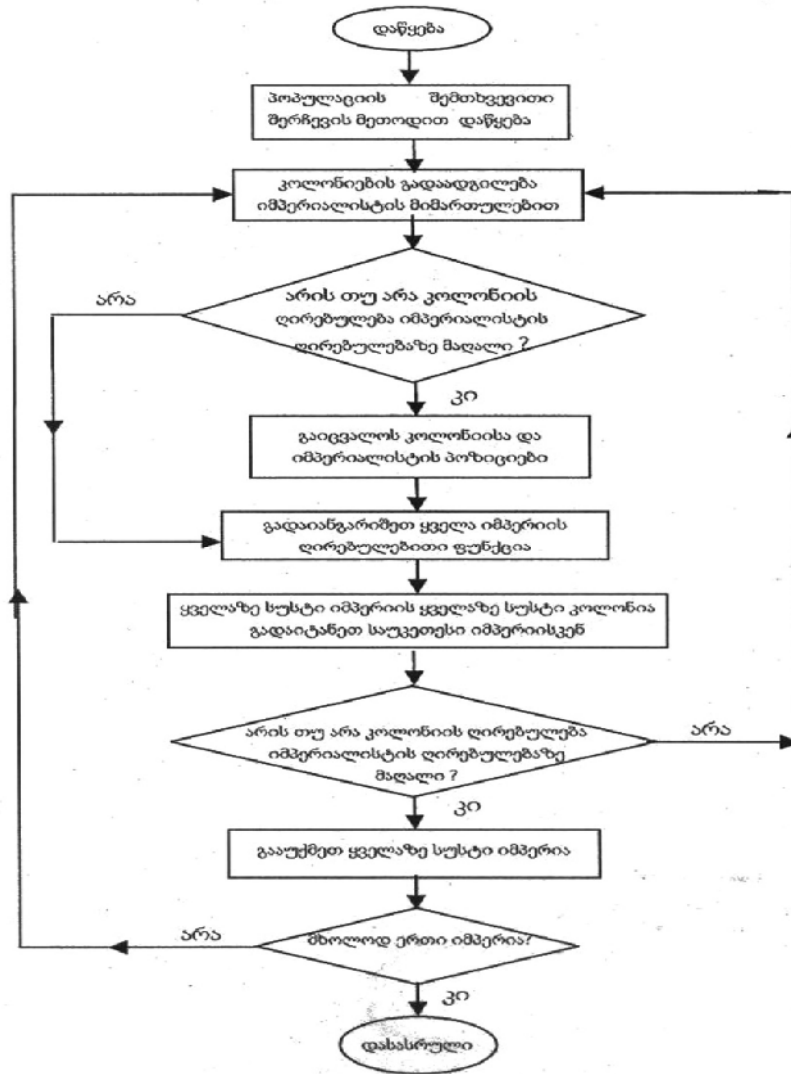
$$N.T.C_n = T.C_n - \max\{T.C_i\} \quad (5)$$

სადაც  $T.C_n$  და  $N.T.C_n$  არის  $n$ -ური იმპერიის საერთო და საერთო ნორმალიზებული წონები.

ალბათობა იმისა რომ კონკრეტული იმპერია დაიპყრობს კოლონიას, გამოითვლება ფორმულით:

$$P_{p_n} = \frac{N.T.C_n}{\sum_{i=1}^{N_{imp}} N.T.C_i} \quad (6)$$

ალგორითმის მუშაობის პროცესი გრძელდება მანამდე, სანამ ერთი, ყველაზე ძლიერი იმპერია არ დარჩება (ნახ.3) [6].



ნახ.3. ICA-ს ბლოკ-სქემა

### 3. დასკვნა

ამდენად, მოცემული ნაშრომის მიზანია საფინანსო ბაზრის რისკების პროგნოზირებისათვის ხელოვნური ინტელექტის არსებული თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით, კერძოდ კოპონენის თვითორგანიზებადი რუკების და იმპერიალისტური შეჯგობრებითი ალგორითმის, რომლებიც ეფუძნება ევოლუციურ გამოთვლებს. განხილული მიდგომები იძლევა ოპტიმალური გადაწყვეტილების საშუალებას არჩევანის განსაზღვრას და მნიშვნელოვნად ამაღლებს საფინანსო ბაზრის რისკების მართვის ეფექტურობას მიდგომების ანალიზისა და შემუშავებისათვის.

### ლიტერატურა:

1. Kervalishvili P., Meparishvili B., Janelidze G. (2009). Self-organization modelling Of Multi-Agent Systems. SynEnergy Forum (S.E.F.) -2 the conference for International Synergy in Energy, Environment, Tourism and Information Technology. Spetses, Greece.
2. ET-Map –A testbed of 110,000 Internet homepages from the entertainment section of Yahoo! Was gathered by an Internet Spider. An automatic indexing algorithm was applied to the homepages and a... multi- layered Kohonen SOM[was]created. <http://ai.eller.arizona.edu/research/dl/etspace.htm>.
3. Egge98J. (1998). Eggermont. Rule- Extraction and Learning in the BP-SOM Architecture. Leiden University. Internal Report IR-98-16 (Masters Thesis).
4. Jasour A.M., Atashpaz E., Lucas C. (2008). Vehicle Fuzzy Controller Design Using Imperialist Competitive Algorithm. Second First Iranian Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems. Tehran, Iran.
5. Atashpaz-Gargari E., Lucas C. (2007). Imperialist Competitive Algorithm: An Algorithm for Optimization Inspired by Imperialistic Competition. IEEE Congress on Evolutionary Computation (CEC2007). pp 4661-4667.
6. Atashpaz E., Hashemzadeh F., Rajabioun R., Lucas C. (2008,). Colonial competitive algorithm: a novel approach for PID controller design in MIMO distillation column process. Intl. Journal of Intelligent Computing and Cybernetics, Vol.1, Issue 3. pp.337 – 355.

## APPLICATION OF SOME EVOLUTIONARY ALGORITHMS IN RISK FORECAST

Qoroglishvili Tsiuri  
Georgian Technical University

### Summary

One of the principal tasks of risk management of modern financial market is forecasting of the financial market. The algorithms discussed in this Article make new direction of study, which are stochastic and heuristic methods based on population; these are the versions of evolutionary algorithms. In the searching space achievement of goal is provided consistently, evolutionally. Utilization of modern achievements of artificial intellect (artificial neural networks, evolutionary algorithms and etc.), significantly rise analyzing and forecasting of financial market.

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕКОТОРЫХ ЭВОЛЮЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ В ПРОГНОЗИРОВАНИИ РИСКОВ

Короглишвили Ц.  
Грузинский Технический Университет

### Резюме

Прогнозирование финансового рынка является одним из основных задач риск-менеджмента современного финансового рынка. Алгоритмы, обсужденные в статье - это новые направления стохастических и эвристических методов, построенных на популяции; это варианты эволюционных алгоритмов, в которых передвижение к цели в поисковом пространстве происходит постепенно, в процессе эволюции. Современные достижения в области искусственного интеллекта (искусственных нейронных сетей, эволюционные алгоритмы и т.д.) значительно повышает анализ и прогнозирование финансового рынка.

## 1024 ბიტის შიშვანული ბლოკის დაშიფვრის სიმეტრიული კრიპტოალგორითმი

ვასილ კუციავა, პაატა ჯონაძე, გიორგი გოგოლაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია მონაცემთა ბლოკის დაშიფვრის კრიპტოგრაფიული ალგორითმი, რომელშიც გამოიყენება ბიტების გაბნევისა და შერევის ორიგინალური მეთოდი. ალგორითმი სიმეტრიულია და იძლევა 1024 ბიტის შემცველ მონაცემთა ბლოკის დაშიფვრის საშუალებას შემთხვევითი ხასიათის მქონე 64 რაოდენობის თექვსმეტბიტიანი გასაღებების გამოყენებით. პირველი საიდუმლო გასაღები  $Z_1$ , რომლის მნიშვნელობა უცნობია მომსახურე პერსონალისათვის, ფორმირდება ალგორითმში მოყვანილი გარკვეული პროცედურების შესრულების შედეგად, ხოლო შემდეგი გასაღებების შემადგენლობები განისაზღვრება  $Z_{i+1}=D_i \oplus Z_i$  ( $i \in N, i = 1 \dots 64$ ) გამოსახულებით, სადაც  $D_i$  ღია ტექსტის 16 ბიტიანი სიტყვაა. შემდეგ ხდება ორი ბიტის შემცველი  $D_i$  ინფორმაციის შეცვლა  $Z_{i+1}$  გამოსახულებით და ამ უკანასკნელის შემადგენლობაში შემავალი ბიტების გაბნევა ალგორითმის მიხედვით. ყოველი შემდეგი 1024 ბიტის შემცველი მონაცემთა ბლოკის დაშიფვრისას პირველ საიდუმლო გასაღებს წარმოადგენს წინა ციკლის  $Z_{65}$  გასაღები. კორპორაციული ქსელის კავშირის ხაზში არ გადაიცემა დაშიფვრის პროცედურებში მონაწილე არცერთი პარამეტრის ნამდვილი მნიშვნელობა. ეს ალგორითმი გამოიჩინა კრიპტომედევობით და მაღალი სწრაფქმედებით.

**საკვანძო სიტყვები:** შედგენილი შიფრი. სიმეტრიული ალგორითმი. ეილერის ფუნქცია. ჭადრაკის დაფა. საიდუმლო გასაღები. კრიპტომედევობა. სწრაფქმედება.

### 1. შესავალი

შედგენილი შიფრები, რომლებიც მიიღება დასაშიფრ ღია ტექსტში შემავალი სიმბოლოების შესაბამისი ბიტების გაბნევისა და შერევის პრინციპების ერთობლივი გამოყენებით, ღია და დაშიფრული ტექსტების სტატისტიკური თვისებების ურთიერთკავშირების აღდენას ართულებს იმ დონემდე, რომ პრაქტიკულად შეუძლებელი ხდება დაშიფრავი საიდუმლო გასაღების მნიშვნელობის დადგენა მისი ცალკეული ნაწილების ცოდნის შემთხვევაშიც კი.

შედგენილი შიფრები გამოიყენება ისეთ კრიპტოალგორითმებში, როგორცაა: DES, IDEA, RC2, RC5, SAST, AES და სხვა ბლოკური ალგორითმები. ამ ალგორითმების „გატეხვა“ შესაძლებელია დაშიფრავი გასაღების ყველა მნიშვნელობის სრულად გადარჩევის გზით. ცხადია, რომ, რაც უფრო დიდია გასაღების სიგრძე, მით უფრო ძნელია ყველა შესაძლებელი ვარიანტის გადარჩევა. თანამედროვე ეტაპზე ბაზარზე გამოჩნდა FPGA და ASIC მიკროსქემები, რომლებსაც შეუძლია გასაღების მნიშვნელობების გადარჩევა, შესაბამისად 30 და 200 მილიონი ვარიანტი/წამისიჩქარით. ამასთან ამ მიკროსქემების ღირებულება შეადგენს რამდენიმე ათეულ დოლარს. დიდი ბიუჯეტის (10 მილიონ დოლარამდე) მქონე კორპორაციებს შეუძლია DES ალგორითმის, რომლის გასაღების ყველა მნიშვნელობათა რაოდენობა  $2^{56}$ -ის ტოლია, „გატეხვა“ FPGA და ASIC მიკროსქემების გამოყენებით 13 საათში, ხოლო სუპერ კომპიუტერების საშუალებით კი 6 წუთში [1]. ამის გამო DES სტანდარტის ნაცვლად გამოიყენება AES სტანდარტი, რომლის საიდუმლო გასაღების სიგრძეა 128, 192 ან 256 ბიტი, ხოლო დასაშიფრი ბლოკის კი 128 ბიტი.

ზემოაღნიშნულიდან გამომდინარე მიზანშეწონილად ჩავთვალეთ კორპორაციულ ქსელებში გადაცემული ინფორმაციის კონფიდენციალობის შესანარჩუნებლად ისეთი სიმეტრიული ალგორითმის შემუშავება, რომელიც მუშაობს გაცილებით დიდი გასაღებით და ამასთან გამოიჩინა მაღალი კრიპტომედევობით.

2. ბირთადი ნაწილი

შემუშავებული სიმეტრიული კრიპტოალგორითმით ხდება 1024 ბიტის შემცველი მონაცემთა ბლოკის დაშიფვრა. დასაშიფრი ინფორმაცია იყოფა 64 ჯგუფად ( $64 \cdot 16 = 1024$ ), თითოეული 16 ბიტისანი (ორ ბაიტისანი) ჯგუფი იკრიბება ორის მოდულით დაშიფვრავ 16 ბიტისან გასაღებთან და მიღებული 16 ბიტი ნაწილდება  $8 \times 8$  განზომილების მქონე 16 იდენტურ მატრიცაში (თითო ბიტი თითოეულ მატრიცაში). 64 პოზიციის დასანომრად პირობითად ავირჩიეთ ჭადრაკის დაფაზე (ნახ.1) მხედრის შემოვლის ჩაკეტილი მარშრუტი (მხედარი შემოვივლის ყველა უჯრას და, ამასთან,

8	37	62	43	56	35	60	41	50
7	44	55	36	61	42	49	34	59
6	63	38	53	46	57	40	51	48
5	54	45	64	39	52	47	58	33
4	1	26	15	20	7	32	13	22
3	16	19	8	25	14	21	6	31
2	27	2	17	10	29	4	23	12
1	18	9	28	3	24	11	30	5
	a	b	c	d	e	f	g	h

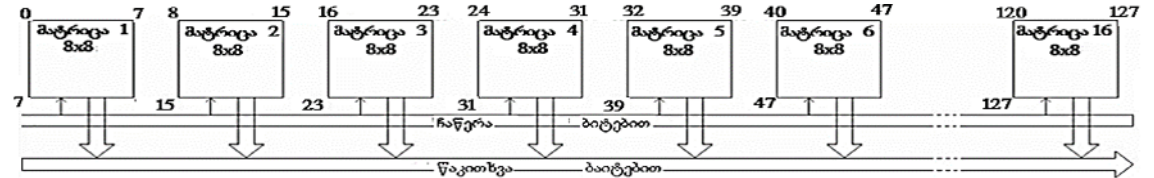
იგი თითოეულ უჯრაზე მხოლოდ ერთხელ მოხვდება), რომელიც აღმოაჩინა ცნობილმა მათემატიკოსმა ლეონარდო ეილერმა 1759 წელს [2,3]. ამ სურათიდან გამომდინარე მარშრუტის დასაწყისად შეიძლება ნებისმიერი უჯრის აღება. მაგალითად, თუ შემოვლის მარშრუტი სტარტს აიღებს 38 ნომრის მქონე უჯრიდან, მაშინ მარშრუტი დამთავრდება 37 ნომრის უჯრაზე (ნომრის მატებით გადაადგილებისას) ან 39 ნომრის უჯრაზე (ნომრის კლებით გადაადგილებისას).

ნახ.1.

16 ბიტის განაწილებისას ბიტების ნომრები შეიძლება არ დაემთხვეს მატრიცების ნომრებს, რადგან დაშიფვრის ალგორითმში გამოვიყენეთ მატრიცების განლაგების არჩევის 128 შემთხვევითი ვარიანტი (ვარიანტების საერთო რაოდენობა  $16!$ -ის ტოლია). კერძოდ, შევადგინეთ მატრიცების განლაგების 8 ქვეჯგუფი, თითოეული 16 ვარიანტით. პირველ ცხრილში ნაჩვენებია სამი ქვეჯგუფი ( $\aleph_0$ ,  $\aleph_2$  და  $\aleph_6$ ). დამუშავებული ალგორითმი ხასიათდება სიმარტივით და მაღალი კრიპტომედრობით (თითოეული 1024 ბიტისანი ბლოკი იღებს  $2^{1024}$  რაოდენობის მნიშვნელობიდან ერთ ერთს). დაშიფვრა სრულდება შემდეგი ორი ოპერაციის შესრულებით:

1. ორი ბაიტის შემცველი  $D_i$  ინფორმაციის შეცვლა  $Z_{i+1}$  გამოსახულებით, სადაც  $Z_{i+1}$  დაშიფვრის გასაღებია და  $Z_{i+1} = D_i \oplus Z_i$ . ამასთან, პირველი ციკლის (პირველი 1024 ბიტის დაშიფვრა) დასაწყისში  $Z_1$  გასაღები არის საიდუმლო  $Z_0$  გასაღები, ხოლო ყოველი შემდეგი ციკლის დასაწყისში კი წინა ციკლის  $Z_{65}$  გასაღები;

2.  $M_i$  ბლოკებში შემავალი ბიტების განაწილება 16 მატრიცაში და შემდეგ დაშიფვრული მიმდევრობის წაკითხვა. რადგან ყველა მატრიცა შეიცავს 128 (0-127) სტრიქონს და 128 (0-127) სვეტს, ამიტომ დაშიფვრის ყოველი ციკლის ბოლოს თითოეულ მატრიცაში ჩაწერილი 64 ბიტის წაკითხვა შეიძლება განხორციელდეს სტრიქონების ან სვეტების მიხედვით დაწყებული ნებისმიერი სტრიქონიდან ან სვეტიდან (ნახ.2), ამასთან, წაკითხვის პროცედურა შეიძლება შესრულდეს როგორც ნომრის მატებით, ისე კლებით.



ნახ.2

თითოეული მატრიცისათვის საწყისი პოზიციის (საწყისი ნომერი) და მატრიცაში ბიტების განაწილების მარშრუტის (ნომრის მატება ან კლება), მატრიცების განლაგების ვარიანტების (ქვეჯგუფისა და სტრიქონის ნომრის), სტრიქონების ან სვეტების მიხედვით წაკითხვის რეჟიმის, წასაკითხი სტრიქონის ან სვეტის საწყისი და შემდეგი ნომრის (მატება ან კლება) არჩევა ხდება პროგრამულად ციკლის დასაწყისში  $Z_1$  გასაღების შემაღვენლობიდან გამომდინარე.

ცხრ.1

ძვევეპუვიონი№	პარიანტიონი№	მატრიცევიონიშიმღვიპრობა
0	0	8,14,9,3,12,15,5,1,11,16,4,6,13,10,7,2
	1	14,1,16,8,2,9,4,3,11,13,6,12,7,10,5,15
	2	3,5,9,14,11,2,16,10,4,15,7,13,12,6,8,1
	3	11,1,5,12,16,9,14,2,6,15,3,8,13,10,4,7
	4	5,12,8,15,13,6,1,10,3,9,14,7,2,11,16,4
	5	16,13,4,7,3,10,9,12,15,5,11,12,8,6,1,14
	6	6,9,5,11,1,16,14,15,3,13,7,12,4,10,2,8
	7	4,8,13,6,15,2,11,9,16,1,10,7,14,3,12,5
	8	12,2,8,15,11,9,4,14,10,5,7,13,3,6,1,16
	9	15,11,1,7,13,6,9,10,4,16,8,3,12,2,5,14
	10	2,15,12,4,11,7,6,16,8,13,5,1,10,9,14,3
	11	7,10,2,15,4,8,9,1,14,11,6,16,12,5,3,13
	12	10,15,1,9,12,6,5,16,4,13,8,3,14,7,2,11
	13	9,13,4,1,6,14,5,2,10,16,3,8,11,15,7,12
	14	12,3,7,15,14,1,16,13,5,10,2, 9,4,11,8,6
15	13,15,1,8,7,4,6,10,12,3,11,5,2,16,14,9	
2	0	13,1,8,6,10,4,12,14,2,16,11,5,15,9,7,3
	1	2,5,7,11,14,13,9,1,15,6,16,10,3,8,12,4
	2	5,3,9,7, 2,13,15,12,4,14,10,16,1,11,6,8
	3	7,10,1,16,5,3,11,15,13,12,2,14,8,4,9,6
	4	1,8,5,9,11,16,15,3,7,14,4,6,12,10,2,13
	5	4,10,14,13,8,15,1,12,2,6,11,7,3,16,9,5
	6	14,4,13,1,12,10,3,5,11,8,15,16,6,9,7,2
	7	9,14,3,8,15,10,4,11,6,1,13,5,7,2,12,16
	8	6,9,4,16,2,5,14,8,15,13,1,12,11,10,3,7
	9	3,6,7,10,1,9,13,2,12,15,8,11,4,16,14,15
	10	14,2,5,7,15,11,13,16,9,4,6,1,12,3,8,10
	11	8,5,16,3,9,15,2,13,14,11,10,7,6,1,4,12
	12	11,9,8,4,12,1,7,14,3,15,2,16,10,13,6,5
	13	13,6,10,7,4,15,12,16,1,14,9,3,11,2,5,8
	14	12,7,2,5,3,10,15,11,13,16,6,4,8,14,1,9
15	16,5,9,14,7,12,1,4,15,3,8,2,11,6,10,13	
6	0	5,2,11,13,9,8,16,4,7,15,10,14,6,3,12,1
	1	7,14,16,4,10,5,9,3,15,11,6,8,1,13,2,12
	2	1,11,3,15,6,7,4,12,10,5,8,16,14,9,2,13
	3	4,16,7,1,10,15,6,8,5,14,2,13,9,12,3,11
	4	3,12,15,9,4,14,6,5,16,8,2,7,13,11,1,10
	5	11,9,13,5,6,1,3,10,2,4,16,12,7,15,8,14
	6	2,13,8,7,1,4,15,11,9,3,5,14,10,6,12,16
	7	15,8,12,16,7,4,13,3,11,14,2,9,5,6,1,10
	8	6,16,13,8,4,10,9,1,15,7,5,12,3,14,11,2
	9	9,15,5,7,14,16,2,12,1,6,11,13,8,10,4,3
	10	13,10,1,5,12,7,4,3,16,6,2,14,11,9,8,15
	11	8,1,16,3,4,2,9,15,11,5,13,10,12,6,14,7
	12	10,12,7,1,16,5,4,14,13,11,9,2,15,8,3,6
	13	12,7,6,14,2,8,15,9,4,1,10,16,13,3,11,5
	14	14,6,11,15,1,7,4,8,2,13,3,5,10,16,12,9
15	16,5,13,10,4,9,3,12,15,7,6,11,1,8,2,14	

**პირველი ციკლის  $Z_1$  გასაღების დასაფორმირებელი  $Z_0$  გასაღების მიღების ალგორითმი.**

კორპორაციული ქსელის ორი მომხმარებელიდან (პირობითად **A** და **B**), თუ **A** ინფორმაციის გადაცემა, ხოლო **B** კი მიმღები, მაშინ **B** აგზავნის **A**-სთან ორი დიდი **P<sub>0</sub>** და **Q<sub>0</sub>** მარტივი რიცხვების ნამრავლს  $N_0 = P_0 \cdot Q_0$  (თითოეული თანამრავლი ოთხთანრიგია ათობით რიცხვად **P<sub>0</sub>** **Q<sub>0</sub>**). ამასთან, **P<sub>0</sub>** და **Q<sub>0</sub>** მარტივი რიცხვების შემთხვევითი არჩევა ხდება მარტივი რიცხვების ბაზიდან (მომსახურე პერსონალმა არ იცის არჩეული რიცხვების მნიშვნელობები). **A** მომხმარებელი **N<sub>0</sub>** რიცხვიდან ალაღვენს **P<sub>0</sub>** და **Q<sub>0</sub>** რიცხვებს. ამ რიცხვების მნიშვნელობების ცოდნა უზრუნველყოფს **A** და **B** მომხმარებლების პარალელურ მუშაობას ერთი დამატევი ალგორითმით საილუმლო გასაღების მისაღებად. კერძოდ:

1. გამოითვლება: ა)  $\varphi_0(N_0) \bmod 10$  და ბ)  $\varphi_0(N_0) \bmod 15$  მნიშვნელობები.
2. განისაზღვრება **P<sub>1</sub>** და **Q<sub>1</sub>** რიცხვების ერთეული განათანრიგ შიგანთავსებული **a** და **b** ციფრებისაგან შედგენილი (**a, b**) წყვილი. ცხადია, რომ  $a \in \{1, 3, 7, 9\}$  და  $b \in \{1, 3, 7, 9\}$ .
3. მე-2 ცხრილში განთავსებული მარტივი რიცხვების დაბოლოებების თექვსმეტი ვარიანტისგან შედგენილი ( $1, 1; 1, 3; 1, 7; 1, 9; 3, 1; 3, 3; 3, 7; 3, 9; 7, 1; 7, 3; 7, 7; 7, 9; 9, 1; 9, 3; 9, 7; 9, 9$ ) ხუთი განსხვავებული ქვეჯგუფიდან (ქვეჯგუფების რაოდენობა 16!-ის ტოლია) შეირჩევა ერთ-ერთი ქვეჯგუფი მე-2 პუნქტში გამოთვლილი  $\varphi_0(N_0) \bmod 10$  შედეგის მიხედვით. რადგან ელერის ფუნქციის მნიშვნელობა უწირიცხვია, ამიტომ გამოთვლით მიიღება 0, 2, 4, 6 და 8 რიცხვებიდან ერთ-ერთი. ამ რიცხვებით ხდება ათობით მატრიცაში ქვეჯგუფის ნომრის განსაზღვრა ( $0 \rightarrow 1, 2 \rightarrow 2, 4 \rightarrow 3, 6 \rightarrow 4, 8 \rightarrow 5$ ).  $\varphi_0(N_0) \bmod 15$ -ის შედეგის მიხედვით (შესაძლებელია 15 მთელი რიცხვის მიღება 0-დან 14-ის ჩათვლით) განისაზღვრება ქვეჯგუფის სტრიქონის ნომერი.

ცხრ.2

ვარიანტის №	ქვეჯგუფი №1	ქვეჯგუფი №2	ქვეჯგუფი №3	ქვეჯგუფი №4	ქვეჯგუფი №5
0	3,1	1,3	9,9	9,1	1,7
1	7,9	3,7	1,1	1,3	9,9
2	1,7	1,9	7,3	3,7	7,7
3	9,3	3,9	3,9	1,9	3,3
4	7,1	7,3	7,7	9,7	3,1
5	3,7	9,3	3,1	7,9	7,3
6	1,9	1,1	7,9	7,1	9,3
7	9,7	1,7	1,7	3,9	1,1
8	1,3	9,9	9,3	7,3	7,9
9	9,1	7,7	7,1	9,3	1,9
10	3,3	3,3	3,7	1,1	3,9
11	9,9	3,1	1,9	1,7	9,1
12	1,1	9,7	9,7	9,9	1,3
13	7,3	9,1	1,3	7,7	3,7
14	3,9	7,9	9,1	3,3	7,1
15	7,7	7,1	3,3	3,1	9,7

ეს მატრიცა და 8x8 მატრიცების განლაგების ქვეჯგუფები ალგორითმის საილუმლო გასაღებებია და მათი შემადგენლობა ცნობილი უნდა იყოს მხოლოდ კორპორაციულ ქსელში ჩართული მომხმარებლებისთვის. ალგორითმის კრიპტომედეგობის გასაზრდელად მიზანშეწონილია ამ მატრიცის და მატრიცების განლაგების ქვეჯგუფების შემადგენლობათა ცვლილება დროის გარკვეული პერიოდის გასვლის შემდეგ.

სტრიქონის შერჩევისას (**a, b**) წყვილის შესაბამისი კომბინაცია დროებით გადადის ქვეჯგუფის ბოლო მე-15 სტრიქონში გამეორების გამოსარიცხად.

განვიხილოთ ორი შემთხვევა:



$$1. \text{ვთქვათ } P_0 = 4261, Q_0 = 2819, N_0 = P_0 \cdot Q_0 = 4261 \cdot 2819 = 12011759, (a, b) \quad (1,9),$$

$$i_0(N_0) = (P_0 - 1) \cdot (Q_0 - 1) = 4260 \cdot 2818 = 12004680;$$

$$i_0(N_0) \bmod 10 = 12204680 \pmod{10} = 0; \quad i_0(N_0) \bmod 15 = 12204680 \pmod{15} = 0.$$

ე.ი. ცხრილი 2-დან შეირჩევა პირველი ქვეჯგუფი და ნულოვან სტრიქონში განთავსებული (c,d) წყვილი, რომელიც არის (3,1).

$$2. \text{თქვათ } P_0 = 4273, Q_0 = 3217, N_0 = 4273 \cdot 3217 = 13746241, (a, b) \quad (3,7),$$

$$i_0(N_0) = 4272 \cdot 3216 = 13738752;$$

$$i_0(N_0) \bmod 10 = 13738752 \pmod{10} = 2; \quad i_0(N_0) \bmod 15 = 13738752 \pmod{15} = 12.$$

მე-2 ქვეჯგუფისა და მე-12 სტრიქონში (მე-13 სტრიქონი ხდება მე-12 სტრიქონი, რადგან პირველი სტრიქონი გადადის ბოლოში) განთავსებული (c,d) წყვილი, რომელიც არის (9,1).

5. განისაზღვრება სალიმარტივი  $P_1$  და  $Q_1$  რიცხვები შემდეგი თანაფარდობებით:

$P_1 = P_0 + c - a + 100$  და  $Q_1 = Q_0 + d - b + 100$ , სადა  $c, d \in \mathbb{N}$  და იცვლება ერთიდან ზემოთ მანამ, სანამ თითოეული რიცხვი არ გასდებამარტივი. განხილული პირველი მაგალითის შემთხვევაში:  $P_1 = P_0 + c - a + 100 = 4261 + 3 - 1 + 100 = 4263 + 100$ , როცა  $c = 1$ , მაშინ  $P_1 = 4363$  და ეს რიცხვი მარტივია;  $Q_1 = Q_0 + d - b + 100 = 2819 + 1 - 9 + 100 = 2811 + 100$ , როცა  $d = 2$ , მაშინ  $Q_1 = 3011$  და ეს რიცხვი მარტივია.

მეორე მაგალითის შემთხვევაში:  $P_1 = P_0 + c - a + 10 = 4273 + 9 - 3 + 100 = 4279 + 100$ , როცა  $c = 4$ , მაშინ  $P_1 = 4679$  და ეს რიცხვი მარტივია;  $Q_1 = Q_0 + d - b + 100 = 3217 + 1 - 7 + 100 = 3211 + 100$ , როცა  $d = 3$ , მაშინ  $Q_1 = 3511$  და ეს რიცხვი მარტივია.

6. გამოთვლილი  $P_1$  და  $Q_1$  რიცხვები წარმოიდგინებთან ორობით სისტემაში, ჩამოშორდებით ბოლო მარჯვენა თითო ბიტი და თითოეულის რვა ბიტის (მარჯვნიდან მარცხნივ) ერთმანეთის გვერდით მიწერით მიღება საწყისი საიდუმლო გასაღები  $Z_0$ . განხილული მაგალითების შემთხვევაში გვექნება:

$$1. P_1 = 4363 = 10001000010111B \quad -10000101, \quad Q_1 = 3011 = 1011110000111B \quad -11100001 \text{ და } Z_0 = 1000010111100001.$$

$$2. P_1 = 4679 = 10010010001111B \quad -00100011, \quad Q_1 = 3511 = 110110110111B \quad -11011011 \text{ და } Z_0 = 0010001111011011.$$

როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ  $Z_1$  გასაღების შემადგენლობით ხდება დაშიფვრის პროცესის მართვა. კერძოდ, თუ  $Z_1 - K_1 K_2 K_3 K_4 K_5 K_6 K_7 K_8 K_9 K_{10} K_{11} K_{12} K_{13} K_{14} K_{15} K_{16}$ , სადაც  $K_i$   $Z_1$  გასაღების  $i$ -ური ბიტია, მაშინ:  $K_3 K_9 K_{14}$ -ის შესაბამისი ათობითი რიცხვი განსაზღვრავს მატრიცების განლაგების ქვეჯგუფის ნომერს;  $K_2 K_7 K_{11} K_{15}$ -ის შესაბამისი ათობითი რიცხვი ქვეჯგუფში სტრიქონის ნომერს;  $K_4 K_5 K_6 K_{10} K_{12} K_{13}$ -ის შესაბამისი ათობითი რიცხვი გადიდებული ერთით მატრიცებში  $Z_2$  ბაიტის ბიტების ჩაწერის საწყის ნომერს (რადგან მატრიცის უჯრების დანომვრა იწყება 1-დან), ამასთან თითოეულ მატრიცაში მარშრუტის მიმართულება განისაზღვრება  $Z_1$  გასაღების შესაბამისი ბიტის დონით (1-მატება, 0-კლება). ე.ი. თუ  $K_1=1$  და  $K_7=0$ , მაშინ პირველ მატრიცაში მარშრუტი გრძელდება ნომრის მატებით, ხოლო მეშვიდე მატრიცაში კინომრის კლებით;  $K_1 \oplus K_{16} = 1$ - მატრიცებიდან წაკითხვა სტიქონებით, ხოლო  $K_1 \oplus K_{16} = 0$  წაკითხვა სვეტებით;  $K_3 K_6 K_8 K_{11} K_{13} K_{15} K_{16}$ -ის შესაბამისი ათობითი რიცხვი განსაზღვრავს პირველად წასაკითხი სტრიქონის ან სვეტის ნომერს, ამასთან, თუ  $K_5 \oplus K_{14} = 1$  - წაკითხვა ნომრის მატებით, ხოლო, თუ  $K_5 \oplus K_{14} = 0$  - წაკითხვა ნომრის კლებით.

ზემოთ მიღებული  $Z_1$  გასაღების პირველი მნიშვნელობის შემთხვევაში:

$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	$K_7$	$K_8$	$K_9$	$K_{10}$	$K_{11}$	$K_{12}$	$K_{13}$	$K_{14}$	$K_{15}$	$K_{16}$
1	0	0	0	0	1	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1

$K_3K_9K_{14}-010=2$ - მატრიცების განლაგების ქვეჯგუფის ნომერია 2;  $K_2K_7K_{11}K_{15}-0010=2$ - ქვეჯგუფში სტრიქონის ნომერი 2 (მატრიცების განლაგებაა 5,3,9,7,2,13,15,12,4,14,10,16,1,11,6,8);  $K_4K_5K_6K_{10}K_{12}K_{13}-001100$ -მატრიცებში  $M_1$  ბაიტის პირველი ბიტის ჩაწერის საწყისი ნომერი  $12+1=13$  (ამასთან, 1-5, 6-13, 8-12, 9-4, 10-14, 11-10, 16-8 მატრიცებში მარშრუტი გრძელდება ნომრის მატებით, ხოლო 2-3, 3-9, 4-7, 5-2, 7-15, 12-16, 13-1, 14-11, 15-6 მატრიცებში კი კლებით);  $K_1 \oplus K_{16} = 1 \oplus 1 = 0$ -მატრიცებიდან წაკითხვა სვეტებით;  $K_3K_6K_8K_{11}K_{13}K_{15}K_{16}-0111001$ -პირველად წასაკითხი სვეტის ნომერი 57;  $K_5 \oplus K_{14} = 0 \oplus 0 = 0$ -წაკითხვა ნომრის კლებით.

$Z_1$  გასაღების მეორე მნიშვნელობის შემთხვევაში:

$K_1$	$K_2$	$K_3$	$K_4$	$K_5$	$K_6$	$K_7$	$K_8$	$K_9$	$K_{10}$	$K_{11}$	$K_{12}$	$K_{13}$	$K_{14}$	$K_{15}$	$K_{16}$
0	0	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	1	0	1	1

$K_3K_9K_{14}-110=6$ -მატრიცების განლაგების ქვეჯგუფის ნომერია 6;

$K_2K_7K_{11}K_{15}-0101=5$ - ქვეჯგუფში სტრიქონის ნომერი 5 (მატრიცების განლაგებაა 11, 9, 13, 5, 6, 1, 3, 10, 2, 4, 16, 12, 7, 15, 8, 14);

$K_4K_5K_6K_{10}K_{12}K_{13}-000111$  მატრიცებში  $M_1$  ბაიტის პირველი ბიტის ჩაწერის საწყისი ნომერი  $7+1=8$  (ამასთან, 3-13, 7-3, 8-10, 9-2, 10-4, 12-12, 13-7, 15-8, 16-14 მატრიცებში მარშრუტი გრძელდება ნომრის მატებით, ხოლო 1-11, 2-9, 4-5, 5-6, 6-1, 11-16, 14-15 მატრიცებში კი კლებით);

$K_1 \oplus K_{16} = 0 \oplus 1 = 1$ -მატრიცებიდან წაკითხვა სტრიქონებით;

$K_3K_6K_8K_{11}K_{13}K_{15}K_{16}-1010111$ -პირველად წასაკითხი სტრიქონის ნომერი 87;

$K_5 \oplus K_{14} = 0 \oplus 0 = 0$ -წაკითხვა ნომრის კლებით.

თითოეულ ციკლში წაკითხული ინფორმაციის ყოველი ოთხი ბიტი წარმოიდგინება თექვსმეტობითი თვის სისტემით (მიიღება 256 სიმბოლო) და ასეთი სახით მიღებული მთლიანი შიფრტექსტი, რომელიც შედგება 256-ი სიმბოლოსგან (ი ციკლების რაოდენობაა, რომელიც განისაზღვრება დასაშიფრი ბაიტების საერთო რაოდენობის გამომსახველი რიცხვის გაყოფით 128-ზე, დამრგვალებული უახლოეს მთელ რიცხვამდე მეტობით) გადაიცემა მიმღებისაკენ.

### 3. დასკვნა

ჩვენს მიერ შემუშავებულ ალგორითმს აქვს შემდეგი ღირსებები: დაშიფრის ყოველ ციკლში იშიფრება 1024 ბიტის (128 ბაიტის) შემცველი მიმღევრობა, ყოველ ციკლში მონაწილეობს შემთხვევითი შემადგენლობის მქონე 1024 ბიტის სიგრძის გასაღები, გასაღების მნიშვნელობის ფორმირებაში მონაწილეობას იღებენ ღია ტექსტის მონაცემები, მატრიცებში ბიტების განლაგების და მატრიცებიდან მათი წაკითხვის თანმიმდევრობას აქვს შემთხვევითი ხასიათი, დაშიფრისა და გაშიფრის პროცედურებისათვის რთული კვანძების არ საჭიროება განაპირობებს ალგორითმის ადვილად გადაწყობის შესაძლებლობას.

ალგორითმი გამოირჩევა სწრაფქმედებით, კრიპტოგრაფიული მედეგობით (კავშირის ხაზში არ გადაიცემა დაშიფრისა და გაშიფრის პროცედურებში მონაწილე არც ერთი პარამეტრი, ახალი მარტივი რიცხვების დაბოლოებების განმსაზღვრელი ცხრილის და მატრიცების განლაგების ჯგუფების შემადგენლობა იცვლება დროის გარკვეული პერიოდის გასვლის შემდეგ); ერთმანეთის მიყოლებით განმეორებადი 1024 ბიტის შემცველი მიმღევრობების დაშიფრისას მიიღება განსხვავებული შიფრტექსტები.

**ლიტერატურა:**

1. Соколов А. Б., Маньгин В.Ф. (2002). Защита информации в распределенных корпоративных системах. М., ДМК Процесс.
2. კუციავა ვ., კახაბე გ., ლიაკონიძე ქ. (2005). ინფორმაციის დაცვა. თბილისი. "ტექნიკური უნივერსიტეტი".
3. Куцава В.А., Джохадзе П.Д., Гоголадзе Г.Н. (2013). Алгоритм шифрования данных. Georgian Engineering News, №2, с.9-13.

**SYMMETRICAL CRYPTOALGORITHM FOR ENCODING  
1024 BIT LONG BLOCK**

Kutsiava Vasili, Jokhadze Paata, Gogoladze Georgi  
Georgian Technical University

**Summary**

The paper reviews cryptographic algorithm for encoding data block, which uses original method of bits displacement and diffusion. Algorithm is symmetrical and allows encoding the 1024 bit long blocks using 64 random 16 bit long key. The first secret key  $Z_1$ , which value is unknown for service personnel, is formed as a result of performing certain procedures given in the algorithm, whereas, the value of each next key is defined by  $Z_{i+1}=D_i \oplus Z_i (i = 1 \dots 64)$  formula, where  $D_i$  is 16 bit long word of an open text. After that  $D_i$  information, containing 16 bites, is substituted by  $Z_{i+1}$  and the bits included in the latter are diffused by the algorithm. The first secret key is the previous cycle's  $Z_{65}$  key in encoding every next 1024 bit long data block. Corporate network connection line does not transfer any real value of parameter, which is used in encoding procedures. The proposed algorithm is robust and fast.

**СИММЕТРИЧНЫЙ КРИПТОАЛГОРИТМ ШИФРОВАНИЯ БЛОКА ДАННЫХ,  
СОДЕРЖАЩЕГО 1024 БИТА**

Куцава В.А., Джохадзе П.Д., Гоголадзе Г.Н.  
Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Рассмотрен криптографический алгоритм для шифрования блока данных, в котором используется оригинальный метод смещения и размещения битов. Алгоритм является симметричным и позволяет шифровать блоки данных содержащих 1024 бита при помощи шестидесятичетырех 16-битных случайных ключей. Первый секретный ключ  $Z_1$ , значение которого неизвестно обслуживающему персоналу, формируется после выполнения определенных процедур, приведенных в алгоритме, а составы последующих ключей определяются при помощи выражения  $Z_{i+1}=D_i \oplus Z_i (i = 1 \dots 64)$ , где  $D_i$  16-битовое слово открытого текста. Далее происходит замена двухбайтовой информации  $D_i$  выражением  $Z_{i+1}$  и размещение входящих в него битов по алгоритму. Первым секретным ключом при шифровании каждого последующего блока данных, содержащего 1024 бит, является ключ  $Z_{65}$  предыдущего цикла. В линии связи корпоративной сети не передаются действительные значения ни одного параметра, применяемого в процедурах шифрования. Предложенный алгоритм характеризуется стойкостью и высоким быстродействием.

## ინფორმაციის დაცვის მეთოდის დამუშავება საშუალო არითმეტიკულის გამოყენებით

გულნარა კოტრიკაძე, ნანული დანელია, გიორგი თაზიაშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

კრიპტოგრაფიაში არსებულ მეთოდებზე დაყრდნობით, შევიმუშავეთ ახალი მეთოდი, რომელშიც გარკვეული კანონზომიერებით ჩადებულია ქართული ანბანის ნუმერაცია ღია გასაღების სახით. საიდუმლო გასაღები გამოითვლება საშუალო არითმეტიკულის გამოყენებით. ამგვარად, გამოყენებულია როგორც ღია, ასევე საიდუმლო გასაღები, რომელსაც კანონიერი მომხმარებლები იღებენ გამოთვლების საფუძველზე ღია გასაღების გამოყენებით, ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად. გამოვთვალეთ სიმრავლე, ალბათობა და საიმედოობა, ანუ დავადგინეთ მეთოდის მედეგობა.

**საკვანძო სიტყვები:** კრიპტოგრაფია. საშუალო არითმეტიკული. მედეგობა.

### 1. შესავალი

კრიპტოგრაფიას დიდი ხნის ისტორია აქვს, თუმცა მისი თეორიული საფუძვლები, მხოლოდ XX საუკუნის პირველი ნახევრის ბოლოს იყო ჩამოყალიბებული კ. შენონისა და სხვა ავტორთა ნაშრომებში [1]. კრიპტო ... (ბერძნ. Kryptos - საიდუმლო, ფარული) ... გრაფია (ბერძნ. graho - ვწერ, ვხატავ, ვხაზავ) რთული სიტყვის ნაწილებია, ხოლო სიტყვა კრიპტოგრაფია (კრიპტო... და ... გრაფია) პირობითი საიდუმლო ნიშნებით წერას ნიშნავს [2].

კრიპტოგრაფია გახდა ერთ-ერთი ძირითადი საშუალება საიდუმლოების დასაცავად, საიმედოობისა და კონტროლისათვის, ელექტრონული გადარიცხვებისათვის, ორგანიზაციების დაცვისა და სხვა მრავალ სფეროში. რისთვის არის საჭირო ინფორმაციის დაცვა? რისი გაკეთება შეუძლია ინფორმაციის გამტაცებელს „ჰაკერი“? მას შეუძლია შეცვალოს ინფორმაცია თავისი მიზნებისათვის, გაიფართოვოს თავისი კანონიერი უფლებამოსილებანი, გაიგოს, ვის რა ინფორმაციასთან აქვს შეხება, შეუშალოს ხელი მომხმარებლებს შორის ინფორმაციის გაცვლას. კრიპტოგრაფია საიდუმლოს შენახვის მეცნიერებაა. კრიპტოანალიზი კოდის გატეხვის ხელოვნებაა, ე.ი. წერილის აღდგენა გასაღების წინასწარი ცოდნის გარეშე. კრიპტოგრაფიაში მომუშავე ადამიანებს კრიპტოგრაფები ეწოდებათ, ხოლო კრიპტოანალიზში მომუშავეებს - კრიპტოანალიტიკოსები [3].

### 2. ძირითადი ნაწილი

ინფორმაციის დასაცავად, სანამ შევიმუშავედით ახალ მეთოდს, შევისწავლეთ არსებული მეთოდები, მათი მახასიათებლები და საიმედოობის ხარისხი. ზოგიერთ არსებულ მეთოდებში აღმოვაჩინეთ გარკვეული ნაკლოვანებები. მაგალითად როგორიცაა: უკუპროცესი (დაშიფრული ინფორმაციიდან საწყისამდე მისასვლელად უკუგზა არ უნდა არსებობდეს იგივე გზით და იგივე გასაღებით), დამოკიდებულება (დაშიფრულ ინფორმაციაში ყოველი მომდევნო არ უნდა იყოს დამოკიდებული წინა მონაცემებზე, რასაც იწვევს გასაღებში შემავალი პარამეტრების დამოკიდებულება). გარდა ამისა ზოგიერთი მეთოდები, იმ პირობების გათვალისწინებით, რომლებიც ცნობილია, ყოველთვის არ სრულდება, ანუ გარკვეული შეზღუდვებია საჭირო, რაც კიდევ უფრო უმარტივებს ინფორმაციის გამტაცებელს გაშიფრის პროცესს [4].

განვიხილეთ მრავალი ვარიანტი და ბოლოს მივიღეთ შემდეგი მეთოდი. გასაღების მიღების პროცესი: ავიღოთ ქართული ანბანი და დავნომროთ რიგითობით. მივიღეთ ერთი სტრიქონი 33 ციფრისაგან შემდგარი თანმიმდევრობით ჩაწერილი. შემდეგ ავიღეთ მეორე სტრიქონი და ჩაწერა ვაწარმოეთ ერთი პოზიციის წანაცვლებით, ანალოგიურად მოვიქეცით მესამე სტრიქონის შემთხვევაშიც და ა.შ. ანალოგიური გზით ჩავწერეთ 33 სტრიქონი, მივიღეთ 33/33-ზე კვადრატული მატრიცა, დიაგონალზე ერთიდაიგივე ციფრებისაგან შემდგარი (ნახ.1).

ო	ა	ბ	გ	დ	ე	ვ	ზ	თ	ი	კ	ლ	მ	ნ	ო	პ	ჟ	რ	ს	ტ	უ	ფ	ქ	ღ	ყ	შ	ჩ	ც	ძ	წ	ჭ	ხ	ჯ	ჰ	ჲ	ჳ		
ა	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33				
ბ	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28
გ	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27
დ	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26
ე	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25
ვ	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24
ზ	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23
თ	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22
ი	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21
კ	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20
ლ	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19
მ	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18
ნ	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17
ო	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16
პ	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15
ჟ	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14
რ	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13
ს	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12
ტ	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11
უ	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10
ფ	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9
ქ	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8
ღ	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7
ყ	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6
შ	25	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5
ჩ	26	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4
ც	27	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3
ძ	28	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2
წ	29	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1
ჭ	30	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	
ხ	31	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1		
ჯ	32	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1			
ჰ	33	32	31	30	29	28	27	26	25	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1				

**ნახ.1. ყველასათვის ცნობილი ღია გასაღები.**

საბოლოო ჯამში მივიღეთ ქართულ ანბანზე აგებული ღია გასაღები და მიღებული მატრიცა განვაცხადეთ, ანუ ყველასათვის ცნობილია. აღნიშნული ღია გასაღების გამოყენებით კანონიერი მომხმარებლები, ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად, ითვლიან საიდუმლო გასაღებს, გარკვეული კანონზომიერების საფუძველზე, რომელიც მდგომარეობს შემდეგში: მატრიცა უნდა დაეფიციკალირებოდეს 4/4-ზე, რომელიც შესაბამისად შეიცავს 16 ელემენტს, მიიღება 64 ასეთი კვადრატი. ცალკეული კვადრატებიდან უნდა გამოვთვალოთ საშუალო არითმეტიკული, მიიღება 4 კვადრატი 16-16 ციფრისაგან შემდგარი. ე.ი. სულ 64 ციფრი და ამ კვადრატების კვეთაზე მიიღება კიდევ 65-ე საერთო ციფრი (ნახ.2).

გასაღების მიღების პროცედურა: მიღებული საშუალო არითმეტიკულის (ნახ.2) კვადრატებიდან პირველ კვადრატის პირველ ელემენტს დავუმატებთ ერთს, შემდეგ მეორეს - ორს და ასე თანმიმდევრობით, ვიღებთ გასაღების პირველ კვადრატს. მეორე კვადრატის ელემენტებს ვუმატებთ მიღებული კვადრატის ელემენტებს პოზიციების მიხედვით თანმიმდევრობით და ვიღებთ გასაღების მეორე კვადრატს. რაც შეეხება მესამე და მეოთხე კვადრატებს, შეიძლება მივიღოთ ორი გზით: 1. რადგან თავდაპირველ ღია გასაღებში (ნახ.1) და ასევე საშუალო არითმეტიკულის კვადრატებში (ნახ.2) გვაქვს დიაგონალზე ერთიდაიგივე ელემენტები, ანალოგიურად პირველ და მეორე ცხრილში შემავალ ციფრებს უნდა შეიცავდეს ასევე მესამე და მეოთხე კვადრატებიც, ამიტომ მათი თანმიმდევრობის შებრუნებით დიაგონალზე, მიიღება მესამე და მეოთხე კვადრატები. 2. საშუალო არითმეტიკულის (ნახ.2) მეოთხე კვადრატის ელემენტებს, ქვედა მარჯვენა კუთხიდან, დაწყებული დავუმატოთ პირველ ციფრს ერთი, მეორეს - ორი და ა.შ. შესაბამისი თანმიმდევრობით, მივიღებთ მეოთხე კვადრატს. საშუალო არითმეტიკულის მესამე კვადრატს თუ დაუმატებთ მიღებულ მეოთხე კვადრატს გვაძლევს მესამე კვადრატს (ნახ.3).

4	8	12	16	21	25	29	32
8	12	16	20	25	29	32	29
12	16	20	24	29	32	29	25
16	20	24	28	32	29	25	21
				25			
21	25	29	32	28	24	20	16
25	29	32	29	24	20	16	12
29	32	29	25	20	16	12	8
32	29	25	21	16	12	8	4

**ნახ.2. საშუალო არითმეტიკულების გამოყენებით ჩაწერილი კვადრატები**

საერთოა. ე.ი. მიიღება ოცდაცამეტი ციფრისაგან შემდგარი გასაღები.

მიღებულ გასაღებს (ნახ.3) შევუსაბამოთ ქართული ანბანის ასოები და მიიღება გასაღები ჩაწერილი შესაბამისი ანბანის მიხედვით (ნახ.4).

5	10	15	20	26	35	45	52
13	18	23	28	38	47	55	57
21	26	31	36	50	58	60	62
29	34	39	44	61	63	64	65
				25			
65	64	63	61	44	39	34	29
62	60	58	50	36	31	26	21
57	55	47	38	28	23	18	13
52	45	35	26	20	15	10	5

**ნახ.3. საიდუმლო გასაღები**

ა	ბ	გ	დ	ს	ტ	უ	ფ
ე	ვ	ზ	თ	ქ	ღ	ყ	შ
ო	პ	ლ	მ	ჩ	ც	ძ	წ
ნ	რ	კ	ხ	ჭ	ხ	ჯ	ჰ
				რ			
ჰ	ჯ	ხ	ჭ	ფ	პ	ო	ნ
წ	ძ	ც	ჩ	მ	ლ	კ	ი
შ	ყ	ღ	ქ	თ	ზ	ვ	ე
ფ	უ	ტ	ს	დ	გ	ბ	ა

**ნახ.4. ანბანის მიხედვით ჩაწერილი საიდუმლო გასაღები**

განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითი. ვთქვათ საწყისი ინფორმაცია არის:

**„მე გავიმარჯვებ“.**

გასაღების გამოყენებით ორივე მომხმარებელს შეუძლია ჩაწეროს ციფრების სახით, ანუ დაშიფროს, რასაც ექნება შემდეგი სახე: 36 13 15 5 18 21 5 25 64 18 13 10.

დაშიფრული ინფორმაცია განვაცხადეთ ღიად, ანუ გამატყებელმა ჩაიგდო ხელში. კანონიერი მომხმარებლები მათთვის ცნობილი გასაღების საფუძველზე, ინფორმაციის დეშიფრაციას მოახდენენ ძალიან სწრაფად და მარტივად. ინფორმაციის გამტაცებელს დაშიფრული ინფორმაციიდან გაუჭირდება საწყისი ინფორმაციის მიღება, რადგან მან არ იცის გასაღები.

ყველა შესაძლო ვარიანტი უნდა გაიაროს ყველა ასოს ამოცნობაში და ყოველ მომდევნოსთან მოიყვანოს კომბინაციაში, რასაც საკმაოდ ბევრი დრო დასჭირდება, რის გამოც ინფორმაცია აზრს დაკარგავს. გარდა ამისა, გასაღებში შემავალი ციფრებიდან ნაწილი ღია ცხრილში არ ფიგურირებს და ნაწილი კი ძალიან ბევრჯერ მეორდება და მათ სხვადასხვა ასოები შეესაბამება. ასევე, ერთი სიტყვა თუ ამოცნო არ ნიშნავს იმას, რომ მომდევნოც ეცოდინება.

### 3. დასკვნა

- კრიპტოგრაფიის უკვე არსებულ მეთოდებში არის ნაკლოვანებები, როგორცაა: უკუგზა გაშიფვრის დროს, ერთიდაიგივე გასაღები დასაშიფრად და გასაშიფრად, დამოკიდებულება, ნამდვილობის უარყოფა და ა.შ.;

- შევიმუშავეთ ახალი მეთოდი, სადაც გამოყენებულია, როგორც ღია, ასევე საიდუმლო გასაღები, გარკვეული კანონზომიერების საფუძველზე მიღებული;

- ორივე კანონიერი მომხმარებელი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად იღებს ერთიდაიგივე საიდუმლო გასაღებს, გაცხადებულ გასაღებზე დაყრდნობით, საშუალო არითმეტიკულის გამოყენებით, რომელიც შეიცავს აბსოლუტურად განსხვავებულ ციფრებს და გასაღების არცერთი ციფრი არ მეორდება;

- მიღებული მეთოდი არის მაქსიმალურად დაცული და მესამე პირისათვის, რეალურ დროში, შეუძლებელია, ჩვენს მიღებული მეთოდით, დაშიფრული ინფორმაციის გატეხვა.

### ლიტერატურა:

1. Шнайер Б. (2003). Прикладная криптография. М., Изд. “Триумф”.
2. მეგრელიშვილი რ. (2009). ინფორმაციის დაცვის სისტემები, თსუ.
3. კუციავა ვ., კაცაძე გ., ლიაკონიძე ქ. (2005). ინფორმაციის დაცვა, სტუ, „ტექნიკური უნივერსიტეტი”.
4. ყიფშიძე ზ., ანანიაშვილი გ. (2003). ინფორმაციის თეორია, კოდირება და სინერგეტიკა. თსუ.

### PROCESSING THE METHOD OF INFORMATION PROTECTION USING AVERAGE

Kotrikadze Gulnara, Danelia Nanuli, Taziashvili Giorgi

Georgian Technical University

### Summary

The work is about describing Cryptography in general. Based on the existing methods, we have developed a new method which with some regularity includes Georgian alphabet numbering in the form of the public key. The secret key is calculated by using the average. This means that both the public and the secret keys are used. The rightful users receive both keys independently from each other on the basis of calculations and by using the public key. We have also calculated the set, the probability and the reliability. In another words, we identified the endurance of the method.

### РАЗРАБОТКА СПОСОБА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СРЕДНЕГО ВЫЧИСЛЕНИЯ

Котрикадзе Г., Данелия Н., Тазиашвили Г.

Грузинский Технический Университет

### Резюме

Описываются методы криптографии. На основе существующих методов разработан новый метод, в который заложена с определенной закономерностью нумерация грузинского алфавита в виде открытого ключа, а секретный ключ вычисляется применением среднего арифметического. Т.е. применен как открытый, так и секретный ключ, который пользователь получает с помощью вычислений. Приведена оценка надежности метода.

**ინფორმაციის ღაცვის მეთოდის დამუშავება რიცხვით გაცხეობ**

გულნარა კოტრიკაძე, ნანული დანელია, გიორგი თაზიაშვილი

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

შევისწავლეთ კრიპტოგრაფია და აღნიშნულის საფუძველზე, მივედით დასკვნამდე, რომ მიგველო ახალი ორიგინალური მეთოდი, რომელიც იქნებოდა გამორჩეული მაღალი საიმედოობით. გამოვიყენეთ ღია გასაღები ნებისმიერი ტექსტის სახით, რომლის საფუძველზეც კანონიერი მომხმარებლები იღებენ საიდუმლო გასაღებს, ღია ტექსტის თანმიმდევრობითი დანომრვითა და რიცხვითა გაბნევით. გამოვთვალეთ სიმრავლე, ალბათობა და საიმედოობა.

**საკვანძო სიტყვები:** კრიპტოგრაფია. ღია ტექსტი. რიცხვითა გაბნევა. საიმედოობა.

**1. შესავალი**

კრიპტოგრაფიას ღიდი ხნის ისტორია აქვს. მას ჯერ კიდევ ცეზარის დროს იყენებდნენ სამხედრო საქმიანობის წარმართვისათვის. თუმცა მისი თეორიული საფუძველები, მხოლოდ XX საუკუნის პირველი ნახევრის ბოლოს იყო ჩამოყალიბებული კლოდ შენონისა და სხვა ავტორთა ნაშრომებში [1,5].

კრიპტოგრაფიული ტერმინოლოგიით ადრესატისადმი გასაგზავნ წერილს (ჩვეულებრივ შეტყობინებას) ეწოდება დაუშიფრავი ან ღია ტექსტი. წერილის ისეთი სახით კოდირებას, რომლის დროსაც საიდუმლო ხდება ტექსტის შინაარსი გარკვეული კოდირების გამოყენებით, ეწოდება დაშიფვრა, კოდირებულ ტექსტს - დაშიფრული ტექსტი. დაშიფრული ტექსტიდან საწყისი ტექსტის აღდგენას - დეშიფრაცია [2,4]. დაშიფვრისა და გაშიფვრის (დეშიფრაციის) შემთხვევაში ადგილი აქვს ტექსტის გარდაქმნას განსაზღვრული ალგორითმის შესაბამისად. გარდაქმნის ტიპი ამორჩევა გარდაქმნების სიმრავლიდან, რომელიც ქმნის კრიპტოგრაფიულ სისტემას. სისტემის ნაწილს, რომელიც ახორციელებს ინფორმაციული ტექსტის კონკრეტული გარდაქმნის კოდს, ეწოდება გასაღები. როგორც წესი (თუმცა, არა ყოველთვის), გასაღების სიგრძე გაცილებით ნაკლებია ტექსტის სიგრძეზე [3].

**2. ძირითადი ნაწილი**

ჩვენს მიერ მიღებული ახალი მეთოდი.

ავიღეთ ნებისმიერი ტექსტი და დავნომრეთ თანმიმდევრობით თავისი გამოტოვებით, სასვენნი ნიშნებით და მივიღეთ მატრიცა, რომელიც შეიცავს 33 სვეტს და 33 სტრიქონს და გაჩერდით, რადგან 33/33-ზე მატრიცა საკმარისია საიმედოობისათვის. თუმცა შეგვიძლია გავაგრძელოთ გასაღების სტრიქონთა რაოდენობა, რადგან არ მოხდეს გამეორება, თუმცა არც გამეორება აიოლებს ჰაკერისათვის საქმეს. ე.ი. მივიღეთ გასაღები 33/33-ზე (ნახ.1). მიღებული გასაღები ანუ ამ შემთხვევაში მხოლოდ ტექსტი, ნუმერაციის გარეშე, რომელიც გარკვეული დროის შემდეგ უნდა შეიცვალოს, განვაცხადეთ, ანუ ყველასათვის ცნობილია, თუმცა რიცხვითა ამორჩევის კანონზომიერება იცის მხოლოდ კანონიერმა მომხმარებლებმა.

გასაღები შევადგინეთ შემდეგნაირად: აღნიშნულ ღია ტექსტში (შემდგომში ღია გასაღები), ხდება ასოების დანომრვა, ასოებს ვანიჭებთ სხვადასხვა ციფრებს, მისი ადგილმდებარეობიდან გამომდინარე. მაგალითად: ასო „ა“-ს პირველად მიენიჭა ციფრი 11, შემდეგ - 25 და ა.შ., ანალოგიურად - სხვა დანარჩენ ასოებსაც. მიღებული გასაღებიდან ამოვარჩიეთ, ასოების მიხედვით, მათი ნუმერაციები ანუ ყველა შესაძლო ვარიანტი. თვალსაჩინოებისათვის, ავიღოთ ასო „ა“, რომელსაც შეესაბამება აბსოლუტურად ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი სხვადასხვა ციფრები, ასევე სხვა დანარჩენ ასოებსაც (ნახ.2).



მ	ო	გ	ე	ზ	ს	ე	ნ	ე	ბ	ა	თ	,
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
	რ	ო	მ		ი	ნ	ფ	ო	რ	მ	ა	ც
14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
ი	ი	ს		დ	ა	ც	ვ	ა	-	დ	ა	ს
27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
ა	ი	დ	უ	მ	ლ	ო	ე	ბ	ა	,		ა
40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
რ	ი	ს		ს	ა	კ	მ	ა	ო	დ		ა
53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
ქ	ტ	უ	ა	ლ	უ	რ	ი		თ	ე	მ	ა

ნახ.1. ღია გასაღები, ნებისმიერი ტექსტი (ნაწილი 33/33-ზე მატრიციდან)

ა																
11	25	32	35	38	40	49	52	58	61	65	69	76	101	107	110	120
270	286	290	297	302	304	310	324	338	340	393	412	414	422	432	434	440
597	612	619	622	625	631	635	637	645	647	655	658	660	668	670	676	686

ბ								
10	48	100	114	128	191	228	238	266
943	969	979	997	1000	1028	1045	1078	1080

ნახ.2. ღია გასაღებიდან ასოების ამორჩევა, საიღუმლო გასაღების გენერირება (ნაწილი)

განვიხილოთ თუ როგორ ხდება ინფორმაციის დაშიფვრა აღნიშნული გასაღებით. ვთქვათ საწყისი ინფორმაცია არის - „გამარჯობათ. სვალ ჩამოვდივარ საქართველოში და უნდა გნახოთ აუცილებლად“. მიღებული გასაღების გამოყენებით ასოებს თანმიმდევრობით მივანიჭოთ ღია გასაღებში მინიჭებული ციფრები, შესაძლებელია როგორც თანმიმდევრობით ასევე გაბნევით (ნებისმიერად), მივიღებთ შემდეგი სახის დაშიფრულ ინფორმაციას:

3 11 1 25 15 17 2 10 32 12 138 5 34 35 45 483 38 24 16 85 31 19 97 49 23 6 52  
 66 58 53 79 111 4 70 22 102 37 61 43 8 42 65 119 20 69 80 46 109 76 68 26 27  
 87 7 48 179 101 63 195

მივიღეთ საბოლოო სახის დაშიფრული ინფორმაცია. იგი მოვათავსეთ მართკუთხედში გარკვეული კანონზომიერებით (ნახ.3), რომელიც იგზავნება მეორე მომხმარებელთან ღია არხით, ანუ გამტაცებლისათვის ხელმისაწვდომია (ნახ.4). ე.ი. ჰაკერმა იცის ღია გასაღები (ნებისმიერი ტექსტი) ნახ.1 და დაშიფრული ინფორმაცია ნახ.4. მისთვის უცნობია მხოლოდ, დაშიფვრისა და მართკუთხედში ჩაწერის კანონზომიერება.

	<b>3</b>								
<b>11</b>				<b>1</b>	<b>25</b>	<b>15</b>			
	<b>17</b>			<b>2</b>					<b>10</b>
			<b>32</b>			<b>12</b>			
	<b>138</b>								
	<b>5</b>			<b>34</b>	<b>35</b>				<b>45</b>

<b>483</b>			<b>38</b>	<b>24</b>				<b>16</b>	
									<b>85</b>
		<b>31</b>					<b>19</b>		
<b>97</b>				<b>49</b>					<b>23</b>
		<b>6</b>	<b>52</b>		<b>66</b>				<b>58</b>
									<b>53</b>

								<b>79</b>	
		<b>111</b>	<b>4</b>		<b>70</b>				<b>22</b>
<b>102</b>				<b>37</b>				<b>61</b>	
		<b>43</b>			<b>8</b>				
								<b>42</b>	
<b>65</b>			<b>119</b>	<b>20</b>			<b>69</b>		

		<b>80</b>			<b>46</b>	<b>109</b>			<b>76</b>
	<b>68</b>								
			<b>26</b>					<b>27</b>	
	<b>87</b>				<b>7</b>				<b>48</b>
<b>179</b>				<b>101</b>		<b>63</b>	<b>195</b>		
	<b>195</b>								

ნახ.3. დაშიფრული ინფორმაციის მართკუთხედში ჩაწერის კანონზომიერება

დეშიფრაციისათვის მეორე, კანონიერი მომხმარებელი, რომელიც ფლობს კანონზომიერებას, ჰაკერისაგან განსხვავებით, მიღებულ დაშიფრულ ინფორმაციას ციფრების სახით, მართკუთხეში ჩაწერის კანონზომიერების საფუძველზე, მოახდენს ამორჩევას ჯერ მართკუთხედიდან, შემდეგ მატრიციდან შეუსაბამებს ასოებს და მიიღებს საწყის ინფორმაციას.

<b>483</b>	<b>3</b>	<b>80</b>	<b>38</b>	<b>24</b>	<b>46</b>	<b>109</b>	<b>16</b>	<b>79</b>	<b>76</b>
<b>11</b>	<b>68</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>1</b>	<b>70</b>	<b>25</b>	<b>15</b>	<b>85</b>	<b>22</b>
<b>102</b>	<b>17</b>	<b>31</b>	<b>26</b>	<b>37</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>27</b>	<b>61</b>	<b>10</b>
<b>97</b>	<b>87</b>	<b>43</b>	<b>32</b>	<b>49</b>	<b>7</b>	<b>8</b>	<b>12</b>	<b>23</b>	<b>48</b>
<b>179</b>	<b>138</b>	<b>6</b>	<b>52</b>	<b>101</b>	<b>66</b>	<b>63</b>	<b>195</b>	<b>42</b>	<b>58</b>
<b>65</b>	<b>195</b>	<b>5</b>	<b>119</b>	<b>20</b>	<b>34</b>	<b>35</b>	<b>69</b>	<b>53</b>	<b>45</b>

ნახ.4. დაშიფრული ინფორმაციის საბოლოო სახე

რაც შეეხება გამტაცებელს, მან იცის დაშიფრული ინფორმაცია და ღია ტექსტი, იგი შეეცდება მიმართოს ყველა გზას. მაგალითად: ვთქვათ დანომრა ღია გასაღები, რადგან გასაღებში გამოიყენება ოთხნიშნა რიცხვებიც, გააჩნია დასაშიფრი ინფორმაციის ზომაც, ამიტომ იგი გამოყოფს მაქსიმუმ ყოველ 4 ციფრს (თუმცა ციფრებით არ ზდება გასაღების გავრცელება) და გაივლის ყველა შესაძლოს, რაც შეადგენს ერთი ასოს ამოცნობისათვის 16 ვარიანტს. ე.ი. ერთი ასოს ამოცნობაში 16 ოპერაცია არის საჭირო, ყოველი ოთხი ციფრიდან რომ ამოიცნოს და ამის შემდეგ, ყოველ მომდევნოსთან მისი კომბინაცია, ეს კი გაცილებით დიდი რიცხვია  $16 \times 1089!$ . თუმცა ყოველი ოთხი ციფრიდან ამორჩევა არ გამოადგება, შესაძლოა იყოს სამი ციფრი ერთად აღებული, ან ნაკლები, მაშინ დარჩენილი მეოთხე ციფრი, მომდევნო ციფრებთან უნდა მოიყვანოს კომბინაციაში და ა.შ.

ე.ი. შეგვიძლია ვთქვათ, რომ სიმრავლე იქნება  $n \times 1089!$ , სადაც  $n$  არის ყველა განსხვავებული შემთხვევა აღებული ღია გასაღებიდან, (იხ.ნახ.1), ხოლო გატეხვის ალბათობა -  $1/n \times 1089!$ . კრიპტოგრაფიაში საიმედოობის ქვედა ზღვარი შეიძლება ვთქვათ, რომ არის  $\cong 2^{100} \cong 10^{30}$ . მიღებული რიცხვი კი გაცილებით აღემატება ქვედა ზღვარს, რის საფუძველზეც შეგვიძლია ვთქვათ, რომ მეთოდი საიმედოა.

### 3. დასკვნა

- არსებულ მეთოდებში აღმოვაჩინეთ გარკვეული ნაკლოვანებები, როგორცაა: დაბალი საიმედოობა, დაბალი სიჩქარე, გარკვეული შეზღუდვები;
- შევიკუმშეთ ახალი მეთოდი, რომელიც დაყრდნობილია ქართულ ანბანზე, თუმცა სხვა ანბანისთვისაც მისაღებია;
- მიღებული მეთოდი მიეკუთვნება ასიმეტრიულ სისტემას. გამოიყენება როგორც ღია გასაღები, ასევე საიდუმლო გასაღებიც;
- ინფორმაციის დასაშიფრად გამოვიყენეთ გასაღები – ღია ტექსტისა და მართკუთხედის სახით და სხვადასხვა კანონზომიერებები;
- დაშიფრული ინფორმაცია იგზავნება ღია არხით, ყველასათვის ხელმისაწვდომია, თუმცა მესამე პირისათვის შეუძლებელია რეალურ დროში მისი გატეხვა;
- მიღებული მეთოდი მაქსიმალურად დაცულია, რასაც გვიდასტურებს სიმრავლე.

### ლიტერატურა:

1. Шнайер Б. (2003). Прикладная криптография. М., Изд. “Триумф”
2. მეგრელიშვილი რ. (2009). ინფორმაციის დაცვის სისტემები, თსუ.
3. კუციავა ვ., კაცაძე გ., დიაკონიძე ქ. (2005). ინფორმაციის დაცვა, სტუ. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
4. ყიფშიძე ზ., ანანიაშვილი გ. (2003). ინფორმაციის თეორია, კოდირება და სინერგეტიკა, თსუ.
5. Касами Т., Токура Н., Ивадари Е., Инагаки Я. (1978). Теория кодирования. М., “Мир”.

### PROCESSING THE METHOD OF INFORMATION PROTECTION BY SCATTERING THE NUMBERS

Kotrikadze Gulnara, Danelia Nanuli, Taziashvili Giorgi

#### Summary

As we have examined and studied the Cryptography with its methods, our goal has become to receive new methods without the disadvantages which had been in the existing, well-known methods before. In addition, our desire was our method to be the original and different from the other methods. We used the public key with any form of text and based on this the rightful users would receive the secret key by successively numbering the open text and by scattering the numbers. We also calculated the set, the probability and the reliability.

### РАЗРАБОТКА МЕТОДА ЗАЩИТЫ ИНФОРМАЦИИ НА ОСНОВЕ РАССЕЯНИЯ ЧИСЕЛ

Котрикадзе Г., Данелия Н., Тазиашвили Г.

Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Изучив методы криптографии, пришли к выводу, чтобы разработать новый оригинальный метод с высокой надежностью. Используется открытый ключ в качестве любого текста, на основе которого законные пользователи получают секретный ключ, с последовательной нумерацией открытого текста и рассеянием чисел. Представлены расчеты множества, вероятностей и надежности.

**შებრუნებადი მატრიცული მეთოდის დაბალი მძლავრობა  
და მისი გაშიფვრის გზები**

გულნარა კოტრიკაძე, ქეთევან ცომაია  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

განიხილება კრიპტოგრაფიული სისტემები და მეთოდები. ჩვენი მიზანია მატრიცული მეთოდის „გატეხვა“, ამიტომ ნაშრომში კონკრეტულად მოცემულია შებრუნებული მატრიცის გამოყენებით საწყისი ინფორმაციის დაშიფვრა-დეშიფრაციის პროცესი. აღნიშნული მეთოდის შემთხვევაში, კონკრეტულ მაგალითებზე დაყრდნობით, გამოთვლილია და დადგენილია მატრიცათა სიმრავლე, გატეხვის ალბათობა, მეთოდის დაბალი მედეგობა და გაშიფვრის გზები.

**საკვანძო სიტყვები:** კრიპტოგრაფია. მატრიცა. განზომილება. საიმედოობა.

**1. შესავალი**

ინფორმაციის დაცვა-გასაიდუმლოება, არის საკმაოდ აქტუალური საკითხი ყოველდღიურ ცხოვრებაში, სამთავრობო ორგანიზაციებში და ა.შ. ინფორმაციის დაცვა კრიპტოგრაფიის სახელითაა ცნობილი. იგი იყოფა ორ მიმართულებად, რომლებშიც შედის სხვადასხვა მეთოდები თავისი სპეციფიკიდან გამომდინარე და ამ მიმართულებებს ქვია სიმეტრიული და ასიმეტრიული სისტემები [1,2].

სიმეტრიულ სისტემებს მიეკუთვნება ისეთი მეთოდები, სადაც მომხმარებლები გასაღებს არ ითვლიან, არამედ ერთ-ერთი მომხმარებელი ირჩევს კონკრეტულ პარამეტრს გასაღების სახით და საიდუმლოდ უგზავნის მეორე მომხმარებელს, ხოლო ამ გასაღების გამოყენებით დაშიფრული ინფორმაციის გაგზავნა ხდება ღია არხით, დასაშიფრი და გასაშიფრი გასაღები არის ერთიდაიგივე.

ასიმეტრიულ სისტემებში გასაღებს ითვლის მომხმარებლები. ასევე სიმეტრიული სისტემებისაგან განსხვავებით დასაშიფრი და გასაშიფრი გასაღებები არის სხვადასხვა. გასაღების გამოთვლა მიმდინარეობს ღია არხით და დაშიფრული ინფორმაციის გაგზავნა აქაც ხდება ღია არხით [3].

ინფორმაციის გადაცემის დროს, როდესაც უპირატესობას ვანიჭებთ სიჩქარეს ვიდრე საიმედოობას, გამოიყენება სიმეტრიული სისტემის მეთოდები, ხოლო როცა ჩვენთვის უფრო ღირებული ხდება საიმედოობა ვიდრე სიჩქარე, მაშინ გამოიყენება ასიმეტრიული სისტემის მეთოდები [4].

**2. ძირითადი ნაწილი**

შებრუნებული მატრიცის მეთოდი მიეკუთვნება სიმეტრიულ სისტემებს. კანონიერი მომხმარებლები გასაღებს ანუ ამ შემთხვევაში მატრიცას არ ითვლიან, ირჩევს ერთ-ერთი მომხმარებელი და საიდუმლო გზით აწვდის მეორე მომხმარებელს და ორივე მომხმარებელს შეუძლია საიდუმლო გასაღების ანუ ამ შემთხვევაში, მატრიცის გამოყენებით, გამოთვალოს მისი შებრუნებული მატრიცა, რადგან საწყისი მატრიცა გამოიყენება ინფორმაციის დასაშიფრად და შებრუნებული მატრიცა კი - გასაშიფრად. საწყისი მატრიცის გამრავლება შებრუნებულ მატრიცაზე გვაძლევს ერთეულოვან მატრიცას. ამიტომ შებრუნებული მატრიცა გამოიყენება გასაშიფრად, რადგან დაშიფრული ინფორმაციის მასზე გამრავლებით, გასაღები ანუ საწყისი მატრიცა მოიხსნება და მიიღება საწყისი ინფორმაცია [2,4].

ვთქვათ საწყისი მატრიცა არის  $A$ , მისი შებრუნებული  $A^{-1}$ . მათი ნამრავლია  $A \times A^{-1} = I_{n \times n}$ , სადაც  $I$  არის ერთეულოვანი მატრიცა, ხოლო  $n$  არის მატრიცების ნამრავლის შედეგად მიღებული მატრიცის დიაგონალზე მოთავსებული რიცხვი. ვთქვათ  $m$  არის საწყისი ინფორმაცია. ინფორმაცია

უნდა დავყოთ ბლოკებად და ბლოკში უნდა შედიოდეს იმდენი ელემენტი, რამდენიც მატრიცის სვეტშია, ნათქვამი ავლნიშნოთ  $m_1, m_2, m_3 \dots$ .

პირველი მომხმარებელი მიღებულს ამრავლებს A მატრიცაზე, ანუ:

$$m_1 \times A = b_1, \quad m_2 \times A = b_2, \quad m_3 \times A = b_3 \dots$$

მიღებულ  $b_1, b_2, b_3 \dots$  სიდიდეებს უგზავნის მეორე მომხმარებელს ღია არხით. აღნიშნულს მიმღები ამრავლებს  $A^{-1}$ -ზე და მიიღებს საწყის ინფორმაციას, ანუ:

$$b_1 \times A^{-1} = n \times m_1, \quad b_2 \times A^{-1} = n \times m_2, \quad b_3 \times A^{-1} = n \times m_3 \dots$$

განვიხილოთ კონკრეტული მაგალითები.

$$\text{საწყისი მატრიცა არის } \begin{bmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix}, \text{ მისი შებრუნებული მატრიცა არის } \begin{bmatrix} 7 & 4 & 5 \\ 12 & -8 & -4 \\ -3 & 4 & 1 \end{bmatrix}.$$

$$\text{მათი ნამრავლის შედეგად მიიღება მატრიცა } \begin{bmatrix} 8 & 0 & 0 \\ 0 & 8 & 0 \\ 0 & 0 & 8 \end{bmatrix} = 8 \times \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} = n \times E, \text{ სადაც } n=8.$$

ინფორმაციის სახით ავიღეთ ქართული ანბანი თანმიმდევრობით და აღნიშნული დავშიფრეთ საწყის მატრიცაზე გამრავლებით. რადგან მატრიცის სვეტი შეიცავს 3 ელემენტს, ამიტომ ინფორმაცია დავყავით ბლოკებად, სადაც თითოეულ ბლოკში შედის 3 ელემენტი და მიღებული სტრიქონული ჩანაწერი თანმიმდევრობით გავამრავლეთ საწყის მატრიცაზე. სულ მივიღეთ 3 ელემენტისაგან შემდგარი 11 ვარიანტი, რაც ქვემოთ არის ნაჩვენები.

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ (1 & 2 & 3) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (10 & 10 & 14) \end{matrix} \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ (19 & 20 & 21) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (82 & 100 & 158) \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ (4 & 5 & 6) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (20 & 25 & 38) \end{matrix} \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ (22 & 23 & 24) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (94 & 115 & 182) \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ (7 & 8 & 9) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (34 & 40 & 62) \end{matrix} \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ (25 & 26 & 27) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (106 & 130 & 206) \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ (10 & 11 & 12) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (45 & 55 & 86) \end{matrix} \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ (28 & 29 & 30) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (118 & 145 & 230) \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ (13 & 14 & 15) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (53 & 70 & 110) \end{matrix} \begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ (31 & 32 & 33) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (130 & 160 & 254) \end{matrix}$$

$$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ (16 & 17 & 18) \times \begin{bmatrix} 0 & 1 & 4 \\ 3 & 2 & 1 \end{bmatrix} = (70 & 85 & 134) \end{matrix}$$

ნამრავლის შედეგი იგზავნება მეორე მომხმარებელთან ღია არხით, ანუ ყველასათვის ხელმისაწვდომია დაშიფრული ინფორმაცია. მიღებულ დაშიფრულ ინფორმაციას მეორე მომხმარებელი, ანუ მიმღები კანონიერი მომხმარებელი, ამრავლებს შებრუნებულ მატრიცაზე და  $n=8$  კოეფიციენტის გამოყენებით იღებს საწყის ინფორმაციას, ანუ ახდენს დეშიფრაციას.

რაც შეეხება მესამე პირს, ანუ არაკანონიერ მომხმარებელს, მას, როგორც ავლნიშნეთ, შეუძლია დაშიფრული ინფორმაციის დანახვა, მაგრამ ავტორის თქმით მეთოდი საიმედოა, ხასიათდება მაღალი მედეგობით და არ ტყდება მარტივად.

თუმცა, ჩვენ დავაკვირდით გამოთვლებს, მიღებულ შედეგებს, რის საფუძველზეც, მივიღეთ შემდეგი:

- (10 10 14) განაყოფი (1 2 3) - ზე თანმიმდევრობით გვაძლევს (10, 5, 4(2) )
- (20 25 38) განაყოფი (4 5 6) - ზე თანმიმდევრობით გვაძლევს (5, 5, 6(2) )
- (34 40 62) განაყოფი (7 8 9) - ზე თანმიმდევრობით გვაძლევს (4(6), 5, 6(8) )
- (46 55 86) განაყოფი (10 11 12) - ზე თანმიმდევრობით გვაძლევს (4(6), 5, 7(2) )
- (58 70 110) განაყოფი (13 14 15) - ზე თანმიმდევრობით გვაძლევს (4(6), 5, 7(5) )
- (70 85 134) განაყოფი (16 17 18) - ზე თანმიმდევრობით გვაძლევს (4(6), 5, 7(8) )
- 82 100 158) განაყოფი (19 20 21) - ზე თანმიმდევრობით გვაძლევს (4(6), 5, 7(11) )
- (94 115 182) განაყოფი (22 23 24) - ზე თანმიმდევრობით გვაძლევს (4(6), 5, 7(14) )
- (106 130 206) განაყოფი (25 26 27) - ზე თანმიმდევრობით გვაძლევს (4(6), 5, 7(17) )
- (118 145 230) განაყოფი (28 29 30) - ზე თანმიმდევრობით გვაძლევს (4(6), 5, 7(20) )
- (130 160 254) განაყოფი (31 32 33)- ზე თანმიმდევრობით გვაძლევს (4(6), 5, 7(23) )

განაყოფის შედეგებში პირველი და მეორე რიცხვები ერთიდაიგივეა 4(6) და 5, რაც შეეხება მესამე რიცხვს განაყოფი ერთიდაიგივეა და ნაშთი იზრდება 3 ინტერვალით, რადგან მატრიცის განზომილება არის 3-ის ტოლი, რაც გვიჩვენებს გარკვეულ კანონზომიერებას.

გარდა ამისა, მატრიცაში შემავალი პირველი სვეტის ელემენტების ჯამი არის 4 და შესაბამისად, პირველი განაყოფია 4(6). მეორე სვეტის ელემენტების ჯამი არის 5 და განაყოფიც არის 5. მესამე სვეტის ელემენტების ჯამი არის 8 ხოლო, ამ შემთხვევაში, განაყოფი არის 7(2)– დან დაწყებული 3 ინტერვალის ზრდადობით, ჯამში კი - ერთით მეტი.

აღნიშნულ შედეგში, რომ დაერწმუნებულიყავით, რომ ყოველთვის ასეთ შედეგს მივიღებთ, ამისათვის გამოთვლები ჩავატარეთ სხვადასხვა სამგანზომილებიანი მატრიცის გამოყენებითაც, რის საფუძველზეც მივიღეთ ანალოგიური კანონზომიერების მქონე შედეგები, უბრალოდ სხვადასხვა განაყოფების სახით. ასევე ავიღეთ ოთხ, ხუთ და ექვს განზომილებიანი მატრიცებიც, სადაც განაყოფის შედეგებში კანონზომიერება იგივე მიიღება, უბრალოდ სხვადასხვა ციფრების სახით. დავადგინეთ მატრიცის სვეტებში შემავალი ელემენტების ჯამისა და სიმრავლეს შორის დამოკიდებულება (ცხრ.1).

**სვეტის რიცხვების ჯამებისა და შესაბამისი სიმრავლის დამოკიდებულება ცხრ.1**

ჯამი	1	2	3	4	5	6	7	8	9
სიმრავლე	3	6	10	15	21	28	36	45	55
ჯამი	10	11	12	13	14	15	16	17	18
სიმრავლე	66	78	91	105	120	136	153	171	190
ჯამი	19	20	21	22	23	24	25	26	27
სიმრავლე	210	231	253	276	300	325	351	378	406

მატრიცული მეთოდის საიმედოობა არ არის დაცული, რადგან მეთოდში არის მხოლოდ საიდუმლო გასაღები, რომლის გაცვლის პროცესი მიუღებელია. გარდა ამისა ერთი გასაღები არ არის საკმარისი საიმედოობისათვის. ასევე მეთოდში არ არის გათვალისწინებული მიღებული დაშიფრული ტექსტის ნამდვილობა. მესამე პირმა შესაძლოა აიღოს ნებისმიერი მატრიცა და გაგზავნილი დაშიფრული ინფორმაცია შეცვალოს, მიიღებს კი არა აქვს შემამომწმენელი კოდი, რითაც დაადგენს მიღებულის ნამდვილობას, რაც მეთოდს კიდევ უფრო არასაიმედოს ხდის.

გარდა ამისა, ინფორმაციის მოცულობიდან გამომდინარე ასეთი მატრიცები ხშირად უნდა შეიცვალოს, თან გაცვლა მომხმარებლებს შორის უნდა მოხდეს საიდუმლოდ, ეს კი დღესდღეობით უკვე მიუღებელია და საერთოდ, რეალურ დღევანდელ ცხოვრებაში, სიმეტრიული სისტემის არცერთი მეთოდი აღარ გამოიყენება, რადგან არც ერთი არ გამოირჩევა საიმედოობით, გარდა

ვერნამის მეთოდისა [2]. ინფორმაციის დასაშიფრად უმჯობესია გამოიყენებოდეს, როგორც ღია, ასევე საიდუმლო გასაღები და ნამდვილობის დამადასტურებელი პარამეტრი.

### 3. დასკვნა

- ზემოაღნიშნული გამოთვლებიდან გამომდინარე, ღიად გაგზავნილი დაშიფრული ინფორმაციიდან, რომელიც შეუძლია ქსელის საშუალებით ჩაიჭიროს მესამე პირმა, შესაძლებელია საწყის ინფორმაციაზე გასვლა. მიღებული დაშიფრული ინფორმაციის თითოეულ რიცხვს ვყოფთ საწყის ინფორმაციაზე და ვიღებთ გარკვეულ კანონზომიერებადღე;

- დაშიფრული ინფორმაცია საწყისზე გაყოფით, გვაძლევს საინტერესო შედეგს. მიღებული პასუხები თანმიმდევრობით, ერთი და იგივე ინტერვალით იზრდება;

- ასევე მიღებული დაშიფრული ინფორმაციიდან დავადგინეთ, საწყის მატრიცაში შემავალი ელემენტების ჯამი სვეტების მიხედვით და გამოვთვალოთ ასეთი მატრიცების ყველა შესაძლო ვარიანტების რაოდენობა ანუ სიმრავლე.

### ლიტერატურა:

1. კუციავა ვ., კაცაძე გ., ლიკონიძე ქ. (2005). ინფორმაციის დაცვა. სტუ. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
2. მეგრელიშვილი რ. (2009). ინფორმაციის დაცვის სისტემები, თსუ.
3. Касами Т., Токура Н., Ивадари Е., Инагаки Я. (1978). Теория кодирования. М., “Мир”
4. Питерсон У., Уэлдон, Э. Коды, исправляющие ошибки. "Мир" 1976. I-IIтом.
5. ყიფშიძე ზ., ანანიაშვილი გ. (2003). ინფორმაციის თეორია, კოდირება და სინერგეტიკა, თსუ.

## LAW ENDURANCE OF INVERSE MATRIX METHOD AND IT'S DECODING WAYS

Kotrikadze Gulnara, Tsomaia Ketevan

Georgian Technical University

### Summary

The thesis describes Cryptography in general with its systems and methods. Taking into consideration that our goal was to break the matrix method, the work specifically provides the encryption-decryption process of the initial information using the inverse matrix. According to this case and based on the specific examples, we calculated and determined the set of matrix, breaking probability, low resistance of the method and decoding ways.

## НИЗКОЕ СОПРОТИВЛЕНИЕ МЕТОДА ОБРАТНОЙ МАТРИЦЫ И ПУТИ ЕГО ДЕКОДИРОВАНИЯ

Котрикадзе Г., Цомаиа К.

Грузинский Технический Университет

### Резюме

Описываются общие методы криптографии и рассматривается процесс шифрации-дешифрации исходной информации с использованием обратной матрицы. На конкретном примере вычислены множества матриц, вероятность взлома и пути декодирования.

## კავშირი საქართველოში ინფლაციის დონესა და უმუშევრობის კოეფიციენტს შორის. ფილიპსის მრუდი

სალომე მუხაშავრია, ელენე მეტრეველი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ნაშრომში განხილულია საქართველოში ინფლაციის გამომწვევი მიზეზები და მათი შესაძლო შედეგები, განხილულია რა პრობლემები ახლავს ქვეყანაში ინფლაციის დონის მატებას, რა როლი აქვს ქვეყნის სოციალურ-ეკონომიკური მდგომარეობის განვითარებაში და ვინ არის პასუხისმგებელი ამ პროცესებზე. ნაშრომში განისაზღვრება კავშირი ინფლაციის დონესა და უმუშევრობის კოეფიციენტს შორის. ჩატარებულია შესაბამისი კორელაციური და რეგრესიული ანალიზი და აგებულია ფილიპსის მრუდი Mathcad პროგრამის გამოვიყენებით.

**საკვანძო სიტყვები:** კორელაცია. ინფლაცია. ფილიპსის მრუდი.

### 1. შესავალი

ქვეყნის ეკონომიკური მდგომარეობის შესაფასებლად ეკონომისტები სხვადასხვა სტატისტიკურ მონაცემს განიხილავენ. გარდა მთლიანი შიდა პროდუქტის (მშპ) დონისა, ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი პარამეტრი, რომელიც საზოგადოების დიდ ყურადღებას იქცევს, ქვეყანაში უმუშევრობის მაჩვენებელია. უმუშევრობა ქვეყნის მოსახლეობას მძიმე ტვირთად აწევა და საზოგადოების სოციალური დაძაბულობის გაზრდას იწვევს; რაც თავის მხრივ ამძიმებს სოციალურ ფონს, თუმცა, ხელს აძლევს მეწარმეებს, რადგან მათ შეუძლიათ მცირე ხელფასის პირობებში აიძულონ უმუშევარი, რომ დათანხმდნენ მძიმე სამუშაოს შესრულებას.

ასევე, სახელმწიფოებრივი ეკონომიკური თვალთახედვით, უმუშევრობის სახით, ევრო-წოდებულ გამოუყენებელი საწარმოო შესაძლებლობების ხარჯს ვლდებულობთ, რომელიც გამოუყენებელი სამუშაო ძალის გამო იკარგება. ანუ იმ პროდუქციას, რომლის წარმოებაც შესაძლებელი იქნებოდა უმუშევრების დასაქმების შემთხვევაში, თუ, რა თქმა უნდა წარმოების საქონლის გაზრდილი მოცულობის რეალიზაცია იქნებოდა შესაძლებელი იგივე ფასში, ანუ, თუ, არ დაირღვეოდა მიწოდება-წინადადების არსებული თანაფარდობის ფასში გამოსახული მაჩვენებელი.

ოფიციალური სტატისტიკური მონაცემების თანახმად, 11,2-პროცენტთან ინფლაციაში სურსათის გაძვირების წილი 9.5 პროცენტული პუნქტია. ეს იმას ნიშნავს, რომ საკვები პროდუქტების ნაწილზე ფასი არა 11%-ით, არამედ გაცილებით მეტად გაიზარდა. მაგალითად, შაქარზე ფასის ზრდამ 50%-ს მიაღწია.

საქართველოში ფასების სტაბილურობის შენარჩუნებაზე პასუხისმგებელი, პირველ რიგში, ეროვნული ბანკია. კანონის თანახმად, იმ შემთხვევაში, თუ ინფლაცია 10 პროცენტს გადააჭარბებს, ეროვნული ბანკის პრეზიდენტის პასუხისმგებლობის საკითხი უნდა დადგეს. ერთნიშნა ინფლაციის შენარჩუნებაზე პასუხისმგებლობა ეროვნული ბანკის პრეზიდენტთან ერთად ფინანსთა და ეკონომიკის მდგრადი განვითარების მინისტრებსაც ეკისრებათ.

მაღალი ინფლაცია მხოლოდ მთავრობის მიერ გატარებულ არასწორ ფულად-საკრედიტო პოლიტიკას შეუძლია გამოიწვიოს. ამ შემთხვევაში, ეს მიმოქცევაში არსებული ფულის მასის ზრდაა. ცნობილი აქსიომაა: ფასები მატულობს მაშინ, როცა პროდუქტების და მომსახურების მიწოდება არ იზრდება, ან არ იზრდება მიმოქცევაში არსებული ფულის მასის შესაბამისად.



საქართველოში ფულად-საკრედიტო პოლიტიკას ეროვნული ბანკი ახორციელებს. მიმოქცევაში ჭარბი ფულის "ნებით" თუ "უნებლიეთ" გაშვება სწორედ ეროვნული ბანკის მისიაა. ჭარბ ფულს კი, როგორც წესი, მთავრობები საბიუჯეტო დეფიციტის დასაფარად მოიხმარენ.

საერთაშორისო საფინანსო ორგანიზაციების რეკომენდაციით, საქართველოს დონის ქვეყანაში ინფლაციის პარამეტრი 6-7 პროცენტს არ უნდა აღემატებოდეს. ამ ნიშნულზე უფრო მაღალი ინფლაცია ქვეყნის ეკონომიკურ განვითარებას ამუხრუჭებს და კიდევ უფრო აღარბებს ფიქსირებული შემოსავლის მქონე მოსახლეობას.

4 მილიონიანი ქვეყნისთვის, რომლის მოსახლეობის დიდი ნაწილი - 1 მილიონ 761 ათასზე მეტი ადამიანი(45%) - სოციალური მომსახურების სააგენტოს ბაზაშია დარეგისტრირებული და სახელმწიფოსგან საარსებო შემწეობას ითხოვს, მაღალი ინფლაცია განსაკუთრებით დიდი პრობლემაა.

1998 წლის შემდეგ, უმუშევრობის დონე საქართველოში გაიზარდა 12.4%-დან 16.3%-მდე 2010 წლის მდგომარეობით საქართველოს ეროვნული სტატისტიკის სამსახურის კვლევითი მეთოდოლოგიის მიხედვით ,, 15 წლის და უფროსი ასაკის პირი, რომელიც არ მუშაობდა (ერთი საათითაც კი) გამოკითხვის მომენტის წინა 7 დღის განმავლობაში, ეძებდა სამუშაოს ბოლო 4 კვირაში და მზად იყო მუშაობის დასაწყებად მომავალი ორი კვირის განმავლობაში.“ ამ ფაქტორების გათვალისწინებით, უმუშევრობის დონე კიდევ უფრო საგანგაშოა. მეტიც ეროვნულ-დემოკრატიული ინსტიტუტის მიერ ჩატარებული კვლევის თანახმად, 16,161 გამოკითხულიდან 67% რესპოდენტი თავს უმუშევრად თვლის.

უმუშევრობაზე საუბრისას, კიდევ ერთი საკითხი, რომელსაც ეკონომისტები ყურადღებას აქცევენ, შრომისუნარიან უმუშევართა განათლების დონეა. 2010 წლის ადამიანური განვითარების ანგარიშის თანახმად, საქართველო ერთ-ერთი ლიდერი ქვეყანაა სამუშაო ძალის განათლების დონის მიხედვით. უმუშევართა 81%-ს საშუალო ან უმაღლესი განათლება აქვს მიღებული. ეს ნიშნავს იმას, რომ განათლებული სამუშაო ძალა გამოუყენებელია და მას ქვეყნის ეკონომიკაში წვლილი ვერ შეაქვს.

ამავე დროს, მსოფლიო კონკურენტულობის ანგარიშის მიხედვით (2011-1012 წლები), ქვეყანაში ბიზნესის კეთების მთავარი ხელისშემშლელი ფაქტორი არაადეკვატური განათლების მქონე სამუშაო ძალაა. უფრო გასაგებად რომ ვთქვათ, გარდამავალი ეკონომიკის მქონე ქვეყნების უმეტესობა ეგრედ წოდებულ „სტრუქტურულ უმუშევრობას“ განიცდის. ამ ტიპის უმუშევრობა გრძელვადიანი უმუშევრობაა, რაც ძირითადად გამოწვეულია მუშახელის უნარჩვევების შეუსაბამობით ბაზარზე არსებულ სამუშაოსთან.

## 2. კორელაციური ანალიზი

განვიხილოთ დამოკიდებულება, საქართველოში ინფლაციისა და უმუშევრობის დონეთა შორის ნახ.1, რომლებიც მოკლევადიან პერიოდში ჩნდება. როგორც ეკონომისტები გვარწმუნებენ, მოკლევადიან პერიოდში ინფლაციასა და უმუშევრობას შორის არსებობს ალტერნატივა, რაც გულისხმობს შემდეგს:

**უმუშევრობის შემცირება იწვევს მოთხოვნის, შესაბამისად ფასების ზრდას, რაც ნიშნავს იმას, რომ იზრდება ინფლაცია. და პირიქით, დასაქმებულთა რიცხვის შემცირება ანელებს ინფლაციის ზრდას.**

ეს დამოკიდებულება გამოისახება ფილიპის შესაბამისი მრუდით.

სოციალურ-ეკონომიკური პროცესების შესწავლისას, ხშირად გვაქვს ამოცანა: გავარკვიოთ სხვადასხვა გნმსაზღვრელ მახასიათებელ სიდიდეებს შორის როგორი ანალიზური კავშირია. ასეთი

მოცანების ამოსახსნელად ატარებენ მონაცემების კორელაციურ ნალიზს. განვიხილოთ სიტუაცია, როცა ექსპერიმენტის შედეგად გვაქვს ორი განმსაზღვრელი პარამეტრი X და Y მნიშვნელობათა მონაცემები. მაგალითად უმუშევრობა და ინფლაციის ხარისხი.

ასე რომ, მონაცემები წარმოადგენს  $\{(x_i, y_i)\}_{i=1}^n$  წყვილების სიმრავლეს, სადაც n ექსპერიმენტულ მონაცემთა რაოდენობაა. X და Y სიდიდეთა მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების გარდა, ისმის კითხვა: დამოუკიდებელია ეს სიდიდეები, თუ არა? თუ არ არის დამოუკიდებელი, მაშინ როგორია მათ შორის კავშირი (წრფივი თუ არაწრფივი)?

ამ კითხვზე პასუხის გასაცემად ავებენ X და Y სიდიდეთა შორის შესაძლო დამოიდებულების გრაფიკულ სურათს, ნახ.1. საიდანაც ვიზუალურად ჩანს მათ შორის არის თუ არა ფუნქციონალური დამოკიდებულება. თუ მონაცემების შესაბამისი წერტილები ჯგუფდება რომელიმე წრფის მახლობლობაში, მაშინ ამბობენ, რომ ეს სიდიდეები კორელირებენ და მათ შორის არსებობს წრფივი დამოკიდებულება. თუ რამდენადაა ეს მონაცემები ერთმანეთთან დაკავშირებული, მოიცემა კორელაციის კოეფიციენტის სიდიდის მიხედვით.

თუ X და Y სიდიდეთა შორის წრფივი დამოკიდებულებაა, მაშინ კორელაციის კოეფიციენტი უნდა იღებდეს 1 ან -1 მნიშვნელობას. რაც უფრო ახლოა ამ მნიშვნელობებთან კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა, მათ შორის დამოკიდებულება მით უფრო ახლოა წრფესთან თუ, კორელაციის კოეფიციენტის მნიშვნელობა ახლოსაა ნულთან, მაშინ ამ სიდიდეებს შორის არაა წრფივი დამოკიდებულება, ანუ, დამოკიდებულება ან არაწრფივია, ან საერთოდ არ კორელირებენ ეს სიდიდეები. განვიხილოთ შესაძლო კავშირი წლიურ ინფლაციის დონესა და უმუშევრობის კოეფიციენტს შორის. ამისათვის ვისარგებლეთ არსებული ოფიციალური მონაცემებით (ცხრ.1 და ცხრ.2).

სამომხმარებლო ფასების ინდექსი (ინფლაცია)

ცხრ.1

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
საშუალო წლიური წინა წლის საშუალო წლიურთან	109.2	109.2	110.0	101.7	107.1	108.5	99.1	99.5
დეკემბერი წინა წლის დეკემბერთან	108.8	111.0	105.5	103.0	111.2	102.0	98.6	102.4
წლიური ინფლაციის დონე	8.8	11.0	5.5	3.0	11.2	2.0	8.6	2.4

დასაქმება და უმუშევრობა

ცხრ.2

	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
დასაქმებული	1747.3	1704.3	1601.9	1656.1	1628.1	1664.2	1724.0	1712.1
უმუშევარი	274.5	261.0	315.8	335.6	316.9	295.1	305.1	291.8
უმუშევრობის კოეფიციენტი	0.136	0.133	0.165	0.168	0.163	0.151	0.151	0.146

წლიურ ინფლაციის დონესა და უმუშევრობის კოეფიციენტს შორის კავშირის შესასწავლად, გამოთვალეთ შესაბამისი კორელაციის კოეფიციენტი, რაც ჩვენი ანგარიშით ახლოსაა ნულთან.

ეს იმას ნიშნავს, რომ კავშირი ან არ არსებობს, ან არაწრფივია. შევადგინოთ პროგრამა Mathcad-ზე და ჩავატაროთ შესაბამისი რეგრესიული ანალიზი (ნახ.1).

$$X := \begin{pmatrix} 2.0 \\ 2.4 \\ 3.0 \\ 5.5 \\ 8.6 \\ 8.8 \\ 11.0 \\ 11.2 \end{pmatrix} \quad Y := \begin{pmatrix} 0.151 \\ 0.146 \\ 0.168 \\ 0.165 \\ 0.151 \\ 0.136 \\ 0.133 \\ 0.163 \end{pmatrix} \quad n := 8$$

$$f(x, a, b, c) := a \cdot x^2 + b \cdot x + c$$

$$I(a, b, c) := \sum_{i=0}^{n-1} (Y_i - f(X_i, a, b, c))^2$$

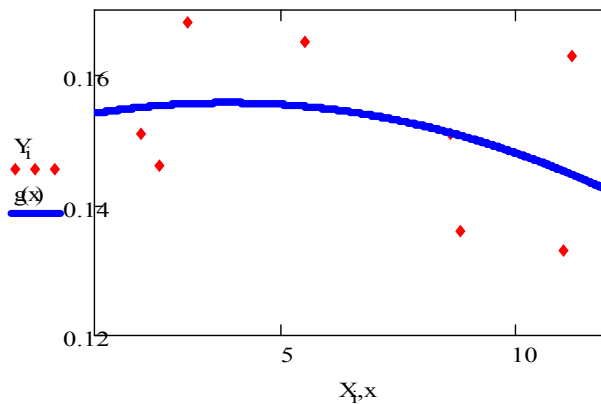
Given

$$a := 1 \quad b := 1 \quad c := 1$$

$$R := \text{Minimize}(I, a, b, c)$$

$$R = \begin{pmatrix} -0 \\ 0.002 \\ 0.153 \end{pmatrix}$$

$$g(x) := R_0 \cdot x^2 + R_1 \cdot x + R_2$$



ნახ.1. ფილბისის მრუდი

### 3. დასკვნა

როგორც ვხედავთ, არაწრფივი რეგრესია საკმაოდ კარგ მიახლოებას იძლევა უმუშევრობისა და ინფლაციის კოეფიციენტის ურთიერთდამოკიდებულების შესასწავლად. რეგრესიის წირიდან გამომდინარე შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ინფლაციის გაზრდით, უმუშევრობა კლებულობს, რაც სწორედ ფილიპის მრუდის იდეას შეესაბამება.

#### ლიტერატურა:

1. ობგაძე თ. (2007). მათემატიკური მოდელირების კურსი, ტომი 2, სტუ, თბილისი.
2. . . (1999). . . . .

### DEPENDENCE BETWEEN THE RATE OF INFLATION AND UNEMPLOYMENT RATE IN GEORGIA. PHILLIPS'S CURVE

Mukhashavriya Salome, Metreveli Elene

#### Summary

In work communication between a rate of inflation and possible consequences is considered, the problems connected with inflation growth, an inflation role in development of social and economic processes of the country consideration. In work, communication between a rate of inflation and coefficient of unemployment is defined. The corresponding correlation and regression analysis is carried out and Phillips's curve because of application of the Mathcad program is under construction.

### ЗАВИСИМОСТЬ МЕЖДУ УРОВНЕМ ИНФЛЯЦИИ И КОЭФФИЦИЕНТОМ БЕЗРАБОТИЦЫ В ГРУЗИИ. КРИВАЯ ФИЛЛИПСА

Мухашаврия С., Метревели Э.

#### Резюме

Рассматривается вопрос связи между уровнем инфляции и возможными последствиями. Выделяются проблемы, связанные с ростом инфляции. Обсуждается роль инфляции в развитии социально-экономических процессов страны. В работе определяется связь между уровнем инфляции и коэффициентом безработицы. Проводится соответствующий корреляционный и регрессионный анализ и строится кривая Филлипса на основе применения программы Mathcad.

## CONCEPT OF AUTOMATED MANAGEMENT OF MULTIMODAL FREIGHT TRANSPORTATION BUSINESS PROCESSES

Gogichaishvili Giorgi, Surguladze Giorgi  
Georgian Technical University

### Abstract

Article discusses concept of automated management of business processes in multimodal freight transportation. Objects such as port, ship, airplane, train, customs, truck, etc. are discussed. In the analysis, attention is devoted to identification of factors that affect efficiency of transportation process (time, costs, etc.), its business processes and business rules. Business processes of multifunctional shipments have to be analyzed, classified, structured and optimized based on systematic approach (analysis) and methods of operational research. An imitative model of system management has to be designed based on graphical model of Petri nets and methodology of conducting computer experiments has to be developed in order to make optimal decisions. A common concept has to be developed with an objective to design multimodal shipment process support computer system and to develop it based on object-oriented programming and unified databases.

**Keywords:** Multimodal freight transportation. Business process. Management Information Systems. BPMN. UML. ERP. Service Oriented Architecture.

### 1. Importance and Topicality of Concept

Study and solution of problem areas in multimodal freight transportation business process automated management is very important as from international perspective, as well as specifically for Georgia. It is of current importance on a regional scale (Georgia, transcaucasia, corridor to Central Asiatic, etc.). The concept itself is of a complex nature and less studied. The topic requires applying of systematic attitude as well as ability of multifunctional reasoning in terms of management, logistics, information and software support.

First of all, initial information for conducting systematic analysis and identifying problem areas has to be collected. Present concept can be attributed to the category of large and complex information systems, which involves conducting computerized imitation studies for the distributed system of multimodal freight transportation based on modeling of hardly formalized, stochastic processes.

In addition, establishing assessment system is needed for the respective results from the aforementioned imitation studies that will act as a basis for developing a computer support system that is undoubtedly of high topicality and importance.

If we look at the current state of research of this problem, we will see that as secondary, internet-based research shows, there is scarcity of literature sources on multimodal freight transportation. The field itself is basically related to provision of transportation services, logistics and freight forwarding management. In practice, various companies all over the world operating within transportation industry perform various activities (for instance, shipment of automobiles from Japan, US, European countries, etc). There is a scarcity of materials depicting theoretical and scientific research, while those of a complex, systematic research are not found at all.

## 2. Research Object

Research has to be done on Georgia's air, sea, rail and road multimodal freight transportation system. Algorithms will be developed to optimize complex work activities that occur in this system and to developing a computer support system based on them. Research object of the multimodal freight transportation is complex and involves a number of objects (resources).

As already mentioned above, research object deals with four modes of transport: sea, air, rail and road. A chain of multimodal freight shipment may involve a combination of two or more transport modes (e.g. ship-rail or truck-ship-rail-truck, etc). Each shipment has a transit time which may depend on a number of factors: distance, routing, shipment time/season, port operating capacity/functioning, customs documentation, etc.

Such factors directly influence duration of a shipment's transit time. In practice, rarely can be found a shipment in case of which total actual transit time is the same as the planned one. In fact, common are those events or happenings that could not have been foreseen at the time the shipment was being planned. Same can be said about shipment costs that like transit time (but with less influence) may vary or considerably change during the transportation process.

Analysis of a whole multimodal transportation chain has to be done and complex processes existent in it have to be optimized based on simulation modeling.

In order for the analysis of a shipment chain to take place a thorough study and analysis of objects comprising it has to be done.

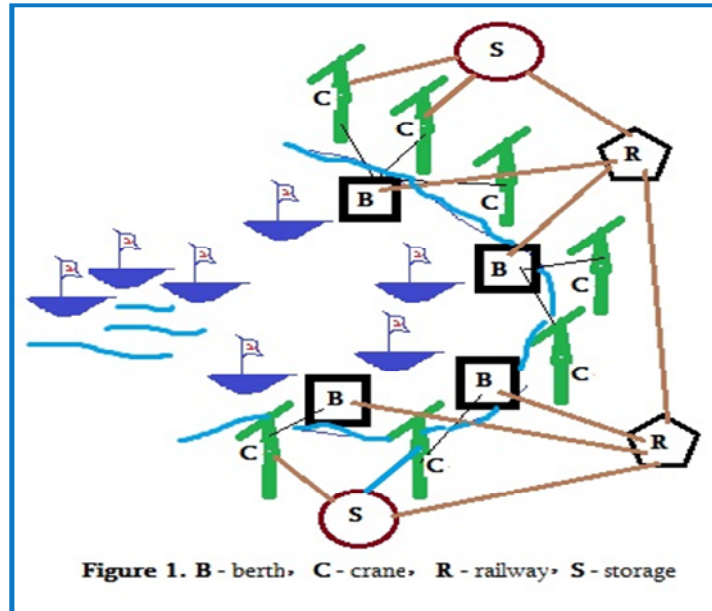
## 3. Defining Objects and their Attributes

For instance, sea port structures vary, they comprise of a territory and aquatory, rail and automotive ways, various objects of telecommunication, civil and manufacture facilities, storehouses, security structures, berths, coast protection structures and others (Figure 1).

Dynamic objects of a sea port are ships (passenger, cargo, mixed), rail wagons (closed, open, special), cranes (port, bridge, cable, crawler, motor, rail), shipment machinery (auto, electric, etc.), cargo (bulk, general), teams of workers, etc.

The above listed objects influence a transportation process and consequently they have to be taken into account at the stages of shipment planning and effectuation. Ineffective planning of cargo related port activities in a shipment chain may lead to delays, fines (extra charges of demurrage or detention) that will have direct negative affect efficiency of transportation process. Consequently, the future computer support system should act as a mean of facilitation for an organizer of a shipment and help solve such problems as:

- 1) Minimization of a ship or wagon detention/demurrage time;
- 2) Usage of load/unload means at mazimum capacity (cranes, special machinery, etc.);
- 3) Effective planning of port transit taimе.



In general, solve the problem of timely and efficient passage of cargo to the next, further mean of transport in the shipment chain.

**Cargo:** Identifier, type, condition, type of packaging, unit dimensions (length, width, height), unit volume, total volume, unit weight, quantity of units, total weight, dangerous/non-dangerous, customs code, shipper, consignee, origin, destination, etc;

**Ship:** Identifier, type, craned/non-craned, condition, storage limit, load capacity, volume, location, location, etc.;

**Berth:** Identifier, length, depth, allowable load, specialisation, release time, passage/bandwith (power), attribution to district, etc.;

**Warehouse:** Identifier, type, area, floor/store, percentage occupied, allowable load, location, address, attribution to district, etc.;

**Crane:** Identifier, type, lifting capacity, maximum arrow length, minimum arrow length, lifting height, hook release (sink) depth, lifting speed, rotation speed, hook height change speed, speed, total weight, location, etc.;

**Airplane:** Identifier, type, condition, volume, maximum transportable unit dimensions (length, width, height) location, etc.

**Truck:** Identifier, type, condition, load volume, allowable dimensions of a freight unit (length, width, height), allowable unit weight, maximum payload, location, etc.;

**Work crew** - Identifier, type, qualified members, number of members, location, type of work to be performed, output norm, technological work scheme, etc.;

**Shipment route** - Identifier, origin (town/country), exit point/location, transit destination(s), final\_destination (town/country), entrance point/location, distance, transit time (plan.), transit time (act.), etc.;

**Shipment term:** Identifier, origin term, destination term (International shipping terms - INCOTERMS).

D-Network of a sea port district can be given as Figure 2 shows [4,5].

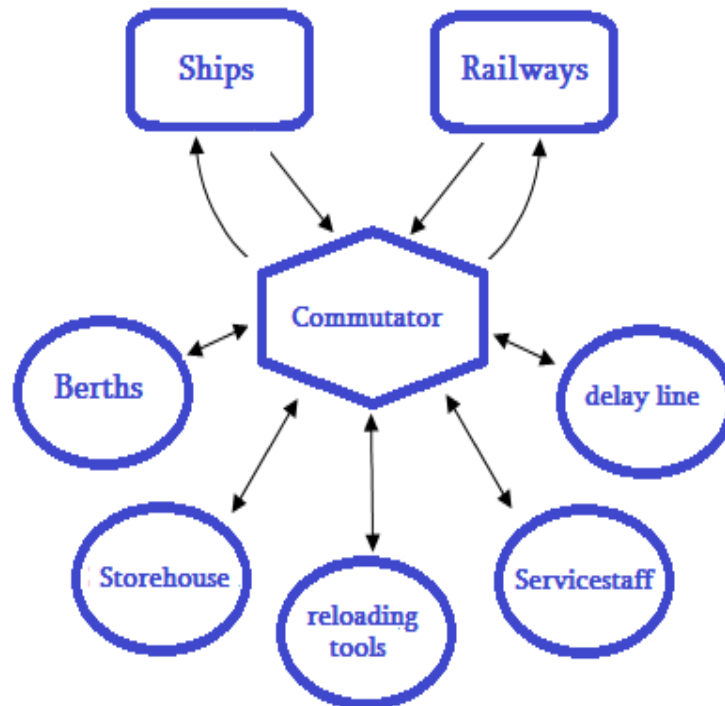


Figure 2. D-network Seaport

Converters that play flow commutation role in objects are gathered into a single commutator. Sources that correspond to ships model patterns of cargo vessels (coal, ore, wood, etc.) entering the port. There exist also vessels that carry fruits, vegetables, sugar, salt and other types of products.

Objects formed from the source-entrance go via commutator either to converter or outflow current. Role of this current is performed by ships and trains that receive cargo and further move out of the port area. Outflow objects and converters have characteristics with values that change once they enter the commutator exit. Change in values of characteristics occur in accordance with the graphs of converters and source passages.

#### 4. Conclusions

Project envisages systemic research of processes of multimodal freight transportation (Air, Sea, Rail, Automotive) with the objective to optimize its business processes using market analysis and enterprise resource planning systems [6]. First time within this project building an imitative model of managing multimodal freight transportation is given based on mathematical tool –



Coloured Petri Nets (CPN) and mass service theory (Markov processes) [7,8]. Pilot version software of the system will be implemented using service-oriented architecture (SOA), process-oriented modeling (BPMN) and object-oriented approach – Unified Modeling Language (UML) technologies [6,9].

#### References:

1. Virginia Multimodal Freight Plan. (2013). Draft Report. Prepared by Cambridge Systematics, Inc. 8573.230. [http://www.cppdc.org/Transportation\\_Data/Virginia\\_Multimodal\\_Freight\\_Plan\\_11.01.13\\_Draft\\_Final\\_with\\_appendices.pdf](http://www.cppdc.org/Transportation_Data/Virginia_Multimodal_Freight_Plan_11.01.13_Draft_Final_with_appendices.pdf)
2. Multimodal Freight Transportation Within the Great Lakes–Saint Lawrence Basin. (2012). NCFRP Report 17. National cooperative freight research program. Transportation research board 2012 executive committee (Chair: Sandra Rosenbloom). Washington. [http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/ncfrp/ncfrp\\_rpt\\_017.pdf](http://onlinepubs.trb.org/onlinepubs/ncfrp/ncfrp_rpt_017.pdf)
3. Наумов В.С. (2012). Транспортно-экспедиционное обслуживание в логистических системах. Монография. Харьков. ХНАДУ. [https://www.academia.edu/5120333/Наумов\\_В.С.\\_Транспортно\\_экспедиционное\\_обслуживание\\_в\\_логистических\\_системах](https://www.academia.edu/5120333/Наумов_В.С._Транспортно_экспедиционное_обслуживание_в_логистических_системах)
4. Meyer-Wegener K., Petriashvili L., Surguladze G. (2014). Decision support system for optimization of seaport resource. III internat. Scientific Conference. Computing / Informatics, Education Sciences, Teacher Education. Batumi, Georgia, pp.44
5. Klikov U. (1979). Basics of Situational Control. M., МЕРФИ.
6. Surguladze Gia, Kristesiashvili Khatia, Surguladze Giorgi (2014). Modeling and Research of Business Processes of Enterprise Resource Management. Monogr., GTU, Tbilisi. [http://gtu.ge/book/gia\\_sueguladze/GiaSurgul\\_BPMN\\_ERP\\_2014.pdf](http://gtu.ge/book/gia_sueguladze/GiaSurgul_BPMN_ERP_2014.pdf)
7. Gogichaishvili G., Surguladze G., Topuria N., Urushadze B. (2014). Construction of Management Information Systems of Distributed Business Processes Based on Petri Networks and Object-Role Modeling. Georgian National Academy of Sciences, Bulletin "Moambe", vol.8, N.1, pp.58-64
8. Gogichaishvili G., Bolch G., Surguladze G., Petriashvili L. (2013). Tools of Object-oriented Design and Modelling of Automated Control Systems (MsVisio, WinPepsy, PetNet, CPN). ISBN978-9940-56-77-8. Monogr., GTU, Tbilisi
9. Surguladze G., Bulia I. (2012). Integration and Building of Web-Applications for Enterprises. ISBN978-9941-20-165-3. Monogr., GTU, Tbilisi.

**მულტიმოდალური გადაზიდვების ბიზნეს-პროცესების  
ავტომატიზებული მართვის კონცეფცია**

გიორგი გოგიჩაიშვილი, გიორგი სურგულაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

განხილვა მულტიმოდალური გადაზიდვების ავტომატიზებული მართვის კონცეფცია, ისეთი ობიექტები, როგორცაა პორტი, გემი, თვითმფრინავი, მატარებელი, საბაჟო, ავტოტრანსპორტი და სხვა. თითოეულის გაანალიზებისას ყურადღება ეთმობა ისეთი ფაქტორების გამოვლენას, რომლებიც შესაძლოა ზემოქმედებდეს მულტიმოდალური გადაზიდვის ეფექტურობაზე (დრო, ხარჯი და ა.შ.). გამოსაკვლევი საქართველოში მულტიმოდალური გადაზიდვების სისტემის მდგომარეობა, მისი ბიზნეს-პროცესების და ბიზნეს-წესების ერთობლიობა. სისტემური მიდგომის (ანალიზის) და ოპერაციითა კვლევის მეთოდების საფუძველზე უნდა განხორციელდეს მრავალფუნქციური გადაზიდვების პროცესების ანალიზი, კლასიფიკაცია, სტრუქტურისა და ოპტიმიზაცია. უნდა შემუშავდეს ამ სისტემის მართვის იმიტაციური მოდელი პეტრის ქსელების გრაფული მოდელის საფუძველზე და მოხდეს კომპიუტერული ექსპერიმენტების ჩატარების მეთოდის შემუშავება ოპტიმალური გადაწყვეტილებების მისაღებად. უნდა შემუშავდეს ერთიანი კონცეფცია მულტიმოდალური გადაზიდვების პროცესების სრულყოფის მიზნით მხარდაჭერი კომპიუტერული სისტემის ასაგებად და მის სარეალიზაციოდ ობიექტ-ორიენტირებული დაპროგრამებისა და მონაცემთა ერთიანი ბაზების საფუძველზე.

**КОНЦЕПЦИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО УПРАВЛЕНИЯ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ  
МУЛЬТИМОДАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТИРОВКИ**

Гогичаишвили Георгий, Сургуладзе Георгий  
Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Рассматривается концепция автоматизированного управления мульти-модальными перевозками грузов, с такими объектами как порт, судно, аэропорт, самолет, железнодорожный- и автотранспорт, таможня и т.д. При анализе каждого вида транспорта особое внимание уделяется выявлению таких факторов, которые могут воздействовать на эффективность мультимодальных перевозок (время, расходы и т.д.). Следует исследовать состояние мультимодальных перевозок в Грузии, их бизнес-процессов и бизнес-правил. На основе системного подхода и исследования операций анализируется, классифицируется, структурируется и оптимизируется процесс многофункциональной перевозки. Разрабатываются имитационная модель этой системы с помощью графовой модели сетей Петри и методика проведения компьютерных экспериментов с целью выработки приемлемых решений. Разрабатывается единая концепция построения поддерживающей компьютерной системы для совершенствования процессов мультимодальной транспортировки грузов и их программной реализации на основе объектно- и сервис-ориентированного подходов и единой распределенной базы данных.

**საფინანსო კორპორაციის ბიზნეს-პროცესების მენეჯმენტი  
ITIL მეთოდოლოგიის საფუძველზე**

გია სურგულაძე, ეკატერინე თურქია, თინათინ ქაჩლიშვილი,  
ციური ფხაკაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

განიხილება ფინანსურ კორპორაციებში ბიზნეს-პროცესების და მასთან დაკავშირებული IT-ინფრასტრუქტურის მართვის ადამიანური, ტექნიკური, ფინანსური და დროითი რესურსები. კერძოდ, გაანალიზებულია შიგა და გარე რეპორტირების საქმისწარმოების პრობლემები და მათი გადაწყვეტის გზები ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიებით. შესაბამისი პროგრამული სისტემის შექმნის კონცეფცია ITIL მეთოდოლოგიის საფუძველზე, ობიექტ-ორიენტირებული, პროცეს-ორიენტირებული და სერვის-ორიენტირებული არქიტექტურების გამოყენებით. განიხილება პროგრამული ინჟინერიის UML ტექნოლოგია და მისი CASE საშუალებები, ფინანსური ორგანიზაციის რეპორტირების საინფორმაციო სისტემის მონაცემთა განაწილებული ბაზის აგების საკითხი ობიექტ-როლური მოდელირების მეთოდით, მომხმარებელთა ფუნქციური ამოცანებისა და მოქნილი ინტერფეისების დაპროგრამების მეთოდები და ინსტრუმენტული საშუალებები.

**საკვანძო სიტყვები:** კორპორაციული სისტემა. ბიზნეს-პროცესების მენეჯმენტი. ITIL მეთოდოლოგია. რეპორტირების პროცესის ავტომატიზაცია. პროგრამული ინჟინერია. UML. CASE.

**1. შესავალი**

თანამედროვე ორგანიზაციული მართვის ავტომატიზებული სისტემების პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნის, დანერგვის და ექსპლუატაციის საკითხების გადაწყვეტა, ახალი ინფორმაციული ტექნოლოგიების ბაზაზე, სადაც გამოყენებული იქნება საერთაშორისო სტანდარტების შესაბამისი მეთოდოლოგიებისა და უსაფრთხოების ინსტრუმენტები, აქტუალური და მნიშვნელოვანია.

დღეისათვის დიდი ყურადღება ეთმობა პროგრამული უზრუნველყოფის ხარისხისა და სერვისის ფაქტორების სრულყოფას, რისთვისაც შემუშავებულია რიგი საერთაშორისო სტანდარტები, როგორც პროგრამული უზრუნველყოფის დამუშავების, ისე მზა პროდუქტის IT აუდიტირების მხარდასაჭერად. ასეთი საერთაშორისო სტანდარტებია ISACA, ISO, COBIT, IEC/IEEE, ITIL, ITSM და სხვა [1-3].

IT-ინფრასტრუქტურის ხარისხიანად ფუნქციონირებისა და ბიზნესის მოთხოვნების შესაბამისად მხარდაჭერის მიზნით განსაკუთრებით მოქნილია ITIL (Information Technology Infrastructure Library) სტანდარტი, რომელიც გვთავაზობს დანერგილი პროგრამული უზრუნველყოფის შემდგომი მხარდაჭერის სერვისებს, ანალიზებს ბიზნესის მიზნებს და ამოცანებს, რის საფუძველზეც გვთავაზობს იმ IT-სერვისებს და ერთეულებს, რომლებიც აუცილებელია კორპორაციის მართვისთვის [1].

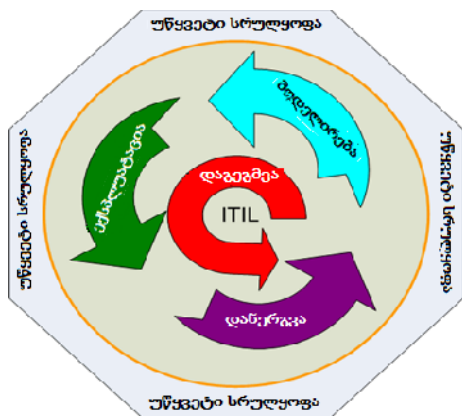
სერვის-მოდელი, რომელთაც ITIL გვთავაზობს, გვეხმარება IT-სფეროს სირთულეების, ხარჯების, მოქნილობის და მრავალსახეობის მართვაში. ყოველ მოდელს აქვს გამოყენების ვარიანტების სიმრავლე კონკრეტული შემთხვევისგან დამოკიდებულებაში, რაც მისი გამოყენების იდეას ზღის უნივერსალურს, მოქნილს და ეფექტურს. ის გვთავაზობს სრულიად ახალ მიდგომას. IT სამსახური ანალიზებს ბიზნესის მიზნებს და ამოცანებს და აქედან გამომდინარე, გვთავაზობს სერვისებს, რომლებიც ნამდვილად სჭირდება ბიზნესს.

კორპორაციის მოქნილად მართვა დღეს შეუძლებელია საინფორმაციო სისტემების გარეშე. მსხვილი კორპორაციების შემთხვევაში მენეჯმენტისთვის, ბიზნეს-მოთხოვნების მუდმივი ზრდიდან გამომდინარე, რთულდება IT-ინფრასტრუქტურისა და ბიზნეს-პროცესების ერთობლივი მართვა. ამ შემთხვევაში ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი დატვირთვა აქვს რეპორტირების პროცესებს, რაც ერთის მხრივ, იძლევა ინფორმაციას არსებული ბიზნეს-პროცესების შესახებ, ხოლო მეორეს მხრივ, ახდენს იდენტიფიკაციას ამ ბიზნეს-პროცესების შესაბამისი მართვის მხარდამჭერი IT-ინფრასტრუქტურის (ავტომატიზებული მოდულები, სერვერები, სერვისები და სხვ.) არსებულ და გასავითარებელ მდგომარეობაზე.

სტატიის მიზანია ფინანსურ კორპორაციაში ბიზნეს-პროცესების მართვის სრულყოფის კონცეფციის შემუშავება ITIL სტანდარტზე ბაზირებული კონსოლიდირებული რეპორტირების ანალიტიკური ავტომატიზებული სისტემით. კონსოლიდირებული რეპორტირების ფარგლებში განიხილება, როგორც ბიზნეს-პროცესების შესაბამისი მართვის მხარდამჭერი IT-ინფრასტრუქტურის სისტემიზაცია, ისე ანალიტიკური ხასიათის პროცესებისა და მოთხოვნების რეალიზაცია.

## 2. ძირითადი ნაწილი

საფინანსო ორგანიზაციაში რეპორტირების ბიზნეს-პროცესი, ზოგადად, შეიძლება ასე განვსაზღვროთ: „საწყის ეტაპზე ხდება ყოველთვიური ანგარიშგებათა (რეპორტების) მომზადება (მაგალითად, კომერციულ ბანკებში). შემდეგ კომერციული ბანკის შესაბამისი პასუხისმგებელი პირი ტვირთავს მომზადებულ ანგარიშგებას სპეციალურ პორტალზე. პორტალიდან (მაგალითად, ეროვნული ბანკის) შესაბამისი პასუხისმგებელი პირი ახდენს ფაილების ფიზიკურ გადაწერას ფაილსერვერზე და ასევე ფაილში შემავალი მონაცემების შეტანას მონაცემთა ბაზაში, შემდგომი დამუშავების მიზნით. ფაილსერვერზე არსებულ ფაილებში მოწმდება, შეესებათ თუ არა ტექნიკურად ბანკების მიერ წარმოდგენილი რეპორტები დადგენილ ნორმებს. ასევე ბაზაში შეტანილი მონაცემები მოწმდება შინაარსობრივად შეესაბამება თუ არა ისინი დადგენილ ნორმებს. ტექნიკური ან შინაარსობრივი ხარვეზების გამოვლენის შემთხვევაში ხდება კომერციულ ბანკებთან დაკავშირება და არსებული ხარვეზების გასწორების მოთხოვნა. შესწორებული რეპორტები თავიდან იტვირთება ზემოაღნიშნულ სპეცპორტალზე. ხარვეზების არარსებობის შემთხვევაში ხდება ბაზაში მონაცემების ანალიტიკური დამუშავება, შემდგომ მათი შეჯამება და ფინანსური მაჩვენებლების განსაზღვრა. ამის შემდეგ, არსებულ მონაცემებზე დაყრდნობით, მზადდება სპეციალიზებული რეპორტები და ეგზავნება ისინი როგორც შიგა, ასევე გარე მომხმარებლებს“.



ნახ.1. ITIL-ეტაპები

დაგეგმვის ეტაპზე ბიზნეს ანალიტიკოსმა უნდა გამოიკვლიოს ამოცანები, კერძოდ „რეპორტირების“ არსებული სისტემა შესაბამისი მიზნის განსაზღვრისთვის, სტრატეგიის აგების დანიშნულებაა სერვისების მიმწოდებელმა შეაფასოს საკუთარი შესაძლებლობები და გადაწყვიტოს,

შედგებს თუ არა იგი განახორციელოს სერვისული პროტოკოლის მოთხოვნები ყველა ხარჯის და რისკის გათვალისწინებით [1,5]. სერვისის დაპროექტების ეტაპზე აღიწერება ძირითადი პრინციპები და მოდელირების მეთოდები სტრატეგიული მიზნების გარდაქმნისათვის განსაზღვრული ხარისხის კონკრეტული სერვისების ერთობლიობაში. იგი მოიცავს ასევე ახალი სერვისების შექმნის, არსებულის ცვლილების და სრულყოფის საკითხებს სასიცოცხლო ციკლის ფარგლებში, რაც აუცილებელია მის ფასეულობათა ასამაღლებლად მომხმარებელთა და ინტეგრაციის კონცეფციის თვალსაზრისით [6]. მეტად მნიშვნელოვანი ეტაპებია სერვისების დანერგვა და ექსპლუატაცია, და ბოლოს, სერვისის უწყვეტი სრულყოფა. იგი მდგომარეობს სერვისის ფასეულობის ამაღლების მეთოდების და საშუალებების აღწერაში სასიცოცხლო ციკლის სხვადასხვა ეტაპზე სრულყოფის რეალიზაციის გზით. ეს ეტაპი აერთიანებს თავის თავში ხარისხის, ცვლილებების და მწარმოებლურობის სრულყოფის მართვის პრინციპებს, პრაქტიკასა და მეთოდებს [1].

ფინანსური კორპორაციის მართვის სისტემის ფარგლებში „რეპორტინგის“ ამოცანის ავტომატიზებული გადაწყვეტის მიზნით, შემუშავებულ იქნა აღნიშნული მოდელები (ნახ.2, ნახ.3). პირველი აღწერს ბიზნეს-პროცესში მონაწილე როლებს და მათ ფუნქციებს, რომლებიც დაკავშირებულია ერთმანეთთან მემკვიდრეობითობის, საკომუნიკაციო, აგრეგატული და რელაციური კავშირებით [7]. მეორე დიაგრამა ასახავს „რეპორტინგის“ ამოცანის ბიზნეს-პროცესს (Workflow) და იმ ბიზნეს-წესებს, რომლებითაც ხდება რეალური პროცედურების მართვა. ამ სქემის შესაბამის პროცედურათა მნიშვნელოვანი მოცემულია ქვემოთ:

// -- ლისტინგი-1: რეპორტინგის აქტიურობათა დიაგრამის შესაბამისი ტექსტი ---

0. დასაწყისი

1. საწყის ეტაპზე ხდება ყოველთვიური ანგარიშგებების მომზადება კომერციულ ბანკებში.

2. შემდეგ კომერციული ბანკის შესაბამისი პასუხისმგებელი პირი ტვირთავს მომზადებულ ანგარიშგებას სპეციალურ პორტალზე.

3.1. პორტალიდან ეროვნული ბანკის შესაბამისი პასუხისმგებელი პირი ახდენს ფაილების ფიზიკურ გადაწერას ფაილსერვერზე და

3.2. ასევე ფაილში შემავალი მონაცემების შეტანას MsSQL Server ბაზაში შემდგომი დამუშავების მიზნით.

4.1. ფაილსერვერზე არსებულ ფაილებში მოწმდება - ტექნიკურად შეესაბამება თუ არა ბანკების მიერ წარმოდგენილი ანგარიშგებები დადგენილ ნორმებს,

4.2. ასევე ბაზაში შეტანილი მონაცემები მოწმდება შინაარსობრივად - შეესაბამება თუ არა ისინი დადგენილ ნორმებს.

5. ტექნიკური ან შინაარსობრივი ხარვეზების გამოვლენის შემთხვევაში ხდება კომერციულ ბანკთან დაკავშირება და ანგარიშგებების რედაქტირების მოთხოვნა,

6. შემდეგ კომერციული ბანკის შესაბამისი პასუხისმგებელი პირი თავიდან ტვირთავს სპეციალურ პორტალზე რედაქტირებულ ანგარიშგებებს.

7. ხარვეზების არარსებობის შემთხვევაში ხდება ბაზაში მონაცემების ანალიტიკური დამუშავება,

8.1. შემდგომ მათი შეჯამება და

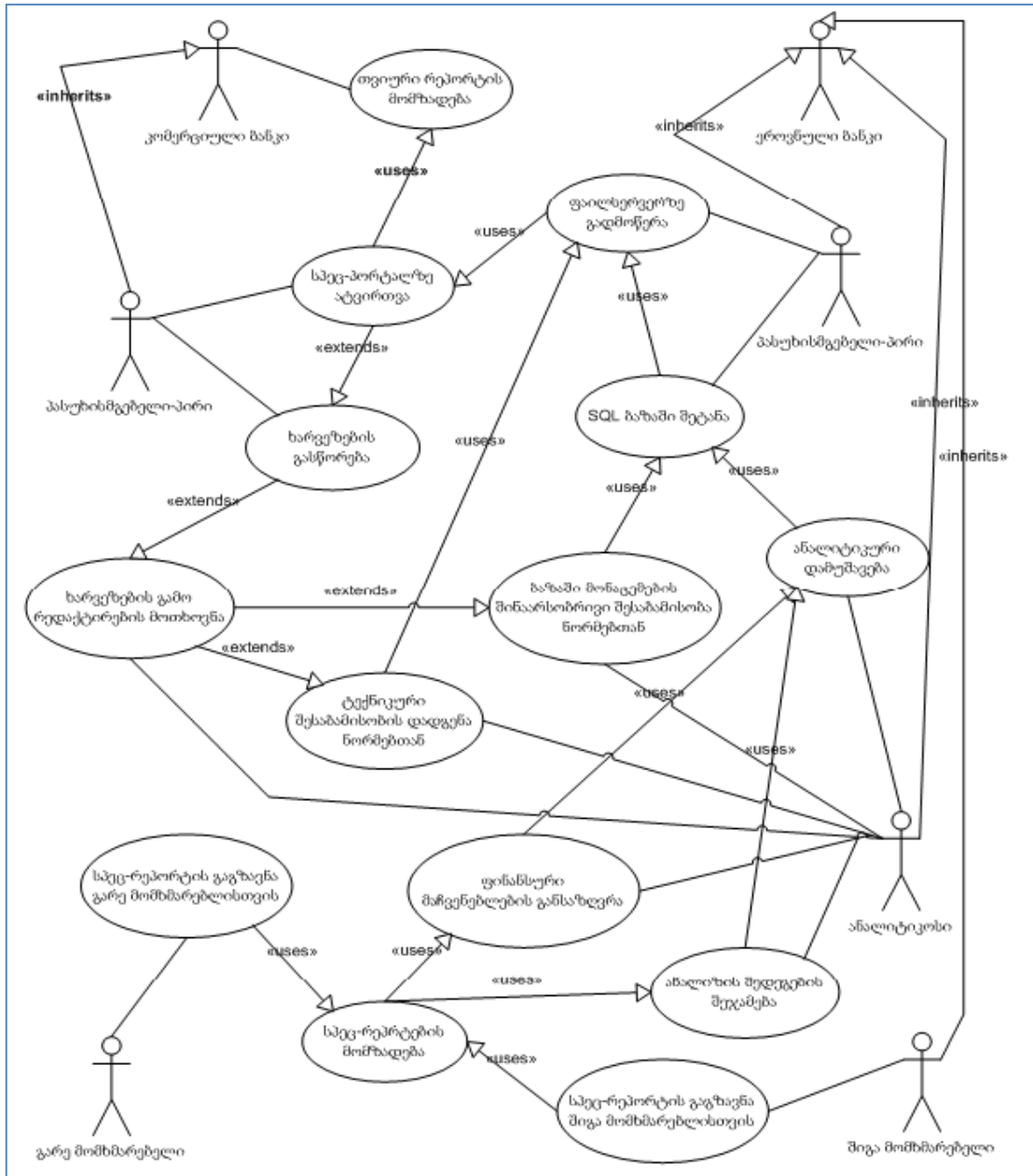
8.2. ფინანსური მაჩვენებლების განსაზღვრა.

9. მზადდება სპეციალიზებული ანგარიშგებები, არსებულ მონაცემებზე დაყრდნობით

10.1. სპეციალიზებული ანგარიშგებები ეგზავნება შიგა მომხმარებლებს და

10.2. სპეციალიზებული ანგარიშგებები ეგზავნება გარე მომხმარებლებს.

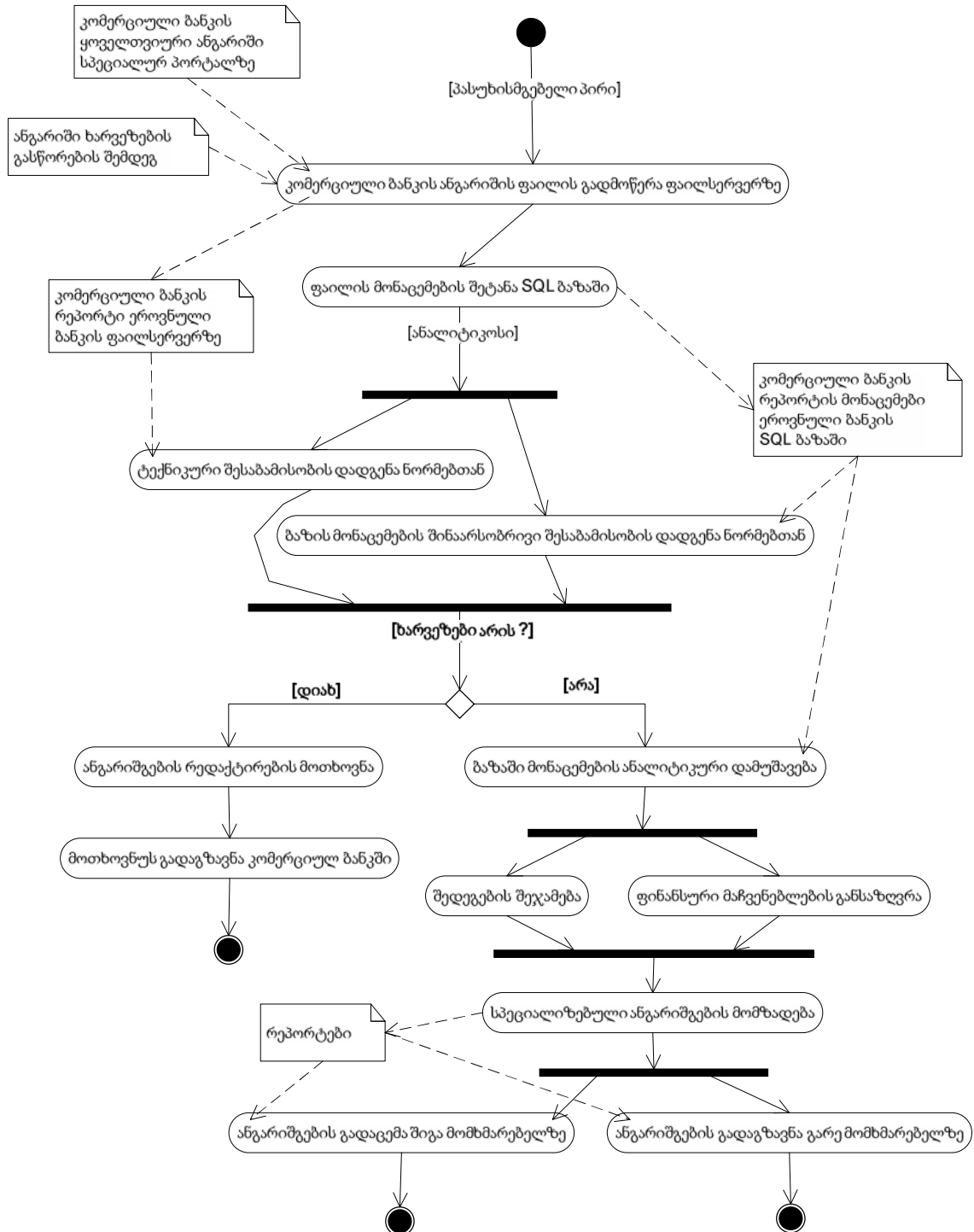
11. დასასრული



ნახ.2. UseCase დიაგრამა

### 3. დასკვნა

ამგვარად, საპრობლემო სფეროს IT-სერვისის ან პროგრამული სისტემის დაპროექტების, რეალიზაციის და ექსლუატაციის მაღალი ხარისხი მნიშვნელოვნადაა დამოკიდებული წინასაპროექტო სტადიაზე ანალიზური კვლევის და ამოცანის სწორად ჩამოყალიბების შედეგებზე. უნიფიცირებული მოდელირების ტექნოლოგიის (UML) საფუძველზე მას შეესაბამება ბიზნეს-მოთხოვნილებათა განსაზღვრის ეტაპი (UseCase და Activity დიაგრამები) და მომხმარებელთა ინტერაქტიული პროცედურების (სცენარების) აგების ეტაპი (Sequence Collaboration დიაგრამები) [4]. ITIL მეთოდოლოგიის სტანდარტებით კი შესაძლებელია უსაფრთხო პროგრამული სისტემის შექმნა და მისი სასიცოცხლო ციკლის ეფექტიანი მართვა.



ნახ.3. Activity დიაგრამა: ამოცანისათვის - „საბანკო რეპორტების დამუშავება“

### ლიტერატურა:

1. სურგულაძე გ., ურუშაძე ბ. (2014). საინფორმაციო სისტემების მენეჯმენტის საერთაშორისო გამოცდილება (BSI, ITIL, COBIT). სტუ. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი. [http://gtu.ge/book/gia\\_sueguladze/sainfo\\_sistemebi\\_BSI\\_ITIL\\_COBIT.pdf](http://gtu.ge/book/gia_sueguladze/sainfo_sistemebi_BSI_ITIL_COBIT.pdf)
2. ITIL moving towards Enterprise Architecture. (2007). <http://blogs.msdn.com/b/mikewalker/archive/2007/07/06/itil-moving-towards-enterprise-architecture.aspx?Redirected=true>.
3. COBIT: Framework for IT Governance and Control. (2012). <http://www.isaca.org/knowledge-center/cobit/Pages/Overview.aspx>. (გადამოწმ. 10.11.2014)
4. Booch G., Jacobson I., Rumbaugh J. Unified Modeling Language for Object-Oriented Development. Rational Software Corporation, Santa Clara, 2006
5. ე. თურქია, ნ. მოროზი, თ. ქაჩლიშვილი. (2014). ორგანიზაციებში საოპერაციო რისკების მართვის სრულყოფის ამოცანები და სტანდარტები. სტუ-ს შრ.კრ., „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“, №1(17), გვ. 121-124
6. სურგულაძე გ., ბულია ი. (2012). კორპორაციულ Web-აპლიკაციათა ინტეგრაცია და დაპროექტება. სტუ. მონოგრ., ISBN 978-9941-20-165-3, თბილისი.
7. თურქია ე. (2012). ბიზნეს-პროექტების მართვის ტექნოლოგიური პროცესის ავტომატიზაცია. მონოგრ., სტუ. თბ., 2010.

### CORPORATE BUSINESS PROCESS MANAGEMENT BASED ON ITIL METHODOLOGY

Surguladze Gia, Turkia Ekaterine, Kachlishvili Tinatin, Pkhakadze Tsiuri  
Georgian Technical University

#### Summary

Article discusses business processes of IT-infrastructure management for financial institutions and their human, technical, financial and time resources and related issues. Problems of analysis of internal and external reporting system workflow are identified on the basis of new information technologies. The concept of software development of an application is proposed on the basis of use ITIL- methodology and principles of object-oriented, process-oriented and service-oriented architecture. For this purpose special UML diagrams have been designed for internal and external reporting of information reporting system for financial corporations. Corresponding information database systems and user interfaces have been constructed.

### УПРАВЛЕНИЕ БИЗНЕС-ПРОЦЕССАМИ ФИНАНСОВОЙ КОРПОРАЦИИ НА ОСНОВЕ ITIL МЕТОДОЛОГИИ

Сургуладзе Г., Туркия Е., Качлишвили Т., Пхакадзе Ц.,  
Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Рассматриваются бизнес-процессы и связанные с ними вопросы управления IT-инфраструктурой для финансовых организаций, их людские, технические, финансовые и временные ресурсы. Выделяются задачи анализа системы делопроизводства внутренней и внешней отчетности на основе новых информационных технологий. Предлагается концепция разработки программного обеспечения указанного приложения на базе применения ITIL- методологии и принципов объектно-ориентированной, процесс-ориентированной и сервис-ориентированной архитектуры. С этой целью разработаны специальные UML диаграммы информационной системы репортинга для финансовых корпораций. Построены соответствующая информационная база данных системы и пользовательские интерфейсы.



## სამართლებრივ-საძიებო ავტომატიზებული სისტემის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა

ოთარ შონია, იოსებ ქართველიშვილი, ლევან ყოლბაია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ნაშრომში წარმოდგენილია სახელმწიფო დაწესებულებებში და კერძო სტრუქტურებში ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების მართვისა და საქმიანი პროცესების ინტეგრირებული ავტომატიზებული სისტემის დაცვა, მისი ნორმალური პროცესის ფუნქციონირებაში შემთხვევითი და მიზანმიმართული ჩარევისაგან, ინფორმაციის მოპარვის მცდელობისაგან, მისი კომპონენტების მოდიფიცირებისა ან ფიზიკური განადგურებისაგან, სხვადასხვადა საგანგაშო ზემოქმედების განეიტრალების შესაძლებლობა, უსაფრთხოების უზრუნველყოფის აუცილებლობა.

**საკვანძო სიტყვები:** ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტები. სამართლებრივ-საძიებო ავტომატიზებული სისტემები. უსაფრთხოების უზრუნველყოფა.

### 1. შესავალი

უკანასკნელ ხანებში კომპიუტერულ ქსელებში (სადენიანი და უსადენო) უსაფრთხოება და მომსახურების ხარისხი უაღრესად მნიშვნელოვანი და აქტიური კვლევის საგანი გახდა, რისი მიზეზიც მონაცემთა პაკეტების გადაცემის მხარდაჭერის მზარდი მოთხოვნაა [1,2]. ადეკვატური უსაფრთხოების გარეშე ორგანიზაციები თავს აარიდებენ კომპიუტერულ ქსელების გამოყენებას.

უსაფრთხოების საკითხები კომპიუტერულ ქსელებში მნიშვნელოვანი დაბრკოლებაა ასეთი ქსელების ფართოდ ადაპტირების მიზნით. შესაბამისად, მსგავსი კომპიუტერული ქსელების უსაფრთხოება მნიშვნელოვანი სფეროა, რაც რეაგირებას მოითხოვს, თუკი ასეთი ქსელები ფართოდ იქნება გამოყენებული. აუცილებელია, რომ აღნიშნული სფეროს მკვლევარებმა მოახდინონ ღია პრობლემების იდენტიფიცირება და უზრუნველყონ შესაბამისი გადაწყვეტილებები ამ პრობლემებისთვის.

უსაფრთხოება უაღრესად მნიშვნელოვანი საკითხია კომპიუტერულ ქსელებისათვის, ვინაიდან გარემოში გავრცელებული საკომუნიკაციო სიგნალები ხელმისაწვდომია დასაჭერად. აქედან გამომდინარე, კომპანიებმა და ინდივიდუალურმა მომხმარებლებმა უნდა შეიცნონ პოტენციურად არსებული პრობლემები და მიიღონ შესაბამისი ზომები.

ნებისმიერ სისტემას, რომელსაც დაცვა სჭირდება, გააჩნია სისუსტეები ან ხარვეზები, რომელთა ნაწილს ან ყველას ერთად ამოირჩევს თავდამსმხმელი ობიექტად. შესაბამისად, სისტემის უსაფრთხოების მექანიზმების შექმნის ერთ-ერთი მიდგომაა იმ საფრთხეებისა და სავარაუდო თავდასხმების განხილვა, რომელთა წინაშე დგას სისტემა, იმის გათვალისწინებით, რომ სისტემას ხარვეზები გააჩნია. უსაფრთხოების მექანიზმებმა უნდა უზრუნველყოს სისტემის უსაფრთხოება მოცემული საფრთხეების, თავდასხმებისა და ხარვეზების გათვალისწინებით.

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

## 2. ძირითადი ნაწილი

თანამედროვე პირობებში სახელმწიფო დაწესებულებებში და კერძო სტრუქტურებში სამართლებრივ-საძიებო ავტომატიზებული სისტემების ინფორმაციული რესურსების მართვის ეფექტური მექანიზმების შექმნა, შეუძლებელია ინფორმაციული უსაფრთხოების სამეცნიერო დასაბუთების და დაბალანსებული პოლიტიკის პრაქტიკულად განხორციელების გარეშე.

ამ დაწესებულებებში ინახება და მუშავდება დიდი რაოდენობის სხვადასხვა მონაცემები, რომლებიც დაკავშირებულია არა მარტო მათი საქმიანობის წარმართვასთან, არამედ სხვადასხვა კვლევითი და კონსტრუქციული პროექტების განხორციელებასთან, პერსონალის პირადი მონაცემების დაბუთებასთან, სახელმწიფო, კომერციული, პირადი და სხვა სახის კონფედერაციული ინფორმაციის შენახვასთან.

მაღალი ტექნოლოგიების სფეროში დანაშაულების ზრდამ განაპირობა მოთხოვნები სახელმწიფო და კერძო დაწესებულებების სამართლებრივ-საძიებო სისტემების მიმართ გამოთვლითი ქსელების რესურსების დაცვის კუთხით. აქტუალური გახდა საკუთარი უსაფრთხოების სისტემის შექმნის აუცილებლობა, რაც გულისხმობს სამართლებრივ-ნორმატიული ბაზის არსებობას, უსაფრთხოების კონცეფციის ფორმირებას, სპეციალური ღონისძიებების შემუშავებას, უსაფრთხოების მიზნით პროცედურების დაგეგმვას, პროექტირებას, ინფორმაციის დასაცავი ტექნიკური საშუალებების რეალიზებას [3]. ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი სისტემური კომპონენტები განსაზღვრავს ინფორმაციული უსაფრთხოების დაცვის ერთიან პოლიტიკას.

სახელმწიფო თუ კერძო დაწესებულებების სამართლებრივ-საძიებო სისტემაში ინფორმაციის დაცვის სპეციფიკა მდგომარეობს იმაში, რომ ეს დაწესებულებები ხასიათდებიან მუდმივად ცვალებადი პერსონალით, მომხმარებელთა ფართო წრით, საჭირო ინფორმაციის მიღების მსურველთა უზარმაზარი რაოდენობით და მათ შორის „დამწყები კიბერ კრიმინალების“ აქტიური ზრდით.

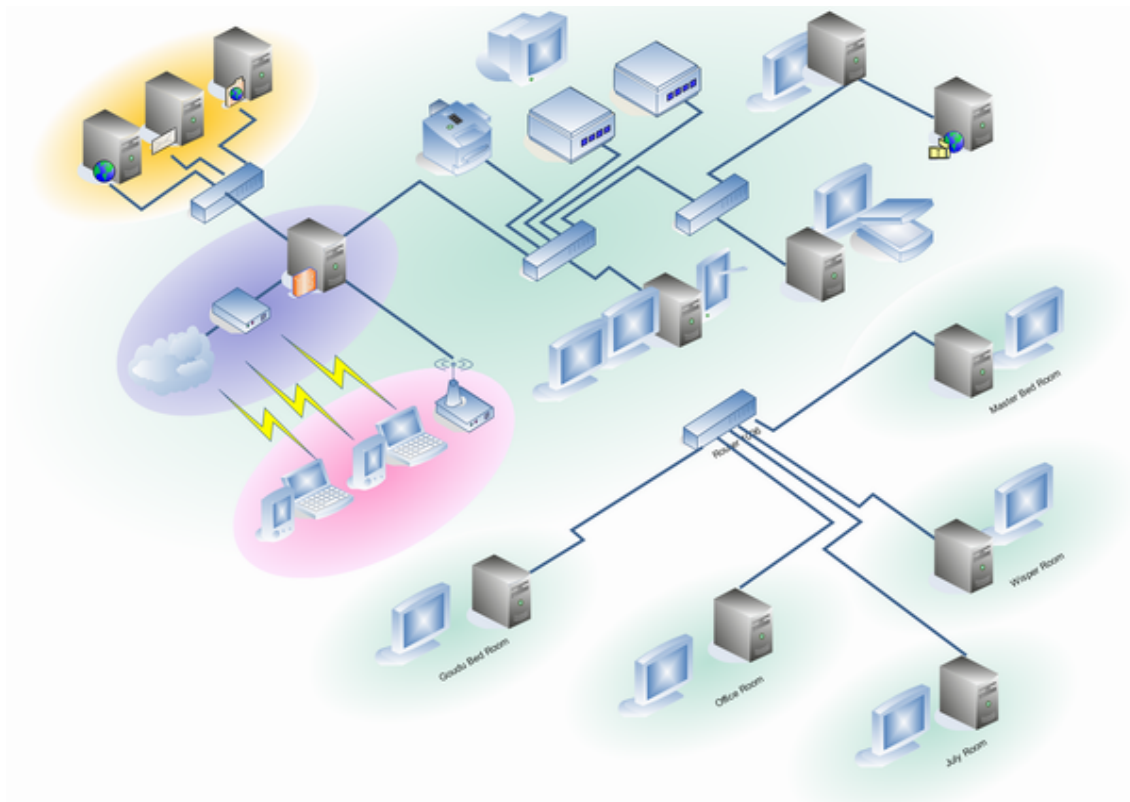
სახელმწიფო თუ კერძო დაწესებულებები, როგორც ინფორმატიზაციის ობიექტი, გამოირჩევა მრავალპროფილური საქმიანობით, დაფინანსების წყაროს მრავალფეროვნებით, დამხმარე ქვედანაყოფებისა და სერვისების არსებობით (მშენებლობა, წარმოება, სამეურნეო საქმიანობა), საგანმანათლებლო მომსახურების ბაზარზე მუდმივი ადაპტაციით, შრომის ბაზრის მოთხოვნების ანალიზით, ზემდგომ ორგანიზაციებთან ელექტრონული ურთიერთქმედების აუცილებლობით, თანამშრომლებისა და მომხმარებელთა სტატუსების სწორი ცვალებადობით.

სამართლებრივ-საძიებო სისტემის უსაფრთხოების დაცვაზე მნიშვნელოვან გავლენას ახდენს – ინფორმაციული გარემოს არქიტექტურა და ინფორმაციულ რესურსებზე ხელმისაწვდომობის უფლებების მართვა. განვიხილოთ თითოეული დონის სტრუქტურა:

ინფორმაციული გარემოს არქიტექტურაში შედის - ინფრასტრუქტურა, რომელიც უზრუნველყოფს სამართლებრივ-საძიებო სისტემის სერვისების საიმედო, უსაფრთხო და 24 საათიან რეჟიმში ფუნქციონირებას და საინფორმაციო რესურსები, რომლებიც უზრუნველყოფს ნებისმიერ ადგილიდან და ნებისმიერ დროს სამართლებრივ-საძიებო სისტემის საინფორმაციო რესურსებთან მარტივ და საიმედო წვდომას. სადენიანი ქსელური (კომუტატორები, მარშრუტიზატორები და ა.შ.) როუტერისა და კომუტატორების ადმინისტრირება, რომლებიც უზრუნველყოფს როგორც გარე ინტერნეტთან წვდომას, ასევე შიგა რესურსებთან კავშირს. შიგა კომპიუტერული ქსელის სამისამართო სისტემის მენეჯმენტი, შიგა ქსელის თვითოეული სეგმენტის უსაფრთხოების უზრუნველყოფა და დაცვა როგორც გარე ასევე შიდა არასანქცირებული შეღწევისაგან. ასევე უსადენო ქსელური (უსადენო კომუტატორები და მარშრუტიზატორები) - უსადენო როუტერებისა და კომუტატორების ადმინისტრირება, რომლებიც უზრუნველყოფს ინტერნეტით კავშირს მოცილებული მომხმარებლებისათვის. უსადენო ქსელის სამისამართო

სისტემის მენეჯმენტი, მათი უსაფრთხოების უზრუნველყოფა და დაცვა. ასევე მნიშვნელოვანია სერვერების ადმინისტრირება, რომელზეც გაშვებულია ყველა საჭირო საინფორმაციო რესურსის გამართულად და შეუფერხებლად მუშაობისთვის შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფა. ხდება სერვერების 24 საათიანი მონიტორინგი და ყველა შესაძლო ხარვეზის უმოკლეს დროში აღმოფხვრა და გასწორება. სერვერებზე დაყენებული პროგრამული უზრუნველყოფის პერიოდული განახლება, სარეზერვო კოპირება და დაცვა როგორც გარე, ასევე შიგა არასანქცირებული შეღწევისაგან.

შესაძლებელი რომ იყოს ინფორმაციაზე წვდომის კონტროლი, აუცილებელია როგორც აპარატურული, ისე პროგრამული საშუალებების ეფექტურად ფუნქციონირება. 1-ელ ნახაზზე ნაჩვენებია, თუ როგორ უნდა იყოს გამართული ინფორმაციული ინფრასტრუქტურა სხვადასხვა ორგანიზაციებში, აპარატურული და პროგრამული საშუალებების ნაკრების გამოყენებით.



ნახ.1. საინფორმაციო რესურსებისა და სხვადასხვა სერვისების მხარდაჭერის სტრუქტურა

მოკლედ დავახასიათოთ საინფორმაციო რესურსების სტრუქტურაში გამოყენებული თითოეული კომპონენტი:

- Proxy სერვისი – სახელმწიფო და კერძო დაწესებულებების ლოკალურ ქსელში არასანქცირებული ვებგვერდების ფილტრაცია „transparent proxy“ ტექნოლოგიით, მისი ადმინისტრირება და გამართული მუშაობა;
- E-mail სერვისი - თანამშრომლებისა და მომხმარებლების ელ-საფოსტო სერვისის ადმინისტრირება და გამართულად მუშაობის უზრუნველყოფა. ელ-საფოსტო დაგზავნის სიების შექმნა, მათი განახლება და მხარდაჭერა.

- DNS სერვისი - დომენური სახელების (პირველადი და მეორადი) ადმინისტრირება და გამართული მუშაობა;

- Web სერვისი - კუთვნილ დომენურ სახელებზე დაფუძნებული ვებგვერდების უსაფრთხოება, ადმინისტრირება და გამართული ფუნქციონირება;

- მონაცემთა ბაზები - ვებგვერდებისათვის საჭირო SQL მონაცემთა ბაზების უსაფრთხოება, ადმინისტრირება და გამართული ფუნქციონირება;

- File სერვისი - SFTP და ფაილური სერვერის ადმინისტრირება და მისი გამართული ფუნქციონირების უზრუნველყოფა;

- სარეზერვო კოპირება - სერვერებზე არსებული ვებგვერდების, ფაილების, მონაცემთა ბაზების პერიოდული სარეზერვო კოპირების უზრუნველყოფა;

სამართლებრივ-საძიებო სისტემის უსაფრთხოების დაცვის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მეთოდია ინფორმაციულ რესურსებზე ხელმისაწვდომობის უფლებების მართვა. როგორც წესი, გამოიყენება რამდენიმე პროგრამული პროდუქტი და ინფორმაციული სისტემა. თითოეულს გააჩნია რეგისტრაციის და უფლებების ადმინისტრირების საკუთარი სისტემა. ასეთი სისტემების მართვისთვის აუცილებელია ე.წ. ადმინისტრატორები, რომელთა ფუნქციაა მომხმარებლის კატეგორიისა და მათი უფლებების განსაზღვრა.

სახელმწიფო და კერძო დაწესებულებების სამართლებრივ-საძიებო ინფორმაციულ სისტემაზე წვდომის უფლება ეძლევათ, როგორც თანამშრომლებს ასევე სპეციალური უფლებამოსილების მქონე პირებს. მათი რაოდენობა მუდმივად ცვალებადია, შესაბამისად, იქმნება ინფორმაციულ რესურსებზე ხელმისაწვდომობის უფლებების მართვის ავტომატიზაციის აუცილებლობა.

ქსელის დაუცველობა „ხაკერს“ აძლევს პოტენციურ საშუალებას არასანქცირებული წვდომისა და ფალსიფიკაციის. საკვლევ სისტემაში უსაფრთხოების დასაცავად გამოყენებულია AAA (Authentication, Authorization, and Accounting) პროტოკოლი, რომელიც ახორციელებს ქსელის მომხმარებლის აუტენტიფიკაციის, ავტორიზაციისა და აღრიცხვის შესაძლებლობას.

1. აუტენტიფიკაცია - ითხოვს პიროვნებისგან დამტკიცებას, რომ ის ნამდვილად წარმოადგენს ქსელის მომხმარებელს (მაგალითად: მომხმარებლის სახელის და პაროლის შეყვანა);

2. ავტორიზაცია - აუტენტიფიკაციის შემდეგ, ავტორიზაცია იღებს გადაწყვეტილებას თუ რომელ რესურსზე აქვს წვდომის უფლება მომხმარებელს და რომელი მოქმედებების შესრულებაა ნებადართული;

3. აღრიცხვა - აფიქსირებს ჩანაწერების სახით მომხმარებლის მონაცემებზე წვდომის დროსა და ინფორმაციას მისი ქმედებების შესახებ.

მოკლედ მიმოვიხილოთ თითოეული მათგანი:

**აუტენტიფიკაცია** – კვლევის ობიექტის შემთხვევაში, სისტემის მომხმარებლის ტიპის განსაზღვრის შემდეგ, ხდება მომხმარებლისთვის სახელისა და პაროლის მინიჭება, რომელსაც ახორციელებენ შესაბამისი სტრუქტურის წარმომადგენლები (მაგალითად, კერძო დაწესებულებებში ხელმძღვანელის დავალებით შესაბამისი თანამშრომელი ქმნის მომხმარებლის სახელსა და პაროლს, სახელმწიფო დაწესებულების შემთხვევაში კი - რეგისტრაციის სამსახური, პერსონალის მართვის დეპარტამენტი). თითოეული ტიპის გათვალისწინებით, მომხმარებლის სახელი იქმნება სპეციალური ალგორითმის მიხედვით, რომელიც განთავსდება ბაზაში ცხრილის სახით. ინფორმაცია ეგზავნება სისტემის ადმინისტრატორს. მრავალწლიანმა გამოცდილებამ მკაფიოდ დაგვანახა აუცილებლობა გაძლიერდეს სამართლებრივ-საძიებო სისტემის უსაფრთხოება. მომხმარებელთა ტიპს (თანამშრომელი) განსაზღვრა მართვის ავტომატიზირებულ სისტემაზე მუშაობის უფრო ფართო უფლებები. სწორედ, ამან განაპირობა სხვადასხვა პაროლის შემოღების აუცილებლობა. თანამშრომლების ინფორმაციის დაცულობის ხარისხის გაზრდისთვის განცალკევდა მეილ-

სერვერისა და ავტომატიზებული სისტემის პაროლები, რომლებიც კონტროლირდება შეყვანისას, პროგრამის მიერ. გარდა ამისა, ავტომატურ რეჟიმში, ყოველ სამ თვეში, სისტემა ითხოვს მომხმარებლის პაროლის შეცვლას.

**ავტორიზაცია** - მომხმარებლის სისტემაში რეგისტრაციის შემდეგ ისაზღვრება თითოეული მომხმარებლის უფლებები სამუშაო ადგილისა და თანამდებობის მიხედვით. უფლებები ჩაწერილია სპეციალურ ცხრილებში, რომელიც ისაზღვრება ადმინისტრატორისა და მომხმარებლის დონეზე.

არსებობს სამი ტიპის მომხმარებელი: თანამშრომელი, სტუმარი, რეგისტრირებული მომხმარებელი. აუტენტიფიკაციის შემდეგ თითოეული მომხმარებლის ტიპის შესაბამისად, შედის მისთვის განკუთვნილ მოდულში. ტიპის განსაზღვრის შემდეგ, მომხმარებელს უფლება ეძლევა იმუშაოს მისთვის განსაზღვრულ პროგრამულ ვეგუფებზე. თანამშრომელი ან რეგისტრირებული მომხმარებელი შედის მხოლოდ მათთვის განკუთვნილ გვერდზე, რომელთაც, თავიანთი მომხმარებლის ტიპის ფარგლებში აქვთ ერთნაირი უფლებები. შესაბამისი დაწესებულების შესაბამის თანამშრომელს, სამუშაო პოზიციის გათვალისწინებით, განესაზღვრება პროგრამულ ვეგუფში და პროგრამულ ბმულზე მუშაობის უფლებები.

უსაფრთხოების დაცვის მიზნით, თითოეული თანამშრომლისთვის, გაწერილია შიდა ქსელის IP მისამართები. თანამშრომელს უფლება ეძლევა სისტემაზე იმუშაოს მხოლოდ შიდა ქსელიდან. მაგალითად, ერთ-ერთი ორგანიზაციის თანამშრომელს უფლება აქვს იმუშაოს დასაშვებ მონაცემების ბმულზე შეცვალოს ინფორმაცია, მაგრამ მას არ აქვს უფლება დაამატოს ან წაშალოს რაიმე სახის ინფორმაცია ბაზიდან. ეს უფლება მინიჭებული აქვს შესაბამისი სამსახურის თანამშრომელს. როგორც ზემოთ აღინიშნა, სამივე მომხმარებლის ტიპის უფლებები გაწერილია სპეციალურ ცხრილებში.

**აღრიცხვა** - სისტემის მომხმარებლის მიერ შესრულებული ქმედებები და შესრულების დრო აღირიცხება სპეციალურ ცხრილში, რომლის ყოველდღიურ ანალიზს აკეთებს სისტემის ადმინისტრატორი. აღრიცხვადი ქმედებებია: მომხმარებლის პირადი მონაცემების ცხრილში ინფორმაციის დამატება, წაშლა, რედაქტირება; რეგისტრაციების ცხრილში ინფორმაციის დამატება, წაშლა, რედაქტირება; შესაბამისი უფლებამოსილების მქონე პირის მიერ ფაილების ატვირთვა, ატვირთვის დრო, ფაილის სახელი, IP მისამართი და მომხმარებლის მიერ ფაილების ჩამოტვირთვის დრო, ფაილის სახელი, IP მისამართი.

### 3. დასკვნა

ტექნოლოგიური სიახლეების პერიოდში, როდესაც მიმართულება განიცდის სწრაფ განვითარებას, აუცილებელია სამართლებრივ-საძიებო სისტემის უსაფრთხოების უწყვეტი განახლების პროცესის უზრუნველყოფის ხელშეწყობა. სწორედ ამ ამოცანის წინაშე დგანან სახელმწიფო და კერძო დაწესებულებების სამართლებრივ-საძიებო მართვის ავტომატიზებული სისტემები მუდმივად.

პრაქტიკაში უწყვეტ სამუშაო ციკლს ექვემდებარება დაცვის მექანიზმების გაძლიერება და კიდევ უფრო ინოვაციური მეთოდების დანერგვა. თავის მხრივ, უახლესი მეთოდებისა და იდეების შემუშავება და მათი პრაქტიკული გამოყენება, ნათლად დაგვანახვებს მეთოდების დადებით მხარეებსა და მის ნაკლოვანებებს. სიტუაციური ანალიზის საფუძველზე ხდება მეთოდების გაძლიერება სხვადასხვა მიმართულებით და უფრო მეტად სრულყოფა დაცვის მეთოდების არსებული მომენტისთვის.

**ლიტერატურა:**

1. გოგინაშვილი გ., ოდიშარია კ., შონია ო. (2008). ინფორმაციის დაცვა ავტომატიზებულ სისტემებში. სტუ. თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
2. შონია ო., შეროზია თ. (2008). ინფორმაციული ტექნოლოგიები და უსაფრთხოება. სტუ, თბილისი, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“
3. შონია ო., ქართველიშვილი ი., ყოლბაია ლ. (2014). ნორმატიულ-სამართლებრივი დოკუმენტების მართვისა და საქმიანი პროცესების ავტომატიზებული სისტემის დამუშავება და უსაფრთხოების უზრუნველყოფა. სტუ-ს შრ.კრ. „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“, № 1(17), თბილისი, გვ.59-63.

**LEGAL-SEARCH AUTOMATED SYSTEM SECURITY GUARANTEES**

Shonia Otar, Kartvelishvili Ioseb, Kolbaia Levan

Georgian Technical University

**Summary**

During the technical innovation period, when the direction, experiencing rapid development, it's necessary to provide legal-search system security continuous renewal process promotion. This is the task that the public and private institutions legal-search automated management system facing constantly. In practice continuous employment cycle is subject strengthening security mechanism and introduction more innovative methods. In turn, the latest methods and ideas development and their practical application clearly demonstrate the positive and negative sides of the method. On the basis of situational analysis happens strengthen of method in different direction and improve further the protection of the existing methods.

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ БЕЗОПАСНОСТИ ПРАВОВО-ПОИСКОВОГО  
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО СИСТЕМЫ**

Шония О., Картвелишвили И., Колбая Л.

Грузинский Технический Университет

**Резюме**

В период технологических новшеств, когда направление подвергается быстрому развитию, обязательно обеспечение непрерывного содействия обновлению процесса безопасности правово-поисковой системы. Именно перед этой задачей стоят постоянно правово-поисковые автоматизированные системы. На практике непрерывному трудовому циклу подчинены усиления защитных механизмов и еще более-ускорения инновационных методов. В свою очередь, выработка новейших методов и идей и их практическое использование явно покажут положительные стороны и недостатки. На основании ситуационного анализа происходит усиление методов в разном направлении и еще более-усовершенствование методов защиты в данном моменте.

**სისტემის განაწილებული კონფიგურაციის მოდელირება  
პარალელურად შესრულებადი მართვის ნაკადების დროს**

თეიმურაზ სუხიაშვილი, გიორგი მანიევი, გულბათ ნარეშელაშვილი,  
ირაკლი შურღაია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

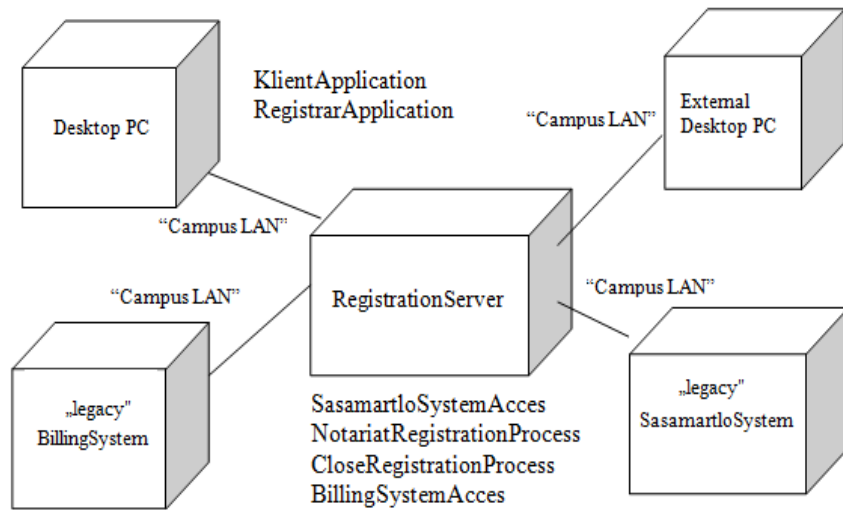
განიხილება კომპიუტერული ქსელის სიმძლავრეების ანალიზი და მათი ოპტიმალური განაწილება კვანძების მიხედვით, რაც უზრუნველყოფს სისტემისათვის დასაშვები მახასიათებლების შესრულებას. პარალელური მართვის ნაკადებისთვის კომპიუტერულ ქსელებში მიმდინარე მოვლენების (დინამიკური პროცესების) მოდელირებისათვის და ქსელის რაოდენობრივი მახასიათებლების ანალიზისათვის გამოიყენება მასობრივი მომსახურების თეორია. ქსელის მახასიათებლების ანგარიშის მოყვანილი მიდგომა საშუალებას გვაძლევს დამუშავდეს სისტემა მათში მიმდინარე პარალელური პროცესების ისეთი მოდელირებით, რომელშიც უზრუნველყოფილი იქნება ქსელის მაჩვენებლების სასურველი მნიშვნელობები.

**საკვანძო სიტყვები:** ბიზნესპროცესი. კომპიუტერული ქსელი. დატვირთვა. კომუნიკაცია. სინქრონიზაცია. კლასი. ობიექტი. სერვერი. მომსახურების დრო. ერლანგის ფუნქცია.

**1. შესავალი**

თუ შესაქმნელი სისტემა წარმოადგენს განაწილებულს, საჭიროა მისი კონფიგურაციის დაპროექტება გამოთვლით გარემოში. აღწერით გამოთვლითი რესურსები, მათ შორის კომუნიკაცია და რესურსების გამოყენება სხვადასხვა სისტემური პროცესების მიერ. სისტემის განაწილებული ქსელური კონფიგურაცია მოდელირდება განლაგების დიაგრამით. მისი ძირითადი ელემენტებია:

- კვანძი (node) – გამოთვლითი რესურსი, პროცესორი ან სხვა მოწყობილობა (დისკური მეხსიერება, სხვადასხვა მოწყობილობების კონტროლერები და ა.შ.). კვანძისათვის შესაძლებელია მიეთითოს მასზე მიმდინარე პროცესები;
- შეერთება (connection) – კვანძების ურთიერთქმედების არხი (ქსელი). მაგალითად, ნოტარიატის სისტემაში კლიენტთა რეგისტრაციის სისტემისათვის (ნახ.1).



**ნახ.1. რეგისტრაციის სისტემის ქსელური კონფიგურაცია პროცესთა კვანძების მიხედვით განაწილებით**

პროცესების განაწილება კვანძების მიხედვით ხდება გამოყენებული განაწილების ნიმუშების (სამრგოლიანი კლიენტ-სერვერული კონფიგურაცია, „მსხვილი“ და „თხელი“ კლიენტები და ა.შ.), გამოძახების დროს, კვანძის სიმძლავრის, მოწყობილობის და კომუნიკაციის საიმედოობის გათვალისწინებით.

ნოტარიატის სისტემის შემთხვევაში გვყავს რამდენიმე მომხმარებელი (ნოტარიუსი) და რამდენიმე სერვერი (მომსახურე), რომელთაგან ერთ-ერთი (ძირითადი სერვერი) ასრულებს გამანაწილებლის ფუნქციას, ე.ი. იღებს მომხმარებლისაგან მოთხოვნებს და უგზავნის მას მომსახურებისათვის მოთხოვნით გათვალისწინებულ სერვერს. თუ შესაბამისი სერვერი დაკავებულია, მოთხოვნა დგება რიგში და ელოდება განთავისუფლებას. სერვერი, მიიღებს რა მოთხოვნას გამანაწილებელი სერვერიდან, ემსახურება მას და უბრუნებს ისევ გამანაწილებელ სერვერს, რომელიც, თავის მხრივ პასუხს უბრუნებს მომხმარებელს.

უნდა ვიგულისხმოდ, რომ მოთხოვნები კლიენტებისგან მოდის 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 გადაიტვიტოს და ვეღარ შეძლოს ფუნქციონირება. ქსელის არსებული პარამეტრების მეშვეობით უნდა დავადგინოთ მისი მუშაობის კრიტიკული წერტილი, შევარჩიოთ ისეთი მახასიათებლები, რომლებიც უბრუნველყოფს მის ნორმალურ ფუნქციონირებას. მასობრივი მომსახურების თეორიის თვალსაზრისით ზემოთ აღწერილი სისტემა არის M/M/m ტიპის [3].

## 2. ძირითადი ნაწილი

მართვის ავტომატიზებული სისტემის დამუშავება მოითხოვს როგორც ფუნქციონალური (Business Use Case), ისე არაფუნქციონალური მოთხოვნების მოდელირებას და რეალიზებას. ნოტარიატის სისტემისათვის, რომელშიც თითოეული მომხმარებლისათვის (ნოტარიუსი, კლიენტი, ნოტარიატის მუშაკი) შექმნილია კომპიუტერული საშუალო ადგილი, უნდა გათვალისწინებულ იქნას განაწილებული სისტემებისათვის დამახასიათებელი ისეთი არაფუნქციონალური მოთხოვნები, როგორც არის მომსახურების წარმადობა (რიგში დგომის დრო, ბუფერში მოთავსებული მომლოდინე მოთხოვნათა რაოდენობა) და საიმედოობა (სერვერის დატვირთვა, მოძრაობის ინტენსივობა).

ყოველივე ეს მიგვანიშნებს იმ ფაქტზე, რომ ბიზნეს-პროცესების ფუნქციების მოდელირებასთან ერთად უნდა მოვანდინოთ მათი მოდელირება. ეს გულისხმობს გამოთვლითი რესურსებისა და მთლიანად განაწილებული სისტემის კონფიგურაციის დადგენას. პროგრამული რეალიზების თვალსაზრისით ობიექტ-ორიენტირებული დაპროგრამების საფუძველზე, კომპიუტერული ქსელისათვის მიზანშეწონილია შევქმნათ კლასი, რომლის დახურული პარამეტრები იქნება მოთხოვნათა მოსვლის სიხშირე, მომსახურების დრო, სერვერების რაოდენობა და ა.შ. ფუნქცია - წვერების სახით კი რეალიზებულ იქნება ყველა იმ მახასიათებლების გამოთვლა, შესაბამისი ფორმულების გამოყენებით [2].

პროგრამულ პაკეტში საანგარიშო ფუნქციების დასაპროგრამებლად გამოვიყენოთ მასობრივი მომსახურების კლასიკური მოდელები, რომელთა მეშვეობით სერვერების რაოდენობით, შემოსულ მოთხოვნათა ინტენსივობით და დროით, რომელსაც ანდომებს სერვერი თითოეული მოთხოვნის მომსახურებას, შეგვეძლება დავადგინოთ ქსელის სხვადასხვა მახასიათებელი.

ქსელის ფუნქციონირებას განვიხილავთ სტაციონარულ რეჟიმში. ამ შემთხვევაში, როგორც ცნობილია, გარკვეულ იდეალიზაციასთან გვაქვს საქმე, აღვნიშნოთ მოთხოვნათა მოსვლის ინტენსივობა  $\lambda$ -თი, ხოლო თითოეული მოთხოვნის მომსახურების დრო  $T_s$ -ით. ამ შემთხვევაში



ერგოდიულობის პირობა არის:  $\lambda * Ts < 1$ . ქსელს გააჩნია შემდეგი მახასიათებლები - მოძრაობის ინტენსივობა:  $u = \lambda * Ts$ , სერვერის დატვირთვა:  $\rho = u/m$ , სადაც  $m$  სერვერების რაოდენობაა [3].

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, ე.ი.  $u < m$  ან  $\rho < 1$ .

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

$$T_w = \frac{E_c(m, u) Ts}{m(1 - \rho)}$$

სადაც,  $E_c(m, u)$  ერლანგის ფუნქციაა. ეს ფუნქცია განსაზღვრავს იმის ალბათობას, რომ ყველა სერვერი დაკავებულია, და იმავდროულად იმის ალბათობასაც, რომ მოსულ მოთხოვნას მოცდა მოუწევს. ერლანგის ფუნქციისთვის გამოვიყენებთ გამოსახულებას.

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

დროის ყოველ მომენტში ქსელში იარსებებს მოთხოვნათა გარკვეული რაოდენობა. რაც ნაკლები მოთხოვნაა ქსელში, მით უკეთ ფუნქციონირებს იგი. თვით სისტემაში არსებულ მოთხოვნათა რაოდენობა კი არის  $L_q$ , რომლის გამოსათვლელად შესაძლებელია ვისარგებლოდ ფორმულით:

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

სადაც,  $P$  ალბათობაა იმისა, რომ მოთხოვნის სისტემაში ყოფნის დრო ნაკლებია დროის სასურველ ზღვრულ მნიშვნელობაზე  $t$ -ზე, იგი დამოკიდებულია მოძრაობის ინტენსივობა აკმაყოფილებს პირობას  $u = m - 1$ , თუ არა. მათი გამოთვლის ფორმულები მოცემულია [3].

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

ზემოთ განხილული სიდიდეები სრულად ახასიათებს კომპიუტერული ქსელის მუშაობის სტაციონალურ რეჟიმს. მოყვანილი სიდიდეებისა და ფორმულების გამოყენებით სდება ქსელის პარამეტრების ანალიზი. კერძოდ, ქსელში მოთხოვნების მოსვლის სიხშირის, სერვერთა რაოდენობისა და თითოეული მოთხოვნის მომსახურების დროიდან გამომდინარე შესაძლებლობა გვეძლევა ვიანგარიშოთ ისეთი პარამეტრები როგორცაა მოთხოვნის რიგში დგომის დრო, ბუფერში მოთავსებული მომლოდინე მოთხოვნათა რაოდენობა, სერვერის დატვირთვა და მოძრაობის ინტენსივობა. იმისათვის, რომ დავადგინოთ კონკრეტულ პირობებში ოპტიმალური მუშაობისათვის საჭირო პარამეტრები შესაძლებლობა გვეძლევა ავაგოთ მათ შორის დამოკიდებულებათა გრაფიკები - სერვერის დატვირთვისა და მოთხოვნათა რიგში დგომის დროისა მოთხოვნათა მოსვლის სიხშირეზე, სერვერების სხვადასხვა რაოდენობისათვის. დიაგრამიდან კარგად ჩანს, თუ როგორ იკლებს მოთხოვნათა რიგში დგომის დრო მომსახურე არხების მომატებით.

### 3. დასკვნა

ქსელის პარამეტრების ანგარიშის მოყვანილი მიდგომა, რომელიც ეფუძნება მასობრივი მომსახურების თეორიის გამოყენებას, საშუალებას გვაძლევს დავადგინოთ სასურველი პარამეტრები პარალელურად შესრულებადი მართვის ნაკადებისა და შესაბამისად განვსაზღვროთ ქსელის კონფიგურაცია.

**ლიტერატურა:**

1. Арлоу Дж., Нейштадт А. (2008). UML2 - Унифицированный процесс. 2-е изд., Практический объектно- ориентированный анализ и проектирование, Санкт-Петербург
2. სუხიაშვილი თ. (2013). პროგრამული სისტემის დამუშავების CASE საშუალებები. სტუ, თბ., [http://gtu.ge/Learning/ElBooks/ims\\_books.php](http://gtu.ge/Learning/ElBooks/ims_books.php)
3. გოგიანიშვილი გ., ბოლხი გ., სურგულაძე გ., ჰეტრიაშვილი ლ. (2013). მართვის ავტომატიზებული სისტემების ობიექტ-ორიენტირებული დაპროექტების და მოდელირების ინსტრუმენტები (MsVisio, WinPepsey, PetNet, CPN). სტუ., საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი.

**MODELING OF A CONFIGURATION OF THE DISTRIBUTED SYSTEMS AT  
IN PARALLEL THE EXECUTED STREAMS OF MANAGEMENT**

Sukhiashvili Teimuraz, Maniev Giorgi, Nareshelashvili Gulbaat,  
Shurgaia Irakli  
Georgian Technical University

**Summary**

In the distributed systems for exceptions of an overload of a network resort to redistribution of processes on knots, therefore for this purpose processes can will be executed on different knots, to provide admissible indicators of system at in parallel the executed streams of management, it is necessary to make the analysis of capacities of a computer network and their optimum distribution, in a computer network and the analysis of quantitative indices of a network it is convenient for modeling of the current events use the Queueing theory. The given approach of calculation of indicators of a network gives the chance to develop system with such modeling of the parallel processes flowing in them in which the necessary values of indicators of a network will be provided.

**МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНФИГУРАЦИИ РАСПРЕДЕЛЕННЫХ СИСТЕМ ПРИ  
ПАРАЛЛЕЛЬНО ИСПОЛНЯЕМЫХ ПОТОКОВ УПРАВЛЕНИЯ**

Сухиашвили Т., Маниев Г., Нарешелашвили Г., Шургая И.  
Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Рассматриваются вопросы анализа мощностей компьютерной сети и их оптимального распределения, что обеспечивает для системы выполнение приемлемых характеристик. Для моделирования текущих явлений (динамических процессов) в компьютерной сети и анализа количественных показателей сети используется теория массового обслуживания. Приведенный подход расчета показателей сети дает возможность разработать систему с таким моделированием текущих в них параллельных процессов, в которых будут обеспечены нужные значения показателей сети.

**მართვის ნაკადების სტრუქტურის დაპროექტება  
ორგანიზაციულ-ადმინისტრაციული მართვის ბანაჟილეზე  
სისტემაში**

თეიმურაზ სუხიაშვილი, გიორგი მანიევი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი  
**რეზიუმე**

ორგანიზაციულ-ადმინისტრაციულ სისტემების მართვის თავისებურება მოითხოვს სფეციფიკურ მიდგომას ისეთი მოდელების ასაგებად, რომლებიც უზრუნველყოფს სისტემის საიმედო ფუნქციონირებას და სრულად დააკმაყოფილებს მომხმარებლის მოთხოვნებს. ეს პირველ რიგში ეხება პარალელურად მიმდინარე პროცესების მოდელირებას. ძირითადი პრობლემა, რომელიც უნდა გადაიჭრას პარალელურად მოქმედი მართვის ნაკადების მოდელირებისას მდგომარეობს იმაში, რომ, ერთის მხრივ, გამოვიციხოთ ჩიხური სიტუაცია და, მეორეს მხრივ, უზრუნველვყოთ გამოძახების ან რიგში დგომის სასურველი დრო. ამისათვის უნდა გადაწყდეს თუ როგორ გადავანაწილოთ სამუშაო პარალელურ აქტიურ ელემენტებს შორის, ასევე უნდა დადგინდეს კომუნიკაციისა და სინქრონიზაციის სწორი მექანიზმები სისტემის აქტიურ და პასიურ ობიექტებს შორის, რომლებიც უზრუნველყოფს მათი ქცევის სისწორეს მართვის რამდენიმე ნაკადის დროს.

**საკვანძო სიტყვები:** ჩიხური პროცესი. ურთიერთგამორიცხვა. განაწილებული სისტემა. კომუნიკაცია. სინქრონიზაცია. კლასი. ობიექტი. ქსელი. სერვერი. სინქრონული მოვლენა. ასინქრონული მოვლენა.

**1. შესავალი**

ორგანიზაციულ-ადმინისტრაციული მართვის ავტომატიზებული სისტემა უნდა უზრუნველყოფდეს მრავალი მომხმარებლის (კლიენტ-მომხმარებელი) ერთდროულ მუშაობას, რაც განაპირობებს მართვის რამდენიმე ნაკადის არსებობას სისტემაში. იგი ფლობს პარალელიზმის თვისებას, თვითიული მართვის ნაკადი ბადებს სისტემაში დამოუკიდებელ პროცესს.

ნოტარიატის საქმისწარმოების მართვის სისტემაში ნაკადების შექმნის აუცილებლობა განისაზღვრება შემდეგი მოთხოვნებით:

- თუ კლიენტის მოთხოვნა საჭიროებს სასამართლო გადაწყვეტილებას, მაშინ სასამართლო სისტემა ინფორმირებული უნდა იყოს ამის შესახებ (საჭიროა დამოუკიდებელი პროცესი, რომელიც მართავს სამოქალაქო საქმეს და სამოქალაქო სამართლის კოდექსით ცნობილია როგორც უდავო წარმოება);
- ნოტარიატის არსებული მონაცემთა ბაზა ვერ უზრუნველყოფს საჭირო წარმადობას (აუცილებელია შუალედური დამუშავების პროცესი – შესაბამისი მონაცემების შერჩევა).

ნოტარიატის და საერთოდ ქსელური სისტემების მოდელირების პროცესში ერთერთ მთავარი პრობლემა ჩიხური სიტუაციების წარმოშობაა.

პროცესი ჩიხურია (deadlock), თუ იგი ელოდება ისეთი ხდომილების შესრულებას, რომელიც არასოდეს მოხდება. ორი ან რამდენიმე პროცესი შეიძლება მოხვდეს ჩიხში, თუ თითოეული მათგანი აბლოკირებს რესურსებს (მაგალითად, მონაცემთა ბაზის ცხრილებს, ან მის ფრაგმენტებს), რომლებიც ესაჭიროება სხვა პროცესებს და თვითონ კი მოითხოვს ისეთ რესურსებს, რომლებიც ბლოკირებულია სხვა პროცესების მიერ.

ჩიხური პროცესების არსებობისათვის ოთხი აუცილებელი პირობა იქნა განსაზღვრული [3]:

- ურთიერთგამორიცხვის (პროცესებს აქვს რესურსების მონოპოლური გამოყენების უფლება);
- დამატებითი რესურსების მოლოდინის (პროცესებს აქვს უკვე გამოყოფილი რესურსები, მაგრამ ელოდება დამატებითს);

- არაგადანაწილებადობის (პროცესებს არ შეიძლება ჩამოერთვას რესურსები მათ საბოლოო შესრულებამდე);

- წრიული მოლოდინის (არსებობს პროცესების წრიული ჯაჭვი, რომელშიც ყოველი პროცესი აბლოკირებს ერთ ან რამდენიმე რესურსს, რომელიც ესაჭიროება ჯაჭვში მომდევნო პროცესს).

განაწილებულ სისტემაში ჩიხი წარმოიშობა მაშინ, როცა ორი ქვესისტემა ერთდროულად ურთიერთლოდინის მდგომარეობაში იმყოფება ან კონფლიქტია რომელიმე რესურსისთვის. მისი აცილებისათვის უნდა განვსაზღვროთ, თუ როგორ გადავანაწილოთ საშუალო პარალელურ აქტიურ ელემენტებს შორის, ასევე უნდა დადგინდეს კომუნიკაციისა და სინქრონიზაციის სწორი მექანიზმები სისტემის აქტიურ და პასიურ ობიექტებს შორის, რომელიც უზრუნველყოფს მათი ქცევის სისწორეს მართვის რამდენიმე ნაკადის დროს.

## 2. ძირითადი ნაწილი

მართვის ნაკადების სტრუქტურების მოდელირებისათვის გამოიყენება აქტიური კლასი. ყოველი აქტიური კლასი ფლობს საკუთარ პროცესს ან ნაკადს და შეუძლია მმართველი ზემოქმედების ინიცირება. მართვის რამდენიმე ნაკადის მოდელირებისათვის პირველ რიგში უნდა დავადგინოთ მოქმედებათა პარალელიზმის შესაძლებლობა და მოვახდინოთ მართვის ნაკადის მატერიალიზაცია აქტიური კლასის სახით. განვიხილოთ მოვალეობების განაწილების ბალანსი აქტიურ კლასებს შორის, ხოლო შემდეგ განვიხილოთ, რომელ სხვა აქტიურ და პასიურ კლასებთან კოოპერირდება სტატიკურად ყოველი მათგანი.

1-ელ ნახაზზე მოყვანილია კლასების დიაგრამის ფრაგმენტი, რომლებიც აღწერს კლიენტი-მომხმარებლის ნოტარიატში რეგისტრაციის პროცესის სტრუქტურას. კავშირები პროცესებს შორის მოდელირდება როგორც დამოკიდებულება. ნაკადები შესაძლებელია არსებობდეს მხოლოდ პროცესების შიგნით, ამიტომ კავშირები პროცესებსა და ნაკადებს შორის მოდელირდება როგორც კომპოზიცია. მაგალითისათვის, აქტიური კლასები ასრულებს შემდეგ ფუნქციებს:

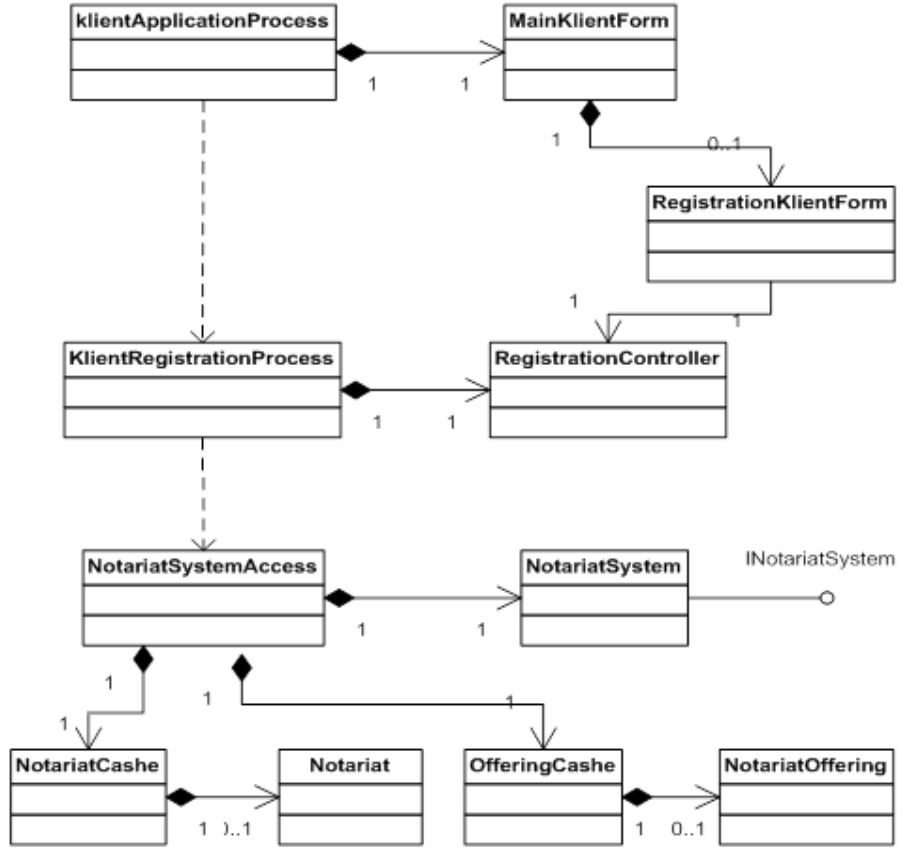
- ClientApplicationProcess - პროცესი, რომელიც მართავს კლიენტი-მომხმარებლის ყველა ფუნქციას სისტემაში. ყოველი კლიენტისათვის, რომელიც იწყებს მუშაობას სისტემასთან, იქმნება მოცემული კლასის ერთი ობიექტი;

- ClientRegistrationProcess - პროცესი, რომელიც მართავს უშუალოდ კლიენტის საქმის რეგისტრაციას. კლიენტის ყოველი საქმისათვის, რომელიც იწყებს რეგისტრაციას ნოტარიატში, ასევე იქმნება მოცემული კლასის ერთი ობიექტი;

- NotariatSystemAccess - მართავს ნოტარიატის სისტემასთან მიმართვას, მოცემული კლასის ერთიდაიგივე ობიექტი გამოიყენება ყველა მომხმარებლის მიერ ნოტარიატის სისტემასთან მიმართვისას;

- NotariatCashe და OfferjngCashe - გამოიყენება მონაცემებთან ასინქრონული მიმართვისათვის მონაცემთა ბაზაში სისტემის წარმადობის გაზრდის მიზნით. ისინი კემ-მონაცემთა ბაზიდან აღებული ნოტარიატის შესახებ მონაცემებია შუალედური შენახვისათვის.

კლასების ქცევის მოდელირებისათვის განვიხილავთ, თუ როგორ კოოპერირდება დინამიკურად თითოეული კლასი სხვა კლასებთან. ამ გადაწყვეტილებებს გამოვხატავთ ურთიერთქმედების დიაგრამაზე, რომელზეც ნათლად ჩანს აქტიური ობიექტები, როგორც შესაბამისი მართვის ნაკადის საწყისი წერტილები.



ნახ.1. პროცესები და ნაკადები

ერთმანეთთან კოოპერირებადი ობიექტები ურთიერთქმედებს შეტყობინებების გაცვლით. სიძნელე წარმოიშევა იმ შემთხვევაში, როდესაც ერთდროულად რამდენიმე აქტიური ობიექტი გადასცემს თავის მართვის ნაკადს ერთიდიმავე პასიურს.

როდესაც ნაკადი გადის რაიმე ოპერაციაზე, ჩვენ ვამბობთ, რომ ეს ოპერაცია არის შესრულების წერტილი. თუ ოპერაცია განსაზღვრულია რომელიმე კლასში, შეიძლება ითქვას, რომ შესრულების წერტილს წარმოადგენს ამ კლასის კონკრეტული ეგზემპლარი. ერთ ოპერაციაში (შესაბამისად ერთ ობიექტში) შესაძლებელია ერთდროულად იმყოფებოდეს მართვის რამდენიმე ნაკადი. აგრეთვე შესაძლებელია რომ სხვადასხვა ნაკადი იმყოფებოდეს სხვადასხვა ოპერაციაში, მაგრამ ერთ ობიექტში.

თუ გავითვალისწინებთ, რომ ნოტარიატის სისტემაში მომხმარებელთა (კლიენტები) რაოდენობა შეზღუდული არ არის (შეიძლება იყოს რამდენიმე), ერთდამავე NotariatSystemAccess კლასის ოპერაციებზე გვექნება განუსაზღვრელი რაოდენობის მიმართვა. თუ არ გამოვიჩინთ სიფრთხილეს, ნაკადებმა შეიძლება ხელი შეუშალონ ერთმანეთს, რაც მიგვიყვანს ობიექტის მდგომარეობის არაკორექტულ შეცვლამდე.

იმისათვის, რომ შევამციროთ ნაკადების მიერ ურთიერთხელშეშლის რისკი, შესაძლებელია აქტიური ობიექტების მოდელირება პეტრის ქსელით და მისი ანალიზის საფუძველზე რესურსების გამოყენების შესაძლებლობა. პეტრის ქსელების გამოყენებით მსგავსი პროცესების მოდელირება შესაძლებელია სინქრონიზაციის უნარის მქონე პროცედურებით. ასეთ ამოცანათა კლასს მიეკუთვნება პროცესების ურთიერთგამორიცხვის და ჩიხების რეგულირების [3]. ამ შემთხვევაში, პირველ რიგში უნდა დადგინდეს მოთხოვნების არსებული ინტენსივობის და მისი

დამუშავებისათვის საჭირო დროის არსებულ პირობებში არის თუ არა შესაძლებელი ჩიხური სიტუაციის შექმნა გამოთვლითი რესურსების არსებული კონფიგურაციისათვის.

გამოკვლევის შემდეგ ეტაპზე კი უნდა დავადგინოთ სისტემის დამცავი მექანიზმი, რომელიც შესაძლებელია იყოს რამდენიმე სახის:

- ჩიხების არსებობის აღწერილი პირობებიდან მოხერხდება ერთი ან რამდენიმე პირობის მოხსნა, მაშინ შესაძლებელია ჩიხების აღმოცენების თავიდან აცილება;
- პრინციპულად დასაშვებია ჩიხური სიტუაციის არსებობა, მაგრამ მისი მოახლოებისას მიიღება შესაბამისი გამაფრთხილებელი ზომები. ამ დროს შესაძლებელია რესურსების უფრო რაციონალური გამოყენება, ვიდრე წინა შემთხვევაში;
- ჩიხური სიტუაციები ლოკალიზდება და ოპერატორს მიეწოდება სათანადო ინფორმაცია მათ შესახებ;
- ჩიხური სიტუაციიდან გამოსვლა მიმდინარე მუშაობის შედეგების გარკვეული დანაკარგებით.

ამა თუ იმ მექანიზმის არჩევა დამოკიდებულია როგორც კონკრეტული საპრობლემო სფეროს სფეციფიკაზე, ასევე იმ ხარჯებზე, რომელიც საჭირო იქნება სისტემის ტოპოლოგიის დადგენისა და რეალიზებისათვის..

ნოტარიატის სისტემის შემთხვევაში გვაქვს ორდონიანი კომპიუტერული ქსელი – სანოტარო ბიუროების და ნოტარიუსთა პალატის. თითოეულს გააჩნია ლოკალური ქსელი და გაერთიანებულნი არიან ძირითადი სერვერებით ანუ კავშირი როგორც ერთი დონის, ასევე სხვადასვა დონის სერვერებს შორის ხორციელდება ძირითადი სერვერებით. შესაბამისად, ნოტარიატის სისტემის შემთხვევაში ყველაზე მისაღებია ჩიხების აღმოცენების თავიდან აცილება, ამისათვის პირველ რიგში უნდა გამოირიცხოს პროცესების ურთიერთგამორიცხვა.

ამ პრობლემის გადასაწყვეტად ობიექტ-ორიენტირებულ სისტემებში ოპერაციებზე, რომლებიც განსაზღვრულია კლასში, ენიჭება გარკვეული მასინქრონიზებული თვისებები (მიმდევრობითი – **Sequential**, დაცული – **quarded** და პარალელური – **Concurrent** [1]. აქტიური ობიექტების მოდელირებით პეტრის ქსელით და მისი ანალიზის საფუძველზე შესაძლებელი იქნება სინქრონიზაციის მექანიზმების დამუშავება. კლიენტების რაოდენობის, თითოეული აქტიური ობიექტის მიერ პასიურ ობიექტზე შესასრულებელი ოპერაციების რაოდენობისა და თითოეული ოპერაციის მომსახურების დროის გათვალისწინებით მოცემული მოდელით საშუალება გვქვია შევარჩიოთ ოპერაციებისათვის მასინქრონიზებული თვისებები.

სინქრონიზაციის მექანიზმების გარდა, ასევე უნდა დადგინდეს კომუნიკაციის სწორი მექანიზმები სისტემის აქტიურ და პასიურ ობიექტებს შორის, რომელიც უზრუნველყოფს მათი ქცევის სისწორეს მართვის რამდენიმე ნაკადის დროს. განაწილებული სისტემებისათვის, როგორცაც წარმოადგენს ნოტარიატის სისტემას, ერთ ობიექტზე მიმართვების რეგულირებისათვის ახდენს პროცესების გადანაწილებას კვანძების მიხედვით. ამის გამო, პროცესები შეიძლება სრულდებოდეს სხვადასხვა კვანძებზე. პროცესებს შორის კომუნიკაციისათვის არსებობს ორი კლასიკური მიდგომა: შეტყობინების გადაცემა და დაშორებული პროცედურების გამოძახება. ეს მექანიზმები მოდელირდება, შესაბამისად, როგორც ასინქრონული და სინქრონული მოვლენები.

### 3. დასკვნა

მართვის ნაკადების სტრუქტურის მოდელირების მოყვანილი მიდგომა საშუალებას გვაძლევს ავირიდოთ მართვის ნაკადების ურთიერთგამორიცხვა აქტიურ ობიექტებში და უზრუნველვყოთ განაწილებული სისტემებში ქსელის ნორმალური(სასურველი) ფუნქციონირება.

**ლიტერატურა:**

1. Арлоу Дж., Нейштадт А. (2008). UML2 - Унифицированный процесс. 2-е изд., Практический объектно-ориентированный анализ и проектирование. С-Петербург.
2. სუხიაშვილი თ., მანიევი გ. (2014). საკმეთაწარმოების პროცესების მოდელირება ორგანიზაციულ-ადმინისტრაციული მართვის განაწილებულ სისტემებში. სტუ-ს შრ.კრებ. „მართვის ავტომატიზებული სისტემები“. № 1(17). გვ. 131-137
3. გოგიჩაიშვილი გ., ბოლხი გ., სურგულაძე გ., პეტრიაშვილი ლ. (2013). მართვის ავტომატიზებული სისტემების ობიექტ-ორიენტირებული დაპროექტების და მოდელირების ინსტრუმენტები (MsVisio, WinPepsy, PetNet, CPN). სტუ., საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი.

**DESIGN OF STRUCTURE OF STREAMS OF MANAGEMENT IN  
THE DISTRIBUTED ORGANIZATIONAL - ADMINISTRATIVE SYSTEMS  
OF MANAGEMENT**

Sukhiashvili Teimuraz, Maniev Giorgi  
Georgian Technical University

**Summary**

Feature of organizational - administrative systems of management demands specific approach for creation of such models which provides reliable functioning of system and completely will meet requirements of users. It first of all belongs to modeling of parallel processes, the Main problem which needs to be solved when modeling parallel processes is that on the one hand it is necessary to exclude an impasse and secondly, to provide admissible time of a response of system. For this purpose, it is necessary to solve how to redistribute work between parallel active elements, it is also necessary to install the correct mechanisms of communication and a synchronization between active and passive objects which will provide their correct behavior at several streams of management.

**ПРОЕКТИРОВАНИЕ СТРУКТУРЫ ПОТОКОВ УПРАВЛЕНИЯ  
В РАСПРЕДЕЛЕННЫХ ОРГАНИЗАЦИОННО-АДМИНИСТРАТИВНЫХ  
СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ**

Сухиашвили Т., Маниев Г.  
Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Особенности организационно-административных систем управления требуют специфического подхода для построения таких моделей, которые обеспечат надежное функционирование системы и полностью удовлетворят требованиям пользователей. Это, в первую очередь, относится к моделированию параллельных процессов. Основная проблема, которую нужно решить при моделировании параллельных процессов заключается в том, что с одной стороны нужно исключить тупиковую ситуацию и, во вторых, обеспечить допустимое время отклика системы. Для этого нужно решить как перераспределить работу между параллельными активными элементами, также нужно установить правильные механизмы коммуникации и синхронизации между активными и пассивными объектами, которые обеспечат их правильное поведение при нескольких потоках управления.

## ქსელების კონფიგურაცია

ვახტანგ გაბელია, ელენე კამკამიძე

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

საკომუნიკაციო სისტემებისთვის ძალზე მნიშვნელოვანია რესურსების ოპტიმალური გამოყენება, ამიტომ ერთი უნიკალური მრავალფუნქციური ქსელის გაყვანა უფრო ეფექტურია, ვიდრე რამდენიმე ერთფუნქციური ქსელის, ვინაიდან ამით ყველაფერი ერთ საერთო კაბელურ გაყვანილობაზე დაიყვანება და არა რამდენიმეზე (სატელეფონო და სატელევიზიო), რითაც თავიდან ვიშორებთ განსხვავებული კაბელების და მოწყობილობების სისტემების გამოყენებას. ნაშრომში წარმოდგენილია კომპიუტერული და ტელეკომუნიკაციური ქსელების გაერთიანება ანუ კონვერგენცია, რაც საკომუნიკაციო სისტემების განვითარების მნიშვნელოვანი ნაბიჯია და ამიტომ უნდა იყენებდეს უფრო ეფექტურ და საიმედო ქსელურ ტექნოლოგიას.

**საკვანძო სიტყვები:** ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირგაბმულობა, IP მისამართი, მარშრუტიზაცია, ტორი, დოუბლერი, ომუტატორი, სისტემა არხების დროითი მულტიპლექსირებით, სისტემა ტალღური მულტიპლექსირებით.

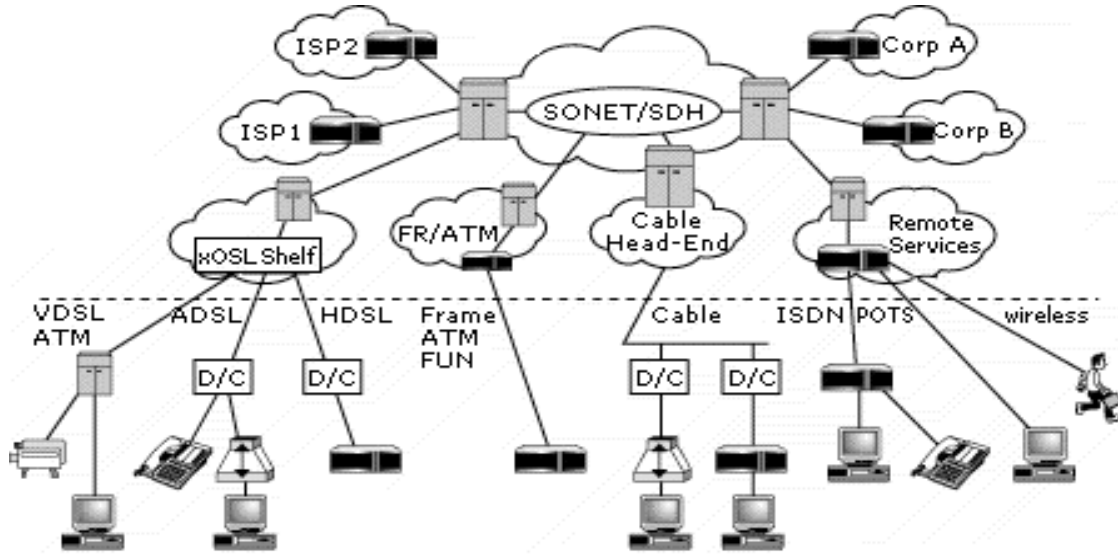
### 1. შესავალი

ამჟამად დიდი ყურადღება ენიჭება კომპიუტერული და ტელეკომუნიკაციური ქსელების გაერთიანებას ერთ ე.წ მულტისერვისულ ქსელად (ნახ.1). ეს გამოწვეულია მრავალი მიზეზით, როგორცაა რესურსებისა და ფართობის ეკონომია, ვინაიდან უფრო ეფექტურია ერთი უნიკალური ქსელის გაყვანა, ვიდრე რამდენიმე ერთფუნქციური ქსელისა, უფრო სწრაფი და საიმედო ქსელური სისტემების წარმოშობამ და სხვა. მულტისერვისული ქსელის ყველაზე რეალურ მაგალითს წარმოადგენს ინტერნეტი. მისი საშუალებით სრულდება ინფორმაციის გაცვლა, კავშირის დაფუძნება ე.წ „ცოცხალ“ რეჟიმში და სხვა. თუმცა იგი ჯერ შორს არის მულტისერვისული ქსელის წოდებისგან. განხორციელებულია „ინტერნეტ ტელეფონია“, სადაც IP სატელეფონო კვანძები უკავშირდება ჩვეულებრივ სატელეფონო სადგურებს. იმ ფაქტიდან გამომდინარე, რომ ინტერნეტი წარმოადგენს მულტისერვისული ქსელის ყველაზე რეალურ მაგალითს, „მულტისერვისული“ ქსელი უნდა იყენებდეს მონაცემთა ციფრული გადაცემის სისტემას. აქვე უნდა აღვნიშნოთ, რომ ციფრული გადაცემის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს უპირატესობას წარმოადგენს მისი სიგნალების რეგენერაციის შესაძლებლობა.

### 2. ძირითადი ნაწილი

ქსელებში, სადაც ბევრი კომპიუტერი ან მოწყობილობა არის ჩართული, ჰაბებს (კონცენტრატორებს) ნაკლები გამოყენება აქვთ, ვინაიდან არაეკონომიური UTP კაბელით მონაცემთა გადაცემა შესაძლებელია 100 მეტრამდე მანძილზე, უფრო შორს სიგნალები ისე სუსტდება, რომ ჰაბს არ შეუძლია მათი გაძლიერება. ისეთ ქსელებში მეტწილად გამოიყენება კომუტატორი, რომელსაც სვიჩს (Switch) უწოდებენ. ჰაბისგან განსხვავებით მას შეუძლია პაკეტის თავსართში ამოიკითხოს MAC მისამართი, თუ რომელი ქსელის კარტას ეკუთვნის იგი და გაუგზავნოს პაკეტი კონკრეტულ კომპიუტერს. ანუ სვიჩი მონაცემებს უგზავნის იმ კომპიუტერებს, რომლებისთვისაც ისინია განკუთვნილი და არა ყველას, როგორც ჰაბი არსებობს ორი სახის სვიჩი, გამჭოლი და შემნახველი. გამჭოლი სვიჩები ჩვეულებრივ მიიღებენ პაკეტებს და გადაუგზავნიან შესაბამის კომპიუტერებს, ხოლო შემნახველ სვიჩებს აქვთ საკუთარი პროცესორი და მეხსიერების ბუფერი.





ნახ.1. მულტისერვისული ქსელი

ისინი აგროვებს შემოსულ პაკეტებს, ამოწმებს შეცდომებზე, შემდეგ ისევ ყოფს და გადასცემს შესაბამის კომპიუტერებს. თავისი მუშაობის პრინციპიდან გამომდინარე სვიჩებს უფრო მეტი შესაერთებელი აქვს და, ჰაბების მსგავსად, მათი ერთმანეთზე მიერთებაც შეიძლება. რამდენიმე ქვექსელის გაერთიანება შეიძლება მოწყობილობით, რომელსაც მარშრუტიზატორი - როუტერი (Router) ქვია. რამდენიმე ლოკალური ქსელის გაერთიანება შეგვიძლია სვიჩების მიერთებით როუტერთან. როუტერი ქსელური (Network Layer) დონის მოწყობილობაა, შეუძლია პაკეტის თავსართში გაშიფროს ქსელში ჩართული ყველა კომპიუტერის IPმისამართი და გადაუზღავოს იგი ქვექსელის გამაერთიანებელ სვიჩს, რომელიც თავისმხრივ მიაწვდის შესაბამის კომპიუტერს. IP-ტელეფონი წარმოადგენს სატელეკომუნიკაციო მოწყობილობას, რომელიც იძლევა ხმოვანი კავშირის საშუალებას დაშორებულ აბონენტებთან IP-ქსელის გამოყენებით. მას ენიჭება IPმისამართი მარშრუტიზატორის საშუალებით. ეს შესაძლებელი გახდა VoIP ტექნოლოგიის განვითარების გამო, რომელიც წარმოადგენს IP-ქსელში ხმის გადაცემის ტექნოლოგიას. IP-ტელეფონები შეიძლება გამოყენებული იქნას როგორც სახლის კერძო ტელეფონებად, ასევე კორპორაციული ლოკალური ქსელის შიგა ტელეფონებად. IP-ტელეფონების დადებით მხარეს წარმოადგენს:

1. დასწრებისა და არყოფნის ინდიკაცია;
2. ზარის გადამისამართების სწრაფი დაყენება;
3. მოსახერხებელი ხმოვანი ფოსტა;
4. სხვა დამატებითი არასავალდებულო ფუნქციები (მაგალითად, ტექსტური შეტყობინებები).

დეკოდერი (რესივერი, ნახ.2) არის მოწყობილობა, რომელიც გარდაქმნის სატელევიზიო ციფრულ სიგნალებს ანალოგურში და შემდგომ გადასცემს ტელევიზორს. ის ტელევიზორს გადასცემს ანალოგურ სიგნალს RCA ან SCART გასართების საშუალებით, თუმცა ასევე შეუძლია დამუშავებული ციფრული სიგნალი გადასცეს HDMI პორტის საშუალებით, თუ რა თქმა უნდა ამის საშუალება ტელევიზორს გააჩნია. დეკოდერს შეუძლია სიგნალის მიღება ციფრული ტელევიზიის ქსელიდან, ანტენიდან და ინტერნეტის ქსელიდან. თელევიზიას, რომელიც იყენებს ინტერნეტის ქსელს, უწოდებენ IP ტელევიზიას და მასში დეკოდერს ენიჭება IP მისამართი. დეკოდერისთვის მისაღები სიგნალი იყენებს ვიდეოს შეკუმშვის MPEG-2 ან MPEG-4 ტექნოლოგიას.

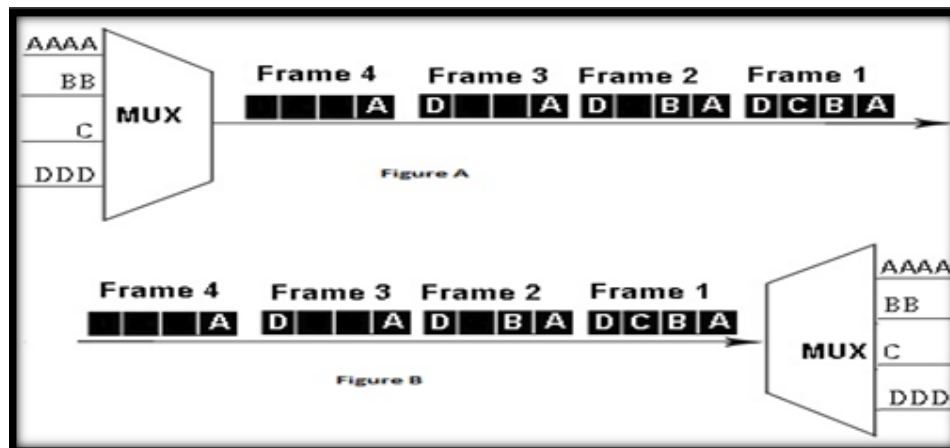


ნახ.2.დეკოდერი

ქსელების კონვერგენცია მოითხოვს მონაცემთა გადაცემის სიჩქარის ზრდას, აქედან გამომდინარე მულტისერვისული ქსელის აგებისთვის სწორი ნაბიჯი იქნება გამოვიყენოთ ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირგაბმულობა. ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირგაბმულობა დღესდღეობით წარმოადგენს ყველაზე სწრაფ, საიმედო და პერსპექტიულ მიმართულებას სატელეკომუნიკაციო ინდუსტრიაში. ოპტიკური კაბელები წარმოადგენენ ქსელის უმთავრეს კომპონენტს, და ზუსტად მათ ხარისხსა და საიმედოობაზეა დამოკიდებული ქსელის ჯამური მუშაობა. ამჟამად გავრცელებულია ორი ოპტიკურ-ბოჭკოვანი გადაცემის სისტემა.

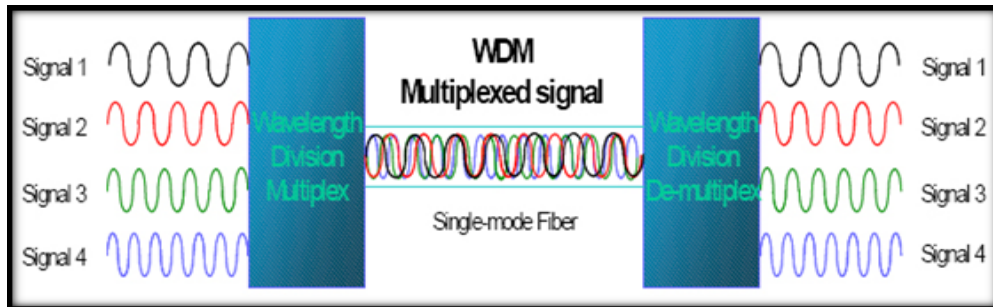
TDM(Time Division Multiplexing- სისტემა არხების დროითი მულტიპლექსირებით) ტექნოლოგია იყო პირველი სისტემა, რომელიც გამოიყენებულ იქნა გადაცემის ოპტიკურ-ბოჭკოვან სისტემებში (ნახ.3). ეს ტექნოლოგია ითვალისწინებს რამოდენიმე შემავალი დაბალსიხშირიანი არხების ელექტრონული სახით გაერთიანებას ერთ საერთო მაღალსიხშირიან არხად. შემავალი არხები რიგრიგობით ამოდულირებენ მაღალსიხშირიან გადამტან სიხშირეს მათთვის გამოყოფილ დროის მოკლე შუალედებში ანუ ტაიმ-სლოტებში, რომელიც პერიოდულად მეორდება: პირველი ტაიმ-სლოტის განმავლობაში გადამტანი მოდულირდება პირველი შემავალი არხით, მეორე ტაიმ-სლოტის განმავლობაში - მეორეთი, მესამის განმავლობაში - მესამით და ა.შ.

TDMსისტემებში ყველა საინფორმაციო არხი ორგანიზდება ელექტრონულად და ინფორმაცია გადადის ელექტრულიდან ოპტიკურ ფორმაში, რის შემდეგაც გადაიცემა ერთი ოპტიკური ბოჭკოთი ერთ ტალღის სიგრძეზე შესაბამისი ტაიმ-სლოტების განმავლობაში. ეს ხორციელდება გადამცემ მხარეზე, ხოლო მიმღებ მხარეზე პირიქით, ინფორმაცია ოპტიკური ფორმიდან გადადის ელექტრონულში.



ნახ.3. სისტემა არხების დროითი მულტიპლექსირებით

WDM(Wavelength Division Multiplexing- სისტემა ტალღური მულტიპლექსირებით) ტექნოლოგია მოიცავს მულტიპლექსირებას ტალღის სიგრძეების დაყოფით და წარმოადგენს მობილური კავშირის ქსელებში გამოყენებულFDMA-ის (Frequency Division Multiple-Access - სიხშირეებით მრავალჯერადი შეღწევის სისტემა) ანალოგს (ნახ.4). არსებობს ტალღური მულტიპლექსირების სხვადასხვა მოდიფიკაცია: WDM, CWDM, DWDM, EWDM. ტექნოლოგიაCWDM(Coarse Wavelength Division Multiplexing) არსების უხეში მულტიპლექსირება (შემჭიდროვება - დაყოფა ტალღის სიგრძის მიხედვით). ტექნოლოგიაDWDM(Dense Wavelength-Division Multiplexing) არსების მჭიდრო ტალღური მულტიპლექსირება. ტექნოლოგიაEWDM(Enhanced Wave Division Multiplexing),DWDMდაCWDM გამეჩხერაინებული, სისტემების ჰიბრიდული გადაწყვეტაCisco Confidential-ის ბაზაზე(CWDM + DWDM=EWDM), CWDM, სისტემის სრულყოფილი ვერსია, საშუალებას იძლევა ერთი წყვილით ერთდროულად გადავცეთ 16 არხი (CWDM-8, DWDM-8), 8 არხი 1 გბტ/წმ სიჩქარის და 8 არხი 10 გბტ/წმ სიჩქარის. ანუ ასეთი სისტემა წარმოადგენს არსებულიCWDMსისტემის გაფართოებას 16 არხამდე.WDMტექნოლოგიებს არ გააჩნიათTDMტექნოლოგიის დამახასიათებელი თანმდევი შეზღუდვები და ტექნოლოგიური სირთულეები.WDM ტექნოლოგიებში გამტარუნარიანობის ამაღლებისთვის ზრდიან არხების რიცხვს, ანუ გადაცემის სისტემებში გამოყენებულ ტალღების რიცხვს. WDMტექნოლოგია იძლევა საშუალებას ერთი ოპტიკური ბოჭკოთი სხვადასხვა ტალღის სიგრძეზე ერთდროულად გადაიცეს სხვადასხვა საინფორმაციო ჩამონათვალი:ტელევიზია, ტელეფონი, ინტერნეტი და სხვა.



ნახ.4. სისტემა ტალღური მულტიპლექსირებით

ამჟამად ფართო განვითარება განიცადა WDM სისტემამ, თუმცა ტრადიციული TDM სისტემა ცვლადობით გამოიყენება. ორივეს ფუნქციას წარმოადგენს კავშირის ქსელების გამტარუნარიანობის გაზრდა. შევადაროთ WDM და TDM სისტემები :

1. TDM და WDM მულტიპლექსირების სისტემების ურთიერთქმედება სატრანსპორტო ტექნოლოგიებთან: სატრანსპორტო ტექნოლოგიებთან ურთიერთქმედებაში WDM ტექნოლოგია უფრო მოქნილია და ეფექტური, ვიდრე არსებული SDH/SONET ტექნოლოგია.
2. რეგენერაციულ ანუ გამაძლიერებელ უბნებს შორის სიგრძე: WDM სისტემაში გამოიყენება მრავალი სიანხლე მულტიპლექსორ/დემულტიპლექსორის, ოპტიკური გამაძლიერებლების და მათი მართვის სახით.
3. გამოყენებული სახაზო კოდები: WDM სისტემაში გამოიყენება სახაზო კოდი ნაკლები ენერგო დახარჯებით, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის მთლიან ენერგეტიკულ პოტენციალს.
4. ქსელების კონვერგენცია: WDM სისტემის თვისებები იძლევა კომპიუტერული და ტელეკომუნიკაციური ქსელების ეფექტური კონვერგენციის საშუალებას.

### 3. დასკვნა

მიუხედავად იმისა რომ გაერთიანებული ანუ მულტისერვისული ქსელი წარმოადგენს უფრო რთულ სისტემას და შეიძლება მოითხოვდეს დამატებით აპარატურას (დეკოდერი ან სპეციალური ტელევიზორები), მისი უპირატესობები სრულად ფარავს გაზრდილ მოთხოვნებს. ასევე მიუხედავად იმისა, რომ ტრადიციული TDM სისტემა უფრო დამუშავებულია ვიდრე ახალი WDM სისტემა, გაერთიანებულ ქსელებში უმჯობესია გამოყენებული იქნას Wavelength Division Multiplexing - სისტემა ტალღური მულტიპლექსირებით მისი დადებითი მხარეებიდან გამომდინარე.

#### ლიტერატურა:

1. КуроузД.Ф., РоссК.В. (2012).Компьютерные сети. Питер. ISBN 5-8046-0093-7.
2. ТаненбаумЭ. (2012). Компьютерные сети. Питер. ISBN 978-5-318-00492-6.  
<http://all-books.org/204.html>
3. Peterson L.L., Davie B.S. (2011). Computer Networks \_ a system approach.5<sup>th</sup> edition.  
<http://booksite.mkp.com/9780123850591>.

### NETWORK CONVERGENCE

GabeliaVakhtang, Kamkamidze Elene  
Georgian Technical University

#### Summary

For communication systems it is very important that resources are used optimally, so the installation of a unique or multi-function network is more efficient than few single-function networks, because that reduces everything to one general cable wiring and no more extra wiring (telephone and television) is needed, thus avoiding using different cables and devices. The article presents convergence of computer networks and telecommunications networks. The convergence of computer networks and telecommunications networks is an important step in the development of more efficient and reliable net working technology to be used in communication systems.

### КОНВЕРГЕНЦИЯ СЕТЕЙ

Габелия В., Камкамидзе Е.  
Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Для систем связи очень важно, чтобы ресурсы использовались оптимально, поэтому установка уникальной или многофункциональной сети является более эффективной, чем установка нескольких однофункциональных сетей. Все сводится к одной общей кабельной проводке, таким образом отпадает необходимость использования различных кабелей и устройств сопряжения. В статье представлены методы конвергенции компьютерных сетей и сетей телекоммуникационной связи, что является важным шагом в развитии более эффективной и надежной сетевой технологии, которая будет использоваться в современных системах связи.

**ღრუბლოვანი გამოთვლების უპირატესობა, ნაკლოვანებები,  
განვითარების ამრსაქმები**

კონსტანტინე კამკამიძე, ნიკოლოზ ბჟალავა, გიორგი ნაჭყეაია  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

განხილულია ღრუბლოვანი გამოთვლების არსი, მისი ძირითადი უპირატესობანი და ნაკლოვანებები, SaaS, PaaS და IaaS მომსახურების მოდელები, ღრუბლოვანი ტექნოლოგიების მახასიათებლები. მისი გამოყენების თავისებურებანი საბანკო-საფინანსო, საგანმანათლებლო და სამეცნიერო საქმიანობებში. ნაშრომში გამოყოფილია ღრუბლის ტექნოლოგიის განვითარების შემაფერხებელი ფაქტორები, გაანალიზებულია ღრუბლოვანი გამოთვლების გამოყენების ზრდის ტენდენცია, მისი განვითარების პერსპექტივა.

**საკვანძო სიტყვები:** ღრუბლოვანი გამოთვლები. მომსახურების მოდელები. SaaS. PaaS. IaaS.

**1. შესავალი**

პირველად, იდეა, რასაც ჩვენ დღეს „ღრუბლოვანი გამოთვლებს“ ვუწოდებთ, გაფლერებულ იქნა 1970 წელს J.C.R. Licklider –ის მიერ. იმ პერიოდისათვის ის გახლდათ პასუხისმგებელი ARPANET (Advanced Research Projects Agency Network) შექმნაზე. მისი მოსაზრებით მსოფლიოს ყველა მოქალაქეს ექნებოდა შესაძლებლობა ჩართულიყო ქსელში, საიდანაც ისინი მიიღებდნენ როგორც მონაცემებს ასევე პროგრამულ უზრუნველყოფას. John McCarthy – ის მოსაზრებით კი გამოთვლითი სიმძლავრეები მომხმარებელს შეიძლებოდა მიწოდებოდა სერვისების სახით. ამ იდეების განხორციელება გადაიდო 90 –იან წლებამდე, 90-იან წლებშიც მნიშვნელოვანი ბიჭი არ ყოფილა ამ მიმართულებით, რადგანაც კომპანიები არ იყვნენ მზად ამ ახალი ტექნოლოგიების დანერგვისათვის, თუმცა მნიშვნელოვანი მომენტი იყო ინტერნეტის სისწრაფის გაზრდა.

პირველი კომპანია იყო Salesforce.com, რომელმაც 1999 წელს მომხმარებელს შესთავაზა ვებ აპლიკაცია თავისი საიტიდან, რომელიც დღეს ცნობილია, როგორც “პროგრამული უზრუნველყოფა როგორც სერვისი” (SaaS). შემდეგი იყო Amazon-ი 2002 წელში, რომელმაც მომხმარებელს შესთავაზა მონაცემების შენახვა და გამოთვლების განხორციელება. 2006 წელში კი Elastic Compute cloud (EC2) სერვისი. შემდეგი მნიშვნელოვანი მოვლენა იყო კომპანია Google – ის პლატფორმა Google Apps – ვებ აპლიკაციები ბიზნეს სექტორისათვის.

**2. ძირითადი ნაწილი**

ღრუბლოვანი გამოთვლები არის “მონაცემთა განაწილებული დამუშავების ტექნოლოგია, სადაც კომპიუტერული რესურსები და სიმძლავრეები შეთავაზებულია მომხმარებლისთვის ინტერნეტ სერვისის სახით.” ინტერნეტ სერვისში იგულისხმება ასევე ლოკალურ ქსელში ვებ ტექნოლოგიების გამოყენება.

ღრუბლოვანი გამოთვლების განვითარებას ხელი შეუწყო არა მარტო Google, Amazon – ის მიერ შემოთავაზებულმა ინტერნეტ სერვისებმა, არამედ ზოგადად ტექნიკურმა პროგრესმა. კერძოდ, მრავალბირთვიანი პროცესორების შექმნამ ხელი შეუწყო მწარმოებლობის გაზრდას, ინფორმაციის მატარებლების ტევადობის გაზრდამ ხელი შეუწყო შესაძლებლობის ინფორმაციის მოცულობის გაზრდას და ასევე შეამცირა მისი მომსახურების ხარჯები. მრავალდინებიანი პროგრამირების ტექნოლოგიებმა ხელი შეუწყო მრავალპროცესორიანი გამოთვლითი სისტემების რესურსების ეფექტიანად გამოყენებას და ა.შ.

➤ **უპირატესობები:**

1. ხელმისაწვდომობა: “ღრუბელი” ხელმისაწვდომია ყველასათვის, მსოფლიოს ნებისმიერი წერტილიდან სადაც არის ინტერნეტი, ყველა კომპიუტერიდან, რომელსაც აქვს ბრაუზერი;
2. კომპიუტერებს არ მოეთხოვებათ დიდი გამოთვლითი სიმძლავრეები. ნებისმიერ პერსონალურ კომპიუტერს, ნეტბუკს, სმარტფონს გახსნილი ბრაუზერით შეუძლია მიიღოს დიდი პოტენციალი;
3. საიმედოობა;
4. მონაცემების დამუშავების დიდი სისწრაფე;
5. პროგრამების შექმნის ხარჯების ეკონომია;
6. მყარი დისკის მოცულობის ეკონომია, რადგან ყველა მონაცემები ქსელშია განთავსებული.

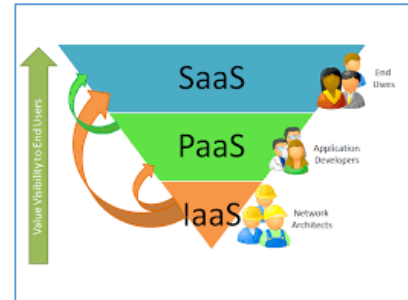
➤ **ნაკლოვანებები:**

1. მონაცემების შენახვა და უსაფრთხოება დამოკიდებულია სერვისის მომწოდებელზე;
2. “ღრუბლოვანი” მონოპოლისტების გამოჩენა;
3. მუდმივად ქსელში ყოფნის აუცილებლობა;
4. მოწყობილობების სიძვირე საკუთარი „ღრუბლის” შექმნისთვის.

მომსახურების მოდელია (ნახ.1):

• **პროგრამული უზრუნველყოფა როგორც სერვისი** - (SaaS, Software-as-a-Service)– მოდელი, რომელშიც მომხმარებელს ეძლევა საშუალება მიიღოს პროგრამული უზრუნველყოფა პროვაიდერისაგან ქსელის საშუალებით.

• **პლათფორმა როგორც სერვისი** - (PaaS, Platform-as-a-Service)– მოდელი, როდესაც მომხმარებელს ეძლევა შესაძლებლობა გამოიყენოს ღრუბლოვანი ინფრასტრუქტურა საბაზისო პროგრამული უზრუნველყოფის განსათავსებლად და შემდგომში დანართების დასამატებლად.



ნახ.1.

• **ინფრასტრუქტურა როგორც სერვისი** - (IaaS, or Infrastructure-as-a-Service) – მოდელი, როდესაც ღრუბლოვანი ინფრასტრუქტურა გამოიყენება მომხმარებლისაგან საკუთარი რესურსების დამოუკიდებლად მართვისათვის, როგორცაა გამოთვლები მონაცემების შენახვა, ქსელის მართვა, სისტემური და სამომხმარებლო პროგრამების ინსტალაცია.

ღრუბლოვანი ტექნოლოგიების ძირითადი მახასიათებლებია:

• **თვითმომსახურება მოთხოვნაზე**(self service on demand) – მომხმარებელი სერვისის მომწოდებლისაგან დამოუკიდებლად განსაზღვრავს და ცვლის გამოთვლის მოთხოვნებს, როგორცაა სერვერული დრო, მონაცემების წვდომის და დამუშავების სისწრაფე, შენახული მონაცემების მოცულობადა ა.შ.

• **უნივერსალური წვდომა ქსელზე**, მონაცემთა გადაცემის ქსელის მომხმარებელთათვის სერვისები ხელმისაწვდომია, მიუხედავად იმისა თუ რა ტერმინალური მოწყობილობებს იყენებენ.

• **რესურსების გაერთიანება**,(resource pooling)სერვის პროვაიდერი ერთიანი მომსახურების რეჟიმში უზრუნველყოფს მრავალი მომხმარებლის მომსახურებას ერთიანი მოთხოვნის რეჟიმით.

• **ელასტიურობა:** დროის შეუზღუდავად ავტომატურად მომსახურება.

• **მოთხოვნის აღრიცხვა:** პროვაიდერი ითვლის რესურსებს ავტომატურად.

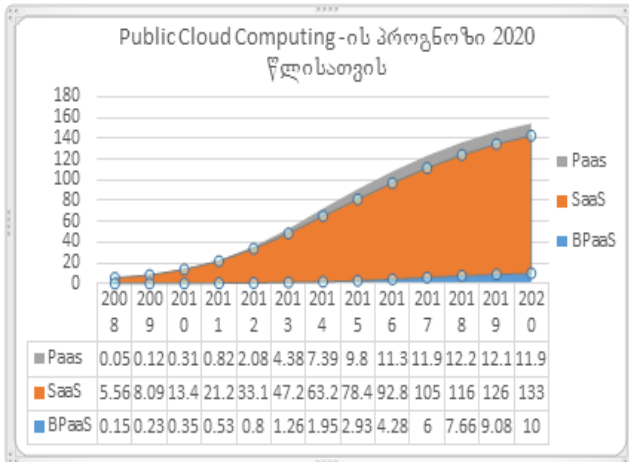
განთავსების მოდელია:

1. **პირადი ღრუბელი (Private cloud)**– კერძო კომპანიის და მისი კლიენტების ქსელი;

2. **საზოგადოებრივი ღრუბელი (Public cloud)**–ინფრასტრუქტურა განსაზღვრული მომხმარებლების ფართო მასებისათვის;

3. **ჰიბრიდული ღრუბელი (Hybrid cloud)**– ღრუბლების კომბინაცია.

ანალიტიკური კომპანია “ Forester Research” – ის პროგნოზით ღრუბლოვანი გამოთვლების ბაზარი 2020 წლისათვის მიაღწევს 160 მილიარდ დოლარს (ნახ.2). მომავალში, “ღრუბლოვანი გამოთვლები” იქნება მიმზიდველი ბევრი ორგანიზაციისათვის, შემდეგი პირობების გამო: აპარატურული ვირტუალიზაცია; აპარატურული მოწყობილობების ელ. ენერჯის უზრუნველყოფის შემცირება; სისწრაფის გაზრდა. ღრუბლოვანი ტექნოლოგიები თავისი განვითარების საწყის ეტაპზე ბევრი პროექტი ჯერ კიდევ შორსაა საბოლოო ვერსიისაგან, მომხმარებლები და მწარმოებლები ბოლომდე არ იცნობენ და არ ენდობიან ამ ტექნოლოგიას. ასევე არ არის სრულად დამუშავებული სერვისების სტანდარტიზაცია, არ არის გამოკვეთილი ტექნოლოგიის რომელი მიმართულება იქნება მეტად პერსპექტიული და კომერციულად მომგებიანი.



ნახ.2

ღრუბლოვანი ტექნოლოგიის ერთერთ შემაფერხებელ ფაქტორად შეიძლება ჩაითვალოს მისი იურიდიული და სამართლებრივი მხარე. მაგალითად, “ღრუბელი” უნდა ემორჩილებოდეს იმ ქვეყნის საკანონმდებლო აქტებს, რომლის ტერიტორიაზეც არის ის განთავსებული. მეორეს მხრივ, “ღრუბლის” გამოყენება შესაძლებელია დედაამიწის ნებისმიერი წერტილიდან ანუ სხვა ქვეყნიდან.

ღრუბლოვანი ტექნოლოგია აქტიურად ვითარდება, ხოლო ბაზარი – იზრდება. გამოთვლითი სიმძლავრების გაზრდა და ქსელური ტექნოლოგიების განვითარება ხელს უწყობს კოლექტიური მომსახურების ცენტრების (კმც) შექმნას, რომელშიც გამოყენებული იქნება ტერმინალური შეღწევა. Cisco-ს მიერ 2012 წელს გამოქვეყნებული ანგარიშის მიხედვით, ქსელური მულტიმედია სერვისების მოხმარებამ მთლიანი ქსელური ტრაფიკის 60%-ს მიაღწია. პერსპექტივაში მედიასერვისებზე ქსელური დატვირთვა მნიშვნელოვნად გაიზრდება.

სხვადასხვა სფეროში ღრუბლის ტექნოლოგიის გამოყენება ერთმნიშვნელოვნად არ ხდება. მაგალითად, საბანკო და საფინანსო საქმიანობაში, საზოგადოებრივი ღრუბლის (Public Cloud) საინფორმაციო უსაფრთხოების დაბალი გარანტიისაგან გამომდინარე, უპირატესობა ენიჭება კერძო ღრუბელს (Private Cloud), რომელიც მაქსიმალურად უზრუნველყოფს ბანკის მონაცემების საინფორმაციო უსაფრთხოებას და დამოუკიდებელი ინდივიდუალური სისტემების გამართვის შესაძლებლობას.

განსაკუთრებულ შესაძლებლობას იძლევა “ღრუბლის” გამოყენება სამეცნიერო და საგანმანათლებლო სფეროში. კერძოდ, შესაძლებელია:

1. კონკრეტულ საგანში ვებ-ორიენტირებული ლაბორატორიის შექმნა;
2. სამეცნიერო პრობლემების დამუშავებისა და კვლევის შედეგების გავრცელების პრინციპულად ახალი შესაძლებლობების გამოყენება;
3. ლექცია-სემინარებისა და ლაბორატორიული სამუშაოების სხვადასხვა მიმართულებით გადაცემა.

აქედან გამომდინარე, ღრუბლოვანი გამოთვლებს აქვს კარგი პერსპექტივა საგანმანათლებლო და სამეცნიერო სფეროში.

### 3. დასკვნა

ღრუბლოვანი გამოთვლები პერსპექტიული ტრენდია და დიდი ალბათობით მომავალში ფართო გამოყენებას ჰპოვებს. მისი გამოყენებით მცირდება ინფორმაციული ტექნოლოგიების ინფრასტრუქტურისა და მის მომსახურე პერსონალიზე გაწეული ხარჯები, ხდება „ღრუბელში“ განთავსებულ სასურველ სერვისებსა და გამოყენებით პროგრამებზე წვდომა, უმტკივნეულოდ ხორციელდება გამოთვლითი ინფრასტრუქტურის დინამიკური გაზრდა. თუმცა საზოგადოებრივი ღრუბლის ნაკლებად დაცულობის გამო (Public Cloud) უცხო პირს შეუძლია განახორციელოს არასანქცირებული შეღწევა, რის გამოც ღრუბლოვანი სერვისები ნაკლებადაა გამიზნული კონფიდენციალური მონაცემების შენახვისა და დამუშავებისაგან.

#### ლიტერატურა:

1. Дж. Риз. (2011). Облачные вычисления. Изд. СПб: БХВ-Петербург
2. [http://www.cisco.com/web/about/ac123/ac147/archived\\_issues/ipj\\_12-3/123\\_cloud1.html](http://www.cisco.com/web/about/ac123/ac147/archived_issues/ipj_12-3/123_cloud1.html)
3. [http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Облачные\\_вычисления\\_\(Cloud\\_computing\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Облачные_вычисления_(Cloud_computing))
4. <http://habrahabr.ru/post/111274/>

### ADVANTAGES, DISADVANTAGES, DEVELOPMENT PROSPECTS OF CLOUD COMPUTATION

Kamkamidze Konstantine, Bzhalava Nikoloz, Nachkepia Giorgi  
Georgian Technical University

#### Summary

The work deals with the essence, basic advantages and disadvantages of cloud computation, service models of SaaS, PaaS and IaaS, features of cloud technologies. Peculiarities of its integration in banking, financial, educational and scientific activities. Hindrances of the development of cloud technology are highlighted, tendency of the growth of the utilization of cloud computation and its development prospects are analyzed in the work.

### ПРЕИМУЩЕСТВА, НЕДОСТАТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОБЛАЧНЫХ ВЫЧИСЛЕНИИ

Камкамидзе К., Бжалава Н., Начкепия Г.  
Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Рассмотрены суть облачных вычислений, основные преимущества и недостатки, SaaS, PaaS и IaaS модели обслуживания, базовые показатели облачных технологий. Также определены особенности применения данной технологии в банковской области, в сферах науки и образования. В статье выделены тормозящие факторы развития облачных технологий, приведен анализ роста тенденции внедрения и применения облачных вычислений, перспектива развития.



## SPACE-TIME TRELLIS CODING WITH CPM

Sordia Mariam

Georgian Technical University

### Summary

We consider the specific scheme of trellis codes where space-time coding and continuous phase modulation are used. Non-linear continuous phase modulation has desirable constant envelope properties and considerable potential in space-time coded systems. The transmitter and receiver parts of this scheme are described. The space-time encoder is feed forward and is defined over a finite field. The space-time encoder and the modulation is incorporated into a single trellis encoder. This allows state combining, which leads to realization complexity reduction. We investigate the conditions where the full diversity of the system is obtained.

**Key words:** Coding theory. Continuous phase modulation. Space-time coding.

### 1. Introduction

Space-time coded systems developed in the last ten years have been designed primarily using linear modulation. Non-linear continuous phase modulation has desirable constant envelope properties and considerable potential in space-time coded systems.

The work in this paper is focused on developing and analyzing an integrated space-time coded continuous phase modulated (STC-CPM) system. The coding of the space-time encoder and the modulation is incorporated into a single trellis encoder. This allows state combining, which leads to complexity reduction due to the reduced number of states.

### 2. Coding Scheme

Significant improvement in spectral efficiency is attainable by increasing the number of antennas used at the transmitter and the receiver. A technique that employs coding across multiple transmit antennas is space-time coding (STC). To date STC has improved quality but not spectral efficiency. Minimum shift keying (MSK), a particular form of continuous phase modulation (CPM), is an excellent signaling format for use in space-time coded systems. The promise of good performance by space-time trellis coded CPM systems is illustrated by Cavers in [1].

This paper is present an in depth review of the current state of space-time trellis coded CPM research. The space-time coded CPM system presented in Figure 1.

The space-time encoder, pulse amplitude mappers (PAM) are required to map the space-time encoded data  $J_{i,n} \in \{0,1,\dots, M-1\}$  to the channel symbols  $\alpha_{i,n} \in \{-(M-1), -(M-3), \dots, M-1\}$  for  $1 \leq i \leq L_t$ .

The modulation index is set to  $h = \frac{v}{p}$  where  $v$  and  $p$  are relatively prime integers. Then, the physical phase is constrained to lie on a trellis.

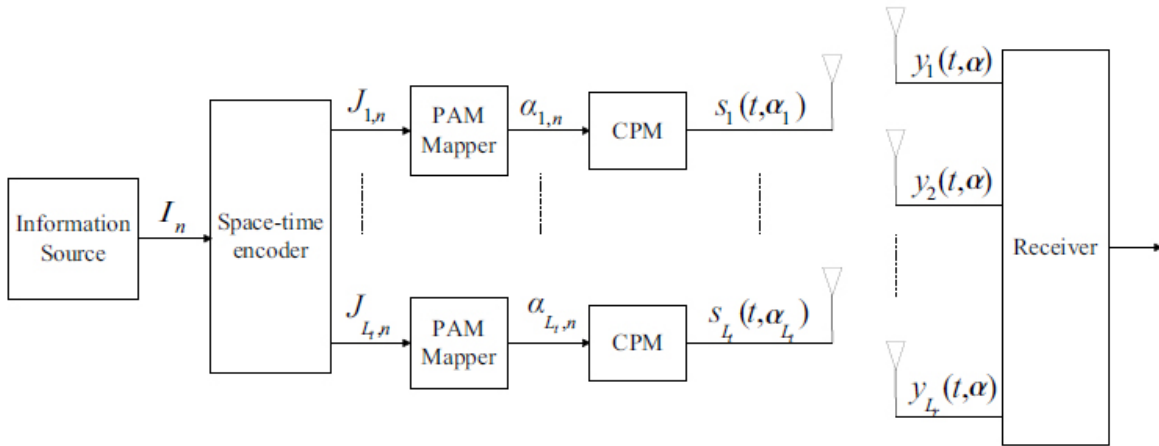


Fig.1. Space-time coded CPM system

The state of the phase at the  $i$ -th transmit antenna is dependent on the vector

$$S_{i,n} = [\tilde{\theta}_{i,n}, \alpha_{i,n-1}, \dots, \alpha_{i,n-L+1}] \quad 1 \leq i \leq L_t \quad (1)$$

where  $\tilde{\theta}_{i,n}$  is defined by Equation

$$\tilde{\theta}_{i,n} = [\pi h \sum_{j=0}^{n-L} \alpha_{i,j}] \bmod 2 \quad (2)$$

Each vector described by Equation 1 for  $1 \leq i \leq L_t$  has  $2pM^{L-1}$  possible states.

The space-time encoder is feed forward, has constraint length  $\nu$ , and is defined over a finite field. The overall transmitter may be represented by a super trellis and the state of the trellis at time  $nT$  is

$$S_{i,n} = [\tilde{\theta}_{i,n}, \tilde{\theta}_{L_t,n}, I_{n-1}, \dots, I_{n-L-\nu+1}], \quad (3)$$

where the information symbols,  $I_n$ , are binary. This super trellis has  $(2p)^{L_t} 2^{\nu+L-1}$  states and may take on  $p^{L_t} 2^{\nu+L-1}$  of these during any given interval. For example, consider M-ary CPFSK with  $h = \frac{1}{M}$ , which we denote as M-CPFSK, used with the delay diversity space time code. Delay diversity with  $L_t$  transmit antennas has a constraint length of  $L_t - 1$ . CPFSK is full response, that is,  $L = 1$  and with  $h = \frac{1}{M}$ , variable  $p = M$ . The number of states in the super trellis for this system using the space-time coded CPM scheme proposed in [2] is

$$S_T = (2p)^{L_t} 2^{\nu+L-1} = (2M)^{L_t} 2^{L_t-1} = M^{L_t} 2^{2L_t-1} \quad (4)$$

In [2], design criteria are presented for space-time coded CPM in quasi-static fading, for a small number of parallel spatial channels. The PEP is shown to have an upper bound analogous to that derived for linearly modulated space-time codes, with a different distance matrix. The signal distance matrix for space-time coded CPM is defined as:

$$S = \begin{bmatrix} \int_0^{N_c T} |\varphi_1(t)|^2 dt & \dots & \int_0^{N_c T} \varphi_1(t) \varphi_{L_t}(t) dt \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \int_0^{N_c T} \varphi_{L_t}(t) \varphi_1(t) dt & \dots & \int_0^{N_c T} |\varphi_{L_t}(t)|^2 dt \end{bmatrix} \quad (5)$$

where  $\varphi_i(t)$  is the continuous time difference between the transmitted and the decoded signal from the  $i$ -th transmit antenna. The PEP bound is derived as:

$$P(\alpha < \tilde{\alpha}) \leq \frac{\binom{2L_r \rho - 1}{L_r \rho - 1} N_0^{L_r \rho}}{(\prod_{i=1}^{\rho} \lambda_i)^{L_r}} \quad (6)$$

where  $\lambda_i$  are the non-zero Eigen values of the signal distance matrix, and  $\rho$  is the number of non-zero Eigen values or equivalently, the rank of the signal distance matrix.

The transmit diversity,  $d$ , of a space-time coded CPM system in quasi-static fading is limited [3, 4] by:

$$d \geq 1 + \left\lfloor L_t - \frac{R_S}{\log_2(M)} \right\rfloor, \quad (7)$$

where  $M$  is the size of the CPM alphabet,  $R_S$  is the system throughput in bits per symbol period and  $L_t$  is the number of transmit antennas. Conditions for full spatial diversity to be achieved in space-time coded CPM systems are discussed in [2].

For the minimum rank of all signal distance matrices to equal the number of transmit antennas, such that full spatial diversity is achieved, a necessary and sufficient condition is to make all continuous time differences from all antennas linearly independent over the complex field  $\mathbb{C}$ . Systems that satisfy this condition and guarantee full diversity include:

- Zeros symmetry. Delay diversity is a special case of zeroes symmetry;
- Using different CPM schemes on each transmit antenna. However, this method may require more bandwidth and be more complex;
- Memoryless repetition coding with different mapping rules on each antenna. The number of transmit antennas must be less than the alphabet size. This method does not work for linearly modulated space-time codes.

#### References:

1. Cavers J. K. (2002). Space-time coding using MSK. in *Proc. Veh. Tech. Conf.*, vol. 1, Sept. pp. 401-405
2. Cavers J. K. (2003). Space-time code design with continuous phase modulation. *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 21, no. 5, June. pp.783-792
3. Zhang X., Fitz M.P. (2003). Constant envelope space-time modems. in *Proc. Veh. Tech. Conf.*, vol. 3, Oct., pp. 1772-1776
4. Zhang X., Fitz M.P. (2003). On the achievable rate/diversity from CPM MIMO fading channel," in *Proc. Int. Symp. Inform. Theory*, Yokohama, Japan, June, p. 98.

**უწყვეტფაზიან მოდულაციასზე დაფუძნებული  
სივრცით-დროითი გისოსისებრი კოდირება**

მარიამ სორდია

საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

განხილულია კონკრეტული გისოსისებრი კოდირების სქემა, სადაც გამოყენებულია სივრცით-დროითი კოდირება და უწყვეტფაზიანი მოდულაცია. არაწრფივ უწყვეტფაზიან მოდულაციას გააჩნია მუდმივივი მომვლების სასურველი თვისებები და მნიშვნელოვანი პოტენციალი სივრცით-დროით კოდირებულ სისტემებში გამოსაყენებლად. აღწერილია ასეთი სქემის როგორც გადამცემი, ასევე მიმღები მხარე. სივრცით-დროითი კოდერი აგებულია წინმსწრები ფუნქციით და განსაზღვრულია სასრულ ველზე. სივრცით-დროითი კოდერი და მოდულაცია გაერთიანებულია ერთ გისოსისებრ კოდერში. ეს იძლევა მდგომარეობების გაერთიანების საშუალებას, რასაც მივყავართ რეალიზაციის სირთულის შემცირებამდე. განხილულია ის პირობები, რომლის დროსაც სისტემა აღწევს სრულ განცალკევებას.

**РЕМЕННО-ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РЕШЕТЧАТОЕ КОДИРОВАНИЕ  
НА БАЗЕ СИГНАЛОВ ЧМ-НФ**

Сордия Мариам

Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Рассматривается конкретная схема решетчатого кодирования, где используется временно-пространственное кодирование и частотная модуляция с непрерывной фазой. Нелинейная модуляция с постоянной фазой имеет полезное свойство постоянной огибающей и значительный потенциал для использования в системах временно-пространственного кодирования. Описывается как передающая, так и приемная сторона такой схемы. Временно-пространственный кодер имеет функцию упреждения и определяется над конечным полем. Временно-пространственный кодер и модуляция объединяются в один решетчатый кодер. Это позволяет объединять состояния, что приводит к уменьшению сложности реализации. Рассматриваются условия, при которых для системы обеспечивается полное разнесение.

## აბრეშუმის ძაფის სისქის კონტროლი ტენზომარდაქმნელის გამოყენებით

ზურაბ ჯოსხარიძე, ვლადიმერ ფადიურაშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია აბრეშუმის პარკებიდან შვიდწვერა კომპლექსური ძაფის ამორღვევისას ძაფის სისქის კონტროლი, რომელიც უნდა იყოს 90–105 მკ-ის ფარგლებში. 7 პარკიდან კომპლექსური ძაფის ამორღვევისას ხდება ძაფის ჩაწყვეტა, ანდა პარკიდან სრული ამორღვევა, რაც იწვევს კომპლექსური ძაფის გაწვრილებას. ეს არის ძირითადი მიზეზი ქსოვისას ე.წ. „წყვეტიანობის“ ზრდისა და წუნდებული ქსოვილის მიღებისა. სტატიაში შემოთავაზებულია არსებული პრობლემის გადაწყვეტის თანამედროვე მეთოდი ტენზომარდაქმნელისა და მიკროპროცესორის გამოყენებით.

**საკვანძო სიტყვები:** ტენზორეზისტორი. იკროპროცესორი. წირითი გაფართოება.

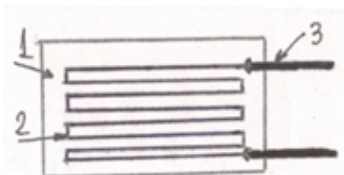
### 1. შესავალი

დღეს არსებულ აბრეშუმის ძაფსარღვევ დანადგარზე კომპლექსური 7-წვერა ძაფის სისქის კონტროლი ხორციელდება ელექტრო-მექანიკური კონტაქტური მოწყობილობით. აღნიშნული კონტაქტორი და აღმსრულებელი მოწყობილობა გამოირჩევა ინერტულობითა და მცირე სიზუსტით. თუ გავითვალისწინებთ, რომ აბრეშუმის კომპლექსური ძაფი „გარბის“ 100 მ/წთ სიჩქარით, უთანაბრო ძაფი დოლზე აიხვევა min- 100 მეტრი, რაც ქსოვის დროს საგრძნობლად იჩენს თავს.

ჩვენს მიერ ელექტრომექანიკური კონტაქტორის მაგივრად შემოთავაზებულია ტენზომარდაქმნელით აბრეშუმის კომპლექსური ძაფის სისქის კონტროლს. გამოზომი ბოგირიდან, რომლის ერთ-ერთ მხარში ჩართული იქნება ტენზომგრძობიარე ელემენტი, ცვალებადი სიგნალი მიეწოდება მიკროპროცესორს, რომელიც თავის მხრივ, ჩართავს პარკის მიწოდების სისტემას. ეს ოპერაცია შესრულდება ელექტრონის მოძრაობის სიჩქარით.

### 2. ტენზორეზისტული პირველადი გარდაქმნელი

ტენზორეზისტული პირველადი გარდაქმნელის მუშაობის პრინციპი დაფუძნებულია ე.წ. ტენზოეფექტზე, რაც გარკვეული მასალის გამტარზე მექანიკური ზემოქმედებისას მისი აქტიური წინაღობის ცვლილებაში გამოიხატება. გარდაქმნელის დასამზადებლად ძირითადად იყენებენ კონსტანტანის მავთულს 0,02 – 0,05 მმ დიამეტრის, რომლის ტენზომგრძობიარობის კოეფიციენტი  $S = 1,9 - 2,1$ . ასეთი მავრთულის ზეიები მოთავსებულია გალაქულ ქაღალდის ფირფიტებს შორის (ნახ.1).



**ნახ. 1.** ქაღალდის ფირფიტა (1), კონსტანტანის სადენი (2),  
საკონტაქტო გამომყვანები (3)

გარდამქმნელი წებდება მექანიკური ზემოქმედების ობიექტზე. ობიექტის დრეკადობისას ტენზორეზისტორის შიგა წინაღობის ფარდობითი ცდომილება არის:

$$\frac{\Delta R}{R} = S \frac{\Delta l}{l} ,$$

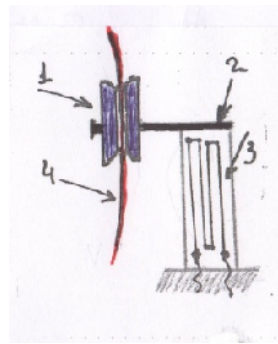
სადაც  $S$  ტენზომგრძობიარობის კოეფიციენტია,

$\frac{\Delta R}{R}$  -ფარდობითი წინაღობა,

$\frac{\Delta l}{l}$  -სადენის ფარდობითი დეფორმაციაა.

გარდამქმნელი კეთდება სხვადასხვა ზომისა და მგრძობიარობის. ჩვენ შემთხვევაში მოსახერხებელია ტენზორეზისტორი  $TnzS = 0.351$  , რომლის სადენის სიგრძე 50 მმ-ია, ხოლო შიგა წინაღობა „სიმშვიდის“ მდგომარეობაში 300 ომის ტოლია.

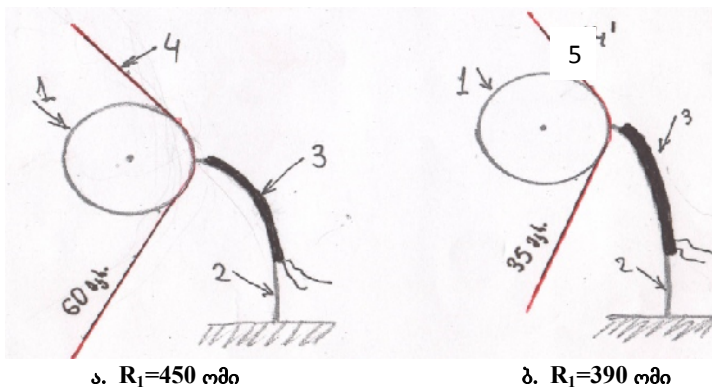
გარდამქმნელი წებდება ცალმხრივდაფიქსირებულ ფოლადის თხელ, დრეკად ფირფიტაზე, რომლის მეორე, თავისუფალ ბოლოზე მიმაგრებულია გორგოლაჭი (ნახ.2).



- 1- გორგოლაჭი,
- 2 - ფოლადის ფირფიტა,
- 3 - ტენზორეზისტორი,
- 4 - კომპლექსური ძაფი.

ნახ.2

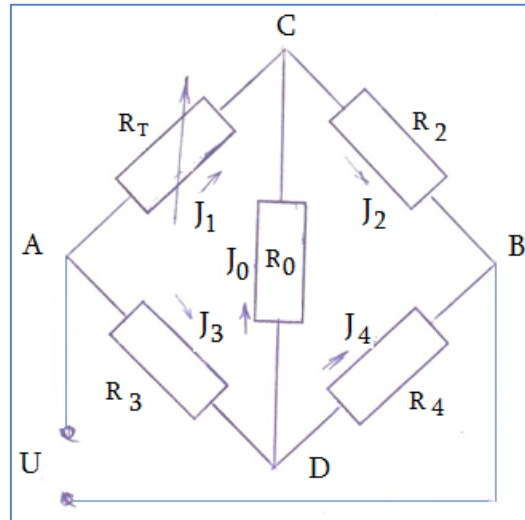
4 კომპლექსური ძაფი 1 გორგოლაჭზე გარკვეული მოჭიმულობით ხრის 2 ფირფიტას. ცდით დადგინდა, რომ 60 მკრ. სისქის ძაფი ანიჭებს 2 ფირფიტას ისეთ დეფორმაციას (ნახ.3.ა), რომ 3 ტენზორეზისტორის შიგა წინაღობა იზრდება 450 ომამდე.



- 1. გორგოლაჭი
- 2. ფოლადის ფირფიტა
- 3. ტენზოგარდამქმნელი
- 4. აბრეშუმის ძაფი 60 მკრ
- 5. აბრეშუმის ძაფი 35 მკრ

ნახ. 3

ვთქვათ, რალაცა მიზეზით შეიღწევერა ძაფს მოაკლდა სამი წვერი. ე.ი. ძაფი 60 მკრ-ის ნაცვლად გახდა 35 მკრ. 1 გორგოლაჭზე მოიკლებს ძალა და გარდამქმნელი დაიკავებს „ბ“ მდგომარეობას. შესაბამისად, შემცირდება გარდამქმნელის შიდა წინაღობა  $R = 390$  ომი.



ნახ.4

კირხოფის პირველი კანონის თანახმად:

$$I_0 = U ( R_1 R_4 - R_2 R_3 ) / R_0 ( R_1 + R_2 )( R_3 + R_4 ) + R_1 R_2 ( R_3 + R_4 ) + R_3 R_4 ( R_1 + R_2 ) \quad (1)$$

ბოგირი წონასწორობაშია მაშინ, როცა  $I_0 = 0$  ანუ როცა  $R_1 R_4 = R_2 R_3$ .

ვთქვათ, შეიცვალა  $R_1$  წინაღობის მნიშვნელობა  $\Delta R_1$ -ით. მაშინ (1) განტოლება მიიღებს სახეს

$$\Delta I = U \Delta R_1 R_4 / R_0 ( R_1 + R_2 )( R_3 + R_4 ) + R_1 R_2 ( R_3 + R_4 ) + R_3 R_4 ( R_1 + R_2 ). \quad (2)$$

ჩვენ შემთხვევაში ბოგირი წონასწორობაში იქნება, თუ  $R_1 = 450$  ომი,  $R_2 = R_3 = 1$  კ.ომი,  $R = 450$  ომი, ხოლო  $V = 30$  ვოლტი.

როდესაც კომპლექსური ძაფი 60 მკრ-ნია,  $R_1 = 450$  ომს და ბოგირი წონასწორობაშია. ე.ი. C და D წერტილებს შორის პოტენციალთა სხვაობა 0-ის ტოლი იქნება და ოპერაციული გამაძლიერებლის „+“ და „-“ შესასვლელებს ტოლი სიგნალი მიეწოდებათ. ეს განაპირობებს ოპერაციული გამაძლიერებლის გამოსასვლელებზე 0-ის ტოლ სიგნალს.

როგორც კი ძაფის გაწვრილების გამო შეიცვლება  $R_1$  მნიშვნელობა,  $R_1 = 390$  ომი, C და D წერტილს შორის გაჩნდება პოტენციალთა სხვაობა. ოპერაციული გამაძლიერებლის გამოსასვლელებზე გვექნება სიგნალი, რომელიც მიკროპროცესორის ერთ-ერთ შესასვლელს მიეწოდება. მიკროპროცესორის შესაბამის გამოსასვლელებზე გაჩენილი სიგნალი გასნის ტრანზისტორს, რომელიც, თავის მხრივ კვებას მიაწვდის პარკის ავტომატურ მიმწოდებელს. პარკის მიმწოდებელი თვითწამლებსკენ გადაისვრის თავმოძებნილ პარკს და ეს გაგრძელდება მანამდე, ვიდრე ძაფი არ გახდება 60 მკრ. ანუ, ვიდრე მიკროპროცესორის 4 შესასვლელებზე სიგნალი 0-ის ტოლი არ გახდება.

### 3. ტენზორეზისტორის მეტროლოგიური მასსიათებლები საზომ წრედებში

ტენზორეზისტორის ცლომილების წყაროებია: ცოცვადობა, მექანიკური ჰისტერეზისი, წირითი გაფართოების კოეფიციენტის სხვადასხვაობა (გარდამქმნელსა და გასაზომ ზედაპირს შორის), წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი.

$$\text{ცოცვადობის გავლენა შეიძლება შევაფასოთ სიდიდით : } C_{\beta} = \frac{\Delta I_{\beta}}{\Delta I} ,$$

სადაც  $\Delta I_{\beta}$  ცოცვადობის შესავალზე გადაანგარიშებული დეფორმაციაა უცვლელი  $\Delta I$ -ის დეფორმაციის პირობებში.

თანამედროვე ტენზორეზისტორებში მასალებისა და ტექნოლოგიების შერჩევით, ეს ცლომილება დაიყვანება 0,1 – 0,2 %-მდე.

ისევე როგორც ცოცვადობა, მექანიკური ჰისტერეზისიც განპირობებულია ტენზორეზისტორის მასალის დრეკადი თვისებების არასრულფასოვნებით. მექანიკური ჰისტერეზისი გამოვლინდება შემდეგნაირად: თუ, ტენზორეზისტორზე ერთ შემთხვევაში თანდათან გავზრდით დეფორმაციის ძალას, მეორე შემთხვევაში თანდათან შევამცირებთ. გამოსასვლელი წინააღობის მნიშვნელობები ამ ორ შემთხვევაში განსხვავებული იქნება. ეს განსხვავება, ანუ ჰისტერეზისი დამიკიდებულია ტენზორეზისტორის დამზადების ტექნოლოგიაზე. სრულყოფილი ტექნოლოგიის პირობებში ცოცვადობითა და ჰისტერეზისით გამოწვეული ცლომილება შეიძლება 1 %-მდე იქნას დაყვანილი.

აგრეთვე, ტენზორეზისტორის ცლომილების ერთ-ერთი წყაროა ტემპერატურული არასტაბილურობა. ტემპერატურული ცლომილების შემცირება შესაძლებელია საზომ წრედებში კომპენსაციური წინააღობის ჩართვით (ჩვენ შემთხვევაში  $R_3$  წინააღობის შერჩევა).

დავუშვათ, რომ დეტალისა და მასზე დაწებებული ტენზორეზისტორის წირითი გაფართოების კოეფიციენტებია  $\beta_{\text{დ}}$  – დეტალისა და  $\beta_{\beta}$  – გარდამქმნელისა. ვთქვათ, ტემპერატურამ მოიმატა  $1^0$ -ით. ამის შედეგად გარდამქმნელი მიიღებს დეფორმაციას:

$$\frac{\Delta I}{I} = \beta_{\text{დ}} - \beta_{\beta} .$$

შედეგად, ტენზორეზისტორის ფარდობითი ცლომილება იქნება:

$$\frac{R}{R} = K(\beta_{\text{დ}} - \beta_{\beta}).$$

ვითვალისწინებთ, რომ  $K = \frac{\Delta R/R}{\Delta I/I}$ , წინააღობის აბსოლუტური ნაზრდი იქნება:

$$(R)_1 = R K(\beta_{\text{დ}} - \beta_{\beta}).$$

ტენზორეზისტორის წინააღობის შეცვლა შესაძლებელია აგრეთვე მისი მასალის შიგა წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტის ცვლილებით.  $1^0$  ცვლილებისას, გაფართოების პირობებში, წინააღობის ნაზრდი იქნება:

$$(R)_2 = R \alpha$$



რადგან  $\frac{R-R_0}{R_0} = at$ , ორივე მიზეზით ტენზორეზისტორის წინააღობის ჯამური ნაზრდი იქნება:

$$R = (R)_1 + (R)_2 = R(\alpha + K(\beta_{\varphi} - \beta_{\beta})).$$

საშიშროება მდგომარეობს იმაში, რომ წინააღობის  $\Delta R$  ნაზრდი შეიძლება აღქმულ იქნას, როგორც საზომი ინფორმაციის სიგნალი. ეს რომ ავიცილოთ თავიდან, ტენზორეზისტორის მეზობელ მხარში უნდა ჩავერთოთ ისეთი წინააღობა, რომელიც ტემპერატურის ზემოქმედებისას ისევე იცვლება, როგორც ტენზორეზისტორი.

აღნიშნით საკომპენსაციო წინააღობის ტემპერატურული კოეფიციენტი  $\alpha_k$ , მაშინ

$$\Delta R_k = R_k \alpha_k.$$

აქედან გამომდინარე:

$$R_k = \frac{R_k}{\alpha_k} = \frac{R}{\alpha_k} = \frac{R(\alpha + K(\beta_{\varphi} - \beta_{\beta}))}{\alpha_k}.$$

ტენზორეზისტორების საზომ წრედებად გამოიყენება ოთხმხრიანი უწონასწორო ბოგირები, სადაც ტენზოგარდამქმნელი ირთვება 1, 2 ან ოთხივე მხარში. ერთ მხარში ჩართული გარდამქმნელი აუცილებლად ითხოვს, მეზობელ მხარში საკომპენსაციო წინააღობის  $R_k$ -ს ჩართვას, რომელიც იანგარიშება ზემოთმოყვანილი ფორმულით.

ორ მხარში ჩართული ტენზოგარდამქმნელები აკომპენსირებს ცოცვად, ჰისტერეზისულ და ტემპერატურულ ცდომილებებს და აორმაგებს საზომ სიდიდეს.

ოთხივე მხარში ჩართული ტენზორეზისტორების მგრძნობიარობის კოეფიციენტი ძალიან მაღალია. მაგრამ, საკმაო სირთულეს წარმოადგენს ერთნაირი პარამეტრების მქონე 4 გარდამქმნელის შერჩევა. მათ შორის პარამეტრების სხვაობა საზომ წრედებში აღითქმება როგორც საზომი სიდიდის ცვლილება. რაც საგრძნობ შეუსაბამობას ქმნის.

#### 4. დასკვნა

ამრიგად, ტენზორეზისტორის გამოყენება საგრძნობლად აუმჯობესებს სწრაფქმედებას და საიმედოობას, მაგრამ ცდომილებების ასაცილებლად, გამოთვლებიდან გამომდინარე, საჭიროა მეზობელ მხარებში ჩართული ტენზოგარდამქმნელების ჩაყენება. რაც, ჩვენ შემთხვევაში, განხორციელდება მე-3 ნახაზზე, შიგა მხრიდან მეორე მე-2 ფოლადის ფირფიტაზე ტენზოგარდამქმნელის დაწებებით, ანუ მე-4 ნახაზზე  $R_3$  რეზისტორის ნაცვლად სქემაში ჩადება  $R_T$  ტენზორეზისტორის ანალოგური ტენზორეზისტორი.

**ლიტერატურა:**

- 1 ზედგინიძე ი. კალიჩვი რ. (1998). პოტენციომეტრული გაზომვების მეთოდის კატალოგი, თბილისი
2. ჟვანია რ. (1998). გამოყენებითი მეტროლოგია. სტუ, თბილისი
3. დოლიძე ვ., ალხაზიშვილი ტ. (1988.). ტექნიკური ტერმინოლოგიის სარჩევი იონომეტრიაში. „მეცნიერება“. თბილისი
4. ჟვანია რ. (1985). პირველადი საზომი გარდამქმნელები. სპი. თბილისი
5. გორგობიანი ნ., გლოველი შ. (1990). გაზომვათა ერთიანობის საფუძვლები „განათლება“. თბილისი.

**CONTROL OF THE THICKNESS OF SILK THREAD USING  
TENZOSENSORS**

Jokharidze Zurab, Phadiurashvili Vladimer  
Georgian Technical University

**Summary**

This paper focuses on controlling the thickness of the silk thread with voltage. At the request of the silk thread should life smooth, continuous in length and uniform in thickness, by adding together the number of control silk thread pattern during its production is to obtain information accurately reflects the value of the thickness of the thread. For the Control process we use tenzosensors and microprocessors.

**УПРАВЛЕНИЕ ТОЛЩИНОЙ ШЕЛКОВОЙ НИТИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ТЕНЗОПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ**

Джохаридзе З., Фадиурашвили В.  
Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Рассматриваются вопросы контроля толщины шелковой нити при кокономатании. По требованию, шелковая нить должна быть гладкой, непрерывной по длине и равномерной по толщине. Сложением вместе некоторого числа контроля шелковой нити, в процессе ее выработки, получаем информацию, точно отражающую значение толщины нити. С этой целью, для процесса контроля было предложено применение тензосенсоров и микропроцессоров.

## თანამედროვე ფირმებში მარკეტინგული მართვის ინფორმაციული უზრუნველყოფა

ომარ გაბელავა, სიმონ პოჩოვიანი, ნინო გაბელავა, გიორგი სებისკვერაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია თანამედროვე ინფორმაციული ტექნოლოგიების გავლენა ფირმის ეკონომიკასა და ფირმებს შორის ეკონომიკური დამოკიდებულებების განვითარებაზე. გაანალიზებულია ინფორმაციის მიღებისა და გამოყენების პრობლემები ფირმაში მართვის ეფექტური გადაწყვეტილების მისაღებად. აღწერილია ინფორმაციული ტექნოლოგიების როლის განსაკუთრებულობა. შემოთავაზებულია თანამედროვე ფირმებში მარკეტინგული მართვისას ინფორმაციული უზრუნველყოფის სისტემის მოწესრიგების ძირითადი პრინციპები.

**საკვანძო სიტყვები:** ინფორმაციული ტექნოლოგიები. ფირმა. ინფორმაციული ნაკადები. მარკეტინგი. მართვა.

### 1. შესავალი

თანამედროვე პირობებში ფირმები მუშაობენ ინფორმაციული ნაკადების მნიშვნელოვანი მოზღვაების პირობებში და ინფორმაციული კავშირების გლობალიზაციით, რაც აუცილებელს ხდის გამოყენებული იქნას ინფორმაციული ტექნოლოგიები. თანამედროვე სამყაროში ინფორმაციული ტექნოლოგიების სტრატეგიული როლი, საშუალებას აძლევს მენეჯმენტს, ადეკვატურად მოახდინოს რეაგირება ბაზრის დინამიკაზე, შექმნას და გააღრმავოს კონკრეტული უპირატესობა, მაქსიმალური მოგების მიზნით, ფირმა აღმოჩნდება კონკურენტუნარიანი თუ რეალიზდება მისი მრავალდონიანი პოტენციალი (ინფორმაციული, მმართველი, მარკეტინგული, ფინანსური პოტენციალი და ა.შ.). რომელიც იძლევა შესაძლებლობას მდგრადი საბაზრო ფორმირების უპირატესობას. თითოეული ამ მიმართულების პრიორიტეტების მიღწევა უზრუნველყოფს ფირმის უპირატესობას კონკურენტულ ბრძოლაში.

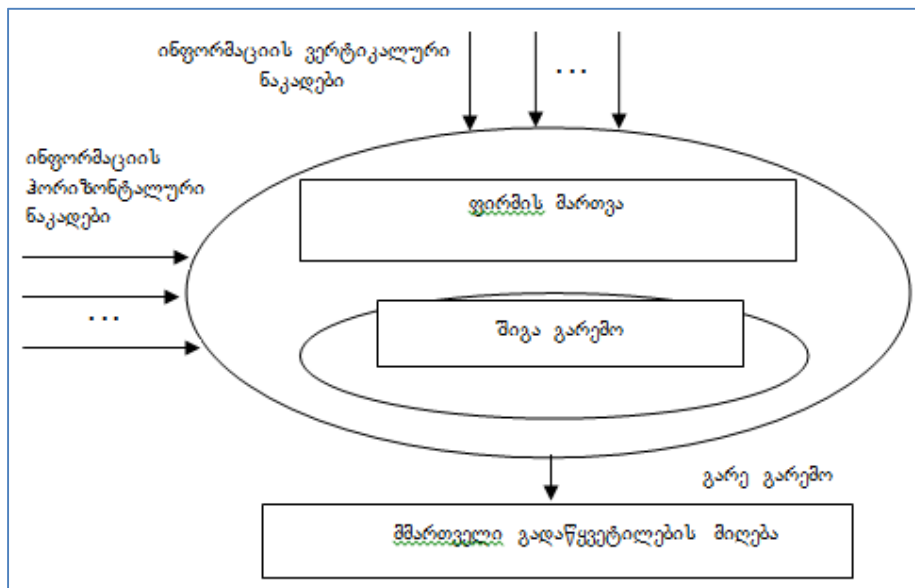
### 2. ძირითადი ნაწილი

ინფორმაციული ტექნოლოგიები არსებითად ცვლიან ბიზნეს-პროცესებს, ფირმების მოღვაწეობაში ხსნიან ბევრ ახალ შესაძლებლობებს, საშუალებას იძლევიან შეინარჩუნონ მათ ბიზნესის კონკურენტუნარიანობა, მიაღწიონ ფინანსურ წარმატებას, აგრეთვე ადეკვატური რეაგირება გააკეთონ გარემოს ცვლილებაზე. ისინი აღნიშნული ტექნოლოგიები საშუალებას იძლევიან არსებითად დააჩქარონ სამუშაო პროცესები, გააუმჯობესონ სხვადასხვა სახის მოღვაწეობის კოორდინაცია, არსებითად აამაღლოს შრომის წარმადობა. უკანასკნელ ხანებში იზრდება იმ ფირმების რაოდენობა, რომლებიც ფართოდ იყენებენ ინფორმაციულ ტექნოლოგიებს თავიანთ მოღვაწეობაში. უკანასკნელი წლების განმავლობაში საგრძნობლად გაიზარდა ფირმებში გამოყენებული კომიუტერების რაოდენობა. აგრეთვე გაიზარდა ფირმების რაოდენობა, რომლებიც იყენებენ ლოკალურ და კორპორაციულ ქსელებს, აგრეთვე გლობალურ ინფორმაციულ ქსელს ინტერნეტს, პერსონალურ კომპიუტერებს. მოწყობილობებისა და ტექნიკის გარდა ფართოდ გამოყენებას პოულობს სპეციალური პროგრამული უზრუნველყოფები, რომლებიც გამოიყენებიან ორგანიზაციული, მმართველი და ეკონომიკური ამოცანების გადასაწყვეტად.

ინფორმაციული ტექნოლოგია არის პროცესი, რომელიც იყენებს მონაცემების შეკრებას, დაგროვებას, დამუშავებას და გადაცემას, ობიექტის მდგომარეობის ან მოვლენის შესახებ, ახალი ხარისხის ინფორმაციის მისაღებად. ეს პროცესი შედგება მკაცრად რეგლამენტირებული მიმდევრობით შესრულებული ოპერაციების, მოქმედებების, სხვადასხვა ხარისხის ეტაპებისაგან იმ

მონაცემებზე, რომლებიც ინახება კომპიუტერში. ტექნოლოგიების კომპონენტებს წარმოადგენენ აპარატურული (ტექნიკური საშუალებები), პროგრამული (ინსტრუმენტალური საშუალებები), მათემატიკური და ამ პროცესების ინფორმაციული უზრუნველყოფა. მმართველი გადაწყვეტილების მიღების ხარისხის ამაღლების მიზნით, ფირმის ხელმძღვანელობამ უნდა გამოიჩინოს განსაკუთრებული ყურადღება ფირმაში ინფორმაციული ნაკადების ანალიზის მიმართ, მისი დაშუქების პროცესის მიმართ. ინფორმაციული ნაკადების გადაცემა და მიღება სწარმოებს ინფორმაციული მატარებლების მეშვეობით. ინფორმაციული მატარებელი არის ნებისმიერი მატერიალური საშუალება, რომელსაც შეუძლია ინფორმაციის დაფიქსირება. ინფორმაციულ ნაკადებს შეუძლიათ გააერთიანოს სხვადასხვა სახის ინფორმაციული მატარებლები, რომლებიც ახდენენ დუბლირებას ან ავსებენ ერთმანეთს.

ინფორმაციული ნაკადების კლასიფიცირება შეიძლება მოვახდინოთ ჯგუფებად, იმასთან დაკავშირებით თუ როგორი კავშირები არსებობს მართვის სისტემასთან. შესასვლელი, გამოსასვლელი, პირველადი და წარმოებითი ინფორმაციის გამოყოფა საშუალებას იძლევა გავიგოთ ინფორმაციული ბაზის საერთო მიმართულების ფორმირება. ინფორმაციული ნაკადები უნდა პასუხობდნენ დასმულ მიზნებს და ფირმის ამოცანებს, რომლებიც განსაზღვრავენ დასმული მიზნის მიღწევის მეთოდებს. შემაჯავლი ინფორმაცია ხასიათდება რთული სტრუქტურით. მონაცემები ფორმირდება როგორც შიდა, აგრეთვე გარე გარემოში და მიეწოდება სისტემის გავლით ჰორიზონტალურ და ვერტიკალურ ნაკადებს თავიანთი სირთულის მიხედვით და კავშირების მრავალსახეობებით (ნახ.1). შემაჯავლი ინფორმაციული ნაკადები წარმოადგენენ კომუნიკაციებს, რომლებიც ხორციელდება მარკეტინგული ინფორმაციის შეკრების მიზნით. საწყისი ინფორმაციული ნაკადები არის კომუნიკაციები, რომლებიც წარმოადგენენ მმართველ გადაწყვეტილებებს და მარკეტინგულ ინსტრუმენტებს (საქონელი, ფასი, გასაღება), აგრეთვე სხვა კომუნიკაციებს შიგა და გარე აუდიტორიისათვის.



ნახ.1. მმართველი გადაწყვეტილების მიღების ინფორმაციული უზრუნველყოფის პროცესის სტრუქტურა

ჰორიზონტალურ ინფორმაციულ ნაკადებად შეიძლება ჩაითვალოს ინფორმაცია, რომელიც გადაიცემა ფირმის სტრუქტურულ დანაყოფებს შორის, რომლებიც ასრულებენ სხვადასხვა ფუნქციონალურ ამოცანებს და ერთმანეთს არ ექვემდებარებიან. მაგალითად, ეს არის

ყოველდღიური ანგარიში საქონლის გაყიდვის შესახებ, თავისი ნომენკლატურით და ასორტიმენტით, რომლის საფუძველზეც მარკეტინგის სამსახური ამუშავებს წინადადებებს მოთხოვნის სტიმულირებისათვის. ანალიტიკური ინფორმაციის ვერტიკალურ ნაკადებს, როგორც წესი, აქვს ორი მიმართულება: ზევით და ქვევით ზევით. ვერტიკალური ნაკადები ქვევით ზევით გადასცემს ინფორმაციას ქვედა დონის მენეჯმენტიდან ზედა დონის მენეჯერებთან. ამრიგად, ხელმძღვანელობა იღებს მონაცემებს ფირმის მოღვაწეობის შესახებ იმ სტრუქტურული დანაყოფებიდან რგოლებიდან, სადაც ეს ინფორმაცია პირველად გაჩნდა. ზოგად სურათს მიმდინარე შედეგებზე ხედავს მხოლოდ უმაღლესი ხელმძღვანელობა, ის საზღვრავს სტრატეგიას და ფირმის მოღვაწეობის განვითარების მიმართულებას. შემდეგ, ვერტიკალური ნაკადებით ზევით და ქვევით, ბრძანებების მეშვეობით და განკარგულებებით ეს ინფორმაცია მიდის უშუალოდ ადგილებზე.

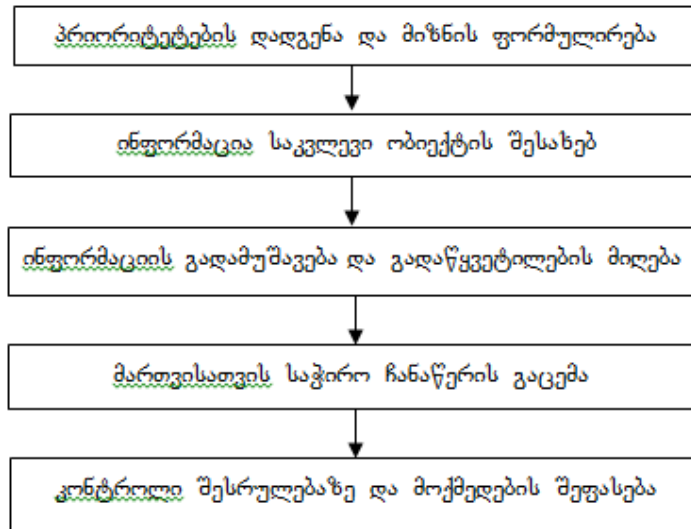
როგორც 1-ელი ნახაზიდან ჩანს, ყველა ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ნაკადი წარმოადგენს ფირმის მართვის სისტემაში შემაჯავალ ინფორმაციას. იმისათვის, რომ ინფორმაცია იყოს მისაღები მმართველი ზემოქმედების გადაწყვეტილებისათვის, ამისათვის ამ მონაცემებმა უნდა გაიაროს დამუშავება და წარმოდგეს ანალიტიკური მასალის სახით, რომელიც პასუხობს დასმულ ამოცანებს და კონკრეტულ პრობლემებს. საწყის ინფორმაციად შეიძლება გამოდგეს პერიოდული მართვის ანგარიშები გეგმის შესრულებაზე, ბიუჯეტზე და ა.შ. მარკეტინგის ამოცანების გადასაწყვეტად და მათ საფუძველზე მმართველი გადაწყვეტილების მისაღებად მოითხოვება შემდეგი ინფორმაცია: გარე მარკეტინგული და მაკრო გარემოს შესახებ; შიგა მარკეტინგული გარემოს შესახებ; მწარმოებლის შესაძლებლობების შეფასებისათვის. ამ პროცესში ფირმის ხელმძღვანელობას მოეთხოვებათ მუდმივად იყვნენ ძებნის და აუცილებელი ინფორმაციის დამუშავების რეჟიმში. ინფორმაციის შეკრებას ახდენს და ანალიზს უკეთებს დამოუკიდებელი სისტემები, რომლებიც შეადგენს მარკეტინგულ ინფორმაციას: შიგა ანგარიშების სისტემა; გარე მიმდინარე მარკეტინგული ინფორმაციის შემკრები სისტემა; მარკეტინგული კვლევის სისტემა. შიგა ანგარიშების სისტემა უზრუნველყოფს ოპერატიულ და ხელმისაწვდომ ინფორმაციას ფირმის მიმდინარე მოღვაწეობის შესახებ. როგორც წესი ასეთი სისტემაა მართვის ავტომატიზებული სისტემა. ინფორმაციის შეკრება სისტემაში, სადაც ხდება მუდმივი დაკვირვება და მარკეტინგული მონაცემების შენახვა, იკავებს მნიშვნელოვან დროს, ვიდრე სხვა მარკეტინგული ოპერაციები.

მომხმარებელთა ბაზრის ყოველმხრივი შესწავლის პოზიციიდან, მომხმარებელთა მოთხოვნების დაკმაყოფილების მიზნით, მარკეტინგული ღონისძიებების რეალიზაციით. მაქსიმალური მოგების რეალიზაცია ეყრდნობა მარკეტინგული გარემოს შემდგომი ნაწილების ცოდნას: საქონლის ბაზარი და მომსახურება; საქონლის წარმოება და მომსახურება; გარე მაკრო გარემო, რომელიც დაკავშირებულია წარმოებასთან და გასაღების ბაზართან. ამ შემთხვევაში ინფორმაცია საქონლის ბაზრის და მომსახურების შესახებ ხდება დომინირებადი და განსაზღვრავს მიზნობრივ მიმართულებას ყველა მარკეტინგული კვლევისას. ანალიზს ექვემდებარება ბაზრის მოცულობა, მისი დაყოფა სემენტებად, ფასწარმოქმნის სისტემა, საქონლის სამომხმარებლო თვისებები, გაყიდვების სტიმულირების მეთოდები, კონკურენტების შესახებ ინფორმაცია, საქონლის მოთხოვნები, გასაღების არხები და სხვ. ასეთი ცნობების წყაროები შეიძლება იყოს გამოკითხვის ფურცლები, გამოფენები, სემინარები, სარეკლამო პროსპექტები, პერიოდული ან სპეციალური გამოცემები, სტატისტიკური კრებულები, კომერციული მიმოხილვები, თემატური ცნობარები, მონაცემთა სპეციალური ბაზები და ბანკები. მარკეტინგული კვლევის სხვა შემადგენელია ფირმის შესაძლებლობების შეფასება. ინფორმაციის შეკრება და დამუშავება ამ მიმართულებით მიმდინარეობს: ფირმის საწარმოო სიმძლავრის აღრიცხვა და ანალიზი, მისი მატერიალურ-

ტექნიკური ბაზის შეფასება, სასაქონლო ასორტიმენტის შეფასება, თითოეული სახის პროდუქციის შეფასება და ფირმის მუშაობის მომგებიანობა, საქონლის ტექნიკური დონის შეფასება.

მონაცემთა წყაროდ გამოიყენება საბუღალტრო ბალანსი, ფინანსური ანგარიშები, საწარმოო გეგმები, ტექნოლოგიური კარტები, ტექნიკური სპეციფიკაციები, სხვადასხვა ფორმულიარები და სხვ. შიდა ინფორმაციის სისტემა მოიცავს მონაცემთა თავმოყრას, რომელიც წარმოიქმნებაფირმაში საბუღალტრო და სტატისტიკური აღრიცხვიანობის ფორმით, ოპერატიული და მიმდინარე საწარმოო და სამეცნიერო-ტექნიკური ინფორმაციით. გარე ინფორმაციის სისტემა აერთიანებს ცნობებს ფირმის გარე გარემოს შესახებ, ბაზრის და მისი ინფრასტრუქტურის შესახებ, მყიდველის და მიმწოდებლის ქცევებს, კონკურენტების ქმედებებს საბაზრო მექანიზმების რეგულირებისას. ეს მონაცემები განთავსებულია პერიოდულ და სპეციალურ გამოცემებში, სტატისტიკურ კრებულებში, კონსულტურულ მიმოხილვებში. ისინი იკრებიებიან მარკეტინგის სპეციალისტების მიერ, კონფერენციებზე, გამოფენებსა და ბაზრობებზე. ფირმის საწარმოო-საბაზრო მოღვაწეობა განიცდის გარე გარემოს მუდმივ გავლენას. ასეთი გავლენის ფაქტორები უფრო სტაბილურია, ამიტომ ისინი ექვემდებარებიან მარკეტინგულ ღონისძიებებს, აიძულებს ფირმას შეეგუოს გარე გარემოს პირობებს. მარკეტინგული ანალიზი მოიცავს კომპლექსურ ანალიზს და მარკეტინგული გარემოს ასახვას მისი საწარმოო და საბაზრო კავშირებს, შიდა და გარე ფაქტორების ფუნქციონირებას და განვითარებას. ეს თავის მხრივ მოითხოვს ინფორმაციის შეკრებას და დამუშავებას, ლოგიკური სიმკაცრის დაცვას, გარემოს ფუნქციონირების პარამეტრების შეფასებას.

მარკეტინგის მნიშვნელოვანი განსაკუთრებულობა როგორც მმართველი ფუნქციისა არის მოთხოვნა, გააერთიანოს ფირმის მოღვაწეობის მრავალი მიმართულება ერთ სისტემაში, წინასწარ შეთანხმებული მიზნის შესაბამისად. ეს მიიღწევა მარკეტინგული პროგრამის შესაბამისად, რომელშიდაც ასახულია მარკეტინგული ამოცანების კომპლექსური გადაწყვეტის ოპტიმალური ვარიანტები. მარკეტინგული მმართველი გადაწყვეტილების მიღების სტადიები და მიმდევრობა მოცემულია მე-1 ნახაზზე.



ნახ.2. მმართველი გადაწყვეტილების მიღების სტადიები და მათი მიმდევრობა მარკეტინგში

მმართველი გადაწყვეტილების მიღებისათვის აუცილებელია ინფორმაციის მიღება სხვა ფირმებიდან, შესაძლო მომხმარებელიდან, ნედლეულის მომწოდებელიდან, მაკომპლექტებელი ნაკეთობების და ტექნოლოგიების შესახებ, ფასების შესახებ, სასაქონლო ბაზარზე მდგომარეობის

შესახებ, საერთო ეკონომიკური კონიუნქტურის შესახებ, მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების პერსპექტივა და სხვა. ინფორმაცია ბაზრის მდგომარეობის, საქონლის წარმოებისა და მომსახურების შესახებ გამოიყენება ფირმის ხელმძღვანელობის მიერ, რათა გამოუმუშავებული იქნას სტრატეგია და ტაქტიკა ფირმის შემდგომი მუშაობისა და განვითარებისთვის, მაქსიმალურად კარგი ეკონომიკური პირობების შესაქმნელად, ვიდრე ეს აქვთ კონკურენტ ფირმებს.

### 3. დასკვნა

ამრიგად, მმართველი გადაწყვეტილების მიღების ხარისხის ამაღლების მიზნით, ფირმის ხელმძღვანელობამ უნდა გამოუყოს განსაკუთრებული ყურადღება ინფორმაციული ნაკადების ორგანიზაციას, უნდა მოახდინოს მონაცემების შეკრება, დამუშავება და მარკეტინგული ინფორმაციის შენახვა. ფირმის მარკეტინგულ სისტემაში ინფორმაციულ ნაკადებს აქვს საკვანძო მნიშვნელობა, რადგანაც ნებისმიერი მარკეტინგული მოღვაწეობა ბაზირებულია კონკრეტული სიტუაციის ცოდნაზე, რომელიც განვითარებულია საქონლის წარმოების ბაზარზე.

### ლიტერატურა:

1. გაბედავა ო., პოჩოვიანი ს. (2012). სერვერული ტექნოლოგიები. სტუ, „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი
2. Ясенев В.Н. (2011). Автоматизированные информационные системы в экономике. Н. Новгород.
3. Ястребов А.П. (2013). Маркетинговое информационное обеспечение разработки и реализации инновационных проектов. Проблемы современной экономики. № 1 (41). Москва

## INFORMATION SUPPORT OF MARKETING MANAGEMENT IN MODERN COMPANIES

Gabedava Omar, Pochovyan Simon, Gabedava Nino, Sebiskveradze Giorgi  
Georgian Technical University

### Summary

The paper considers the impact of modern technology for the economic development of the firm and inter-firm relations. The problems of obtaining and using information for effective management decision-making in firms. Describe the role of information technology features. Proposed basic principles of streamlining the marketing management.

## ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УПРАВЛЕНИЯ МАРКЕТИНГОМ В СОВРЕМЕННЫХ ФИРМАХ

Габедава О.В., Почомян С.М., Габедава Н.О., Себискверадзе Г.Н.  
Грузинский Технический Университет

### Резюме

Рассмотрено влияние современных технологий для развития экономики фирмы и межфирменных отношений. Проанализированы проблемы получения и использования информации для эффективного принятия управленческих решений в фирмах. Описана роль особенностей информационных технологий. Предложены основные принципы обеспечения упорядочения системы маркетингового управления.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ  
В АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ СИСТЕМЕ  
УПРАВЛЕНИЯ МАРКЕТИНГОМ**

Почовян С.М., Габедава О.В.

Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Рассмотрены основные задачи автоматизированной информационной системы управления маркетингом, информационные и коммуникационные технологии, необходимые для обеспечения эффективного функционирования фирмы. Описаны экономико-математические методы, используемые для автоматизации функций маркетинговой деятельности, а также основные задачи система защиты маркетинговой информации.

**Ключевые слова:** Автоматизированная информационная система управления маркетингом. Информационные и коммуникационные технологии. База данных. Защита информации.

**1. Введение**

Для развития фирмы в рыночных условиях необходимо автоматизировать информационные процессы этапов маркетинговой деятельности. Маркетинг является одним из направлений использования информационных технологий. В современных условиях совершенствуются методы управления фирмами. Информационные и коммуникационные технологии позволяют решать экономические задачи на уровне фирм.

От качественного использования информационных и коммуникационных технологий в деятельности фирмы зависит уровень экономического развития фирмы. Для обеспечения эффективного функционирования фирмы необходимо разработать автоматизированную информационную систему управления маркетингом.

**2. Основная часть**

Автоматизированную информационную систему управления маркетингом необходимо разработать на основании потребностей маркетологов фирмы. Автоматизированная информационная система управления маркетингом должна решать следующие основные задачи: изучение и анализ рынка, изучение и прогнозирование спроса, ценообразование, оптимизация ассортимента товаров, определение способов доставки товаров, описания полномочий пользователей при реализации функций управления и использования информации, организация информационно-справочного обслуживания пользователей, оценка деятельности фирмы на рынке, оперативный контроль и управление маркетинговой деятельностью и т.д. Для решения основных задач автоматизированной системы используется как внешняя и внутренняя информации, так и информация маркетинговых исследований и анализа. [1, 2]. Состав и последовательность решаемых задач определяется и зависит от предметной области. Автоматизации маркетинговой деятельности начинается с постановки задач, описания каждого вида входной и выходной информации (заявки, заказы,



договора, производственные планы, бухгалтерский баланс, учётно-статистические отчёты и т.д.) и выбора экономико-математических методов решения задач.

Для организации маркетинговой деятельности фирмы в автоматизированной информационной системе управления маркетингом необходимо использовать автоматизированные информационные технологии: электронный офис, экспертная поддержка решений, экспертные системы. Электронный офис реализует задачи предметной области. Автоматизированные информационные технологии экспертной поддержки используют информацию баз знаний предметной области и позволяют подготавливать решения в областях менеджмента и маркетинга. Экспертная система является автоматизированной информационной технологией, предназначенная для решения задач оценки ситуаций в коммерческо-сбытовой деятельности фирмы и обоснования логики выбора решений, то есть для решения неформализованных задач, решение которых не может быть описано математическими и статистическими методами. Для формализации процесса принятия решений в экспертных системах разрабатываются базы знаний. Автоматизированные информационные технологии включают: автоматизированные базы и банки данных, базы знаний, обработку текстовой, графической, аудио- и видео информации, электронные таблицы, экспертные системы, искусственный интеллект, мультимедийные системы и т.д. Для обработки текстовой, графической, аудио- и видео информации используются мультимедиа технологии [3,4].

Для анализа маркетинговой информации используются статистические методы, позволяющие проводить регрессионный, корреляционный, факторный анализ. Для контроля обоснованности выбора управленческих решений используются методы экспертных оценок, а для описания реакции потребителей на изменение рынка используются методы статистической теории принятия решений. Необходимо построить экономико-математической модели структуры и динамики платежеспособного спроса. Используемые экономико-математические методы должны обеспечить автоматизированную информационную систему управления маркетингом адаптивными свойствами для обеспечения оперативного реагирования на изменения рынка.

В автоматизированной информационной системе управления маркетингом средства коммуникации автоматизированных информационных технологий предназначены для автоматизации управленческой деятельности фирмы на основе организации локальных и многоуровневых распределённых сетей, электронной почты, системы видеоконференций и т.д. Архитектура «клиент-сервер» является информационной технологией обеспечивающей коллективный доступ к базам данных в локальной вычислительной сети. Базы данных и системы управления базами данных хранятся на сервере, а клиенты, на основе запросов, получают необходимую информацию [4]. В маркетинговой деятельности необходимо использовать: сервер баз данных, файловый сервер, вычислительный сервер, сервер телекоммуникаций и т. д.

Для эффективного удовлетворения информационных потребностей пользователей автоматизированной информационной системы управления маркетингом необходимо спроектировать и организовать технологию сбора, хранения, анализа, обработки и передачи

информации. Необходимо разработать многоуровневую компьютерную автоматизированную информационную систему управления маркетингом для оперативной обработки, анализа информации и принятия управленческих решений в фирме. Автоматизированная информационная система управления маркетингом должна удовлетворять информационные потребности пользователей. Исходя из потребностей пользователей определяются: структура управления маркетингом; состав, распределение и методы решения основных задач в автоматизированной системе; использование современных информационных и коммуникационных технологий. Для принятия управленческих решений сотрудники фирмы выполняют децентрализованную обработку информации на основе распределённой базы данных, которая характеризуется распределённой обработкой данных и наличием хранилищ данных с интеллектуальными технологиями поддержки принятия решений. На основе баз данных осуществляется: автоматизированная регистрация, ввод, накопление, хранение и обработка информации, аналитическая обработка информации, автоматизированные расчёты, информационное обслуживание персонала фирмы и потребителей и т.д. База знаний должна описывать особенности предметной области: факты (фактические знания), правила (знания условий для принятия решений) и метазнания (знания о знаниях, т.е. знания о способах использования знаний и их свойств). Информационная взаимосвязь задач осуществляется на основе создания автоматизированного банка данных, используя телекоммуникационные средства передачи информации.

В автоматизированной информационной системе управления маркетингом необходимо использовать современную технологию защиты информации для решения задачи защиты информации от несанкционированного доступа, получения, уничтожения, модификации и обмена информации. Для обеспечения безопасности информации необходимо определить каналы утечки информации, а также пути несанкционированного доступа к защищаемой информации, то есть хранимой, обрабатываемой и передаваемой информации, а также программ фирмы. Для реализации мер безопасности необходимо использовать различные механизмы безопасности: криптография, электронная подпись, управление маршрутизацией, контроль доступа к ресурсам сети и т.д. Кроме того, система обеспечения безопасности должна обеспечить защиту механизмов защиты информации и внедрения компьютерных вирусов, а также обеспечить оперативное восстановление системы защиты информации. Разработанная система защиты маркетинговой информации должна осуществлять оперативный контроль: за функционированием систем защиты маркетинговой информации, паролей, ключей и данных пользователей маркетинговой информации, прав доступа к информационным ресурсам, технологического процесса обработки и передачи маркетинговой информации. Структурно система защиты информации состоит из последовательности механизмов защиты, которые препятствуют проникновению в систему запросов несанкционированного доступа. Таким образом, система защиты информации обеспечит целостность и конфиденциальность хранимой, обрабатываемой и передаваемой маркетинговой информации.

### 3. Заключение

Автоматизированная информационная система управления маркетингом обеспечит увеличение и распределение автоматизированных функций маркетинговой деятельности. Автоматизация на основе информационных и коммуникационных технологий позволит оперативно планировать, анализировать, контролировать, и прогнозировать деятельность фирмы, а также принимать управленческие решения в сфере маркетинга и бизнеса на основе информации о требованиях рынка, то есть информации о конъюнктуре, конкуренции и профиля потребителей.

#### Литература:

1. Титоренко Г.А., Макарова Г.Л., Дайитбегов Д.М. (2001). Информационные технологии в маркетинге. Москва, Юнити
2. Котлер Ф. (2007). Основы маркетинга. Москва, "Вильямс"
3. Почовян С.М., Майсурадзе Г.Р. (2009). Проектирование баз данных. ГТУ. Тбилиси
4. გაბედავა ო., პოხოვანი ს. (2012). სერვერული ტექნოლოგიები. სტუ, საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი.

### THE USE OF MODERN INFORMATION TECHNOLOGY IN THE AUTOMATED INFORMATION SYSTEM OF MARKETING MANAGEMENT

Pochovyan Simon, Gabedava Omar  
Georgian Technology University

#### Summary

The main tasks of the automated information system of marketing management, information and communication technologies necessary for the effective functioning of the company. The basic technologies required to produce crops irrigation regimes. Describes the economic and mathematical methods used to automate the functions of marketing activities, as well as the main tasks of the system of protection of marketing information.

### მარკეტინგის მართვის ავტომატიზებულ ინფორმაციულ სისტემაში თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოყენება

სიმონ პოხოვანი, ომარ გაბედავა  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

#### რეზიუმე

განხილულია ფირმის ფუნქციონირებისათვის აუცილებელი მარკეტინგის მართვის ავტომატიზებული ინფორმაციულ სისტემის ძირითადი ამოცანები, ინფორმაციული და საკომუნიკაციო ტექნოლოგიები. აღწერილია ეკონომიკურ-მათემატიკური მეთოდები, რომლებიც გამოყენებულია მარკეტინგული საქმიანობის ფუნქციების ავტომატიზაციისათვის, აგრეთვე მარკეტინგული ინფორმაციის დაცვის სისტემის ძირითადი ამოცანები.

**ოფთალმოლოგიური კერიმეტრი ინტეგრირებული  
კომპიუტერული ტექნოლოგიებით**

გიორგი გივილაშვილი, ზვიად ლურწყაია  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

ოფთალმოლოგიური დაავადებების გამოძვევე მიზეზებად სხვადასხვა ფაქტორები გვევლინება. ოფთალმოლოგიურ გამოკვლევებში პერიმეტრია წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე ინფორმატიულ სადიაგნოსტიკო საშუალებას. მის შესაძლებლობებში შედის არა მხოლოდ თითო თვალის ფოტოსენსიტიურობის ხასიათის დადგენა არამედ მხედველობით-ნევროლოგიური გზების ტრავმების სიმძიმის დადგენა. კომპიუტერული ტექნოლოგიების ინტეგრირება პერიმეტრულ სისტემებში მხედველობის არეალში უმნიშვნელო დეფექტის დადგენის საშუალებას იძლევა. პერიმეტრიის სისტემის სენსორული მონიტორით ინტეგრაციის შედეგად შესაძლებელია სისტემის გამარტივებული მართვა. სისტემის სიმართლე და გამოსადეგობა საშუალებას იძლევა მისი გარე-პოსპიტალურ გამოყენებისთვის.

**საკვანძო სიტყვები:** ოფთალმოლოგია. პერიმეტრია. მხედველობის ველი. მიკროკონტროლერი.

**1. შესავალი**

21 საუკუნის განმავლობაში ჩვენ მომსწრენი გავხდით კომუნიკაციების და ინფორმაციული ტექნოლოგიების მკვეთრად გაზრდილი როლისა ყველა სფეროში. ინფორმაციული ტექნოლოგიების და კომუნიკაციების ახალმა შესაძლებლობებმა და ფართო მისაწვდომობამ გარკვეული უარყოფითი ზემოქმედება იქონია იმ დაავადებების განვითარების პროცესებზე, რომელიც გამოწვეულია სპეციფიურ ორგანოებზე ფიზიოლოგიური დატვირთვის გაზრდით. ბოლო წლების განმავლობაში ოფთალმოლოგიური დაავადებების შემთხვევების რიცხვმა როგორც ბავშვებში, ასევე მოზრდილებში მკვეთრი ზრდა განიცადა [1]. ოფთალმოლოგიური დაავადებების გამოძვევე მიზეზებად სხვადასხვა ფაქტორები გვევლინება: თანდაყოლილი დაავადებები, ტრავმატული დაზიანებები, არასასურველი გარემო პირობების ზემოქმედება და მხედველობის ორგანოების არანორმირებული დატვირთვა [2]. მხედველობის უნარის დაქვეითების გამოძვევე მიზეზები მხოლოდ მხედველობის ორგანოების დაავადებებით არ შემოიფერგლება. ისეთი გავრცელებული დაავადებები როგორც არის ნევროლოგიური დაავადებები, დიაბეტი, ათეროსკლეროზი და ა.შ ნეგატიურ ზემოქმედებას ახდენს მხედველობის ორგანოს ნორმალურ ფუნქციონირებაზე [3].

ოფთალმოლოგებთან ვიზიტი ძირითადად ხდება მხედველობის გაუარესების შემთხვევაში, რაც მხედველობის არეალის სივრცითი დამახასიათებელი ფაქტორია. მხედველობის არეალს წარმოადგენს სივრცე, რომელსაც ადამიანის თვალი აღიქვამს იმ პირობებში როდესაც მხედველობის ველი არის სტატიკური და ადამიანის მზერა და თავი დაფიქსირებულია. მხედველობის არეალის აღქმა თვალის ბადისებრი გარსის (ბადურის) პერიფერიული ნაწილის ფუნქციაა ხოლო მხედველობის არეალის ფიზიოლოგიური საზღვრები დამოკიდებულია თვალის მხედველობითი ნაწილის და მხედველობითი ცენტრის მდგომარეობაზე.

ოფთალმოლოგიურ გამოკვლევებში პერიმეტრია ერთ-ერთ ყველაზე ინფორმატიული სადიაგნოსტიკო საშუალებაა. მის შესაძლებლობებში შედის არა მხოლოდ თითო თვალის ფოტოსენსიტიურობის ხასიათის დადგენა, არამედ მხედველობით-ნევროლოგიური გზების ტრავმების სიმძიმის დადგენა.

კინეტიკურ და სტატიკურ პერიმეტრიას, რომლებიც პერიმეტრიის ორი განსხვავებული ტექნოლოგიაა, ახასიათებს დადებითი და უარყოფითი მხარეები რომლებიც გარკვეულ წილად პერიმეტრის დიზაინით არის განპირობებული [4,5]. პერიმეტრი არის ადამიანის მხედველობის

არეალის განმსაზღვრელი ინსტრუმენტი. გამოკვლევის პროცედურის განმავლობაში პაციენტი აფიქსირებს თავის მხედველობას მის წინაშე ცენტრში მოთავსებულ წერტილის მიმართ, რომელიც თავის მხრივ ჰემისფეროს ერთგვაროვან ზედაპირზე არის დისლოცირებული. კვლევის განმავლობაში პაციენტს ჰემისფეროს სხვადასხვა წერტილებიდან მიეწოდება იმპულსები. გამოკვლევის პროცესში პაციენტი მის მიერ აღქმულ ყოველ იმპულს სპეციფიურ დილაკზე თითის დაჭერის მეშვეობით ატყობინებს სისტემას. ამ მეთოდით შესაძლებელია მხედველობის არეალის და მასში არსებული დეფექტების განსაზღვრა.

არსებობს პერიმეტრის სხვადასხვა ტიპები. სტატიკურ პერიმეტრიაში მოძრავი ობიექტი ჩანაცვლებულია მუქ ფონზე/ზედაპირზე დამაგრებული მცირე ზომის სინათლის სხივების წყაროების სისტემის მიერ. იმ შემთხვევაში თუ პაციენტს აღენიშნება მხედველობითი არეალის გარკვეული დაზიანება მას არ შეუძლია სინათლის იმ წყაროებიდან წამოსული სხივების აღქმა რომლის დეტექციისთვის პასუხისმგებელი უბანი აქვს დაზიანებული. თანამედროვე პირობებში იმისათვის რომ განვსაზღვროთ მხედველობის არეალი ხშირად გამოიყენება კომპიუტერული ტექნოლოგიების გამოყენება. კომპიუტერული ტექნოლოგიების ინტეგრირება პერიმეტრულ სისტემებში მხედველობის არეალში უმნიშვნელო დეფექტის დადგენის საშუალებას იძლევა. ასეთ სისტემებს კომპიუტერიზებული პერიმეტრის სისტემები ეწოდებათ [6].

არსებული არკისებრი და ჰემისფერული კინეტიკური პერიმეტრები იძლევიან საშუალებას განვსაზღვროთ მხედველობის არეალის პერიფერიული საზღვრები და მათი დანაკარგები. მხედველობის არეალის შემოწმების ტესტირება აგრეთვე შესაძლებელია ფერადი და სხვადასხვა ზომის და სიკაშკაშის სტიმულების გამოყენებით. საერთაშორისო ბაზარზე არსებული კომერციული სტატიკური პერიმეტრის სისტემებს („Rodestock“, „Humphrey“, „Octopus“, „Perikom“ და ა.შ) არ გააჩნია სხვადასხვა ზომის სტიმულების ჩვენების შესაძლებლობა. ისინი აღჭურვილია სკრინინგის პროგრამული უზრუნველყოფით, რათა მოახდინოს მხედველობის არეალის განსაზღვრა სტატიკური კომპიუტერული პერიმეტრის მეთოდებით. ბოლო თაობის პერიმეტრები აღჭურვილია შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფით, რაც კინეტიკური იზოპტერპერიმეტრის ჩატარების საშუალებას იძლევა.

## 2. ძირითადი ნაწილი

კომპიუტერული სტატიკური პერიმეტრის მეთოდი მუშავდებოდა და სრულყოფას განიცდიდა ბოლო 20 წლის განმავლობაში. ამ პერიოდში შემაშავდა ცენტრალური და პერიფერიული მხედველობის არეალის გამოკვლევასთან ასოცირებული კვლევითი პროგრამები და სტრატეგიები. განსაზღვრულია რაოდენობრივი ინდიკატორების ინდექსები, რაც იძლევა მიღებული შედეგების მეტად იბიექტურ შეფასებას. კვლევის ტექნოლოგიის სირთულე უკავშირდებოდა დიაგნოსტიკის აუცილებლობასა და სპეციფიურობის როლის გაზრდას. მკვეთრად გაიზარდა ექიმის როლი, რომლის ფარგლებშიც მან სხვადასხვა განმაპირობებელი ფაქტორების გათვალისწინებით უნდა მოახდინოს მიღებული მონაცემების კომპეტენტური შეფასება.

ჩვენს მიერ შემოთავაზებული მხედველობის ველის დიაგნოსტიკის კომპიუტერიზებული სისტემა განკუთვნილია მხედველობის არეალის ცენტრალური ნაწილის გამოკვლევისთვის. მისი გამოყენებით შესაძლებელია კვლევების ჩატარება როგორც სტაციონარულ, ასევე არასტაციონარული გარემოებებში. ინტეგრირებულია უნივერსალური მონაცემთა ბაზა, რომელიც ინახავს პაციენტების ტესტირების შედეგებს.

სისტემის ფუნქციონირება შეიძლება დაიფოს სამ ჯგუფად, რომლებიც მათზე დაკისრებული ფუნქციების მიხედვით არის განპირობებული:

- სისტემის და გაზომვითი პარამეტრების რეგულირება;
- თვალის ფოტოსენსიტიურობის გაზომვის პროცედურა;

- მონაცემთა დათვალიერება და მათი ანალიზი.

სისტემა შედგება ოთხი ძირითადი მოდულისგან: პერიმეტრის ჰემისფერო, სტიმულების წარმომქმნელი და მაკონტროლირებელი მოდული, პაციენტის მზერის მონიტორინგის მოდული და დიაგნოსტიკური მოდული. დამატებით სტრუქტურად შეიძლება აგრეთვე ჩათვალოს პაციენტის ნიკაპის რეგულირებადი დასადები და პაციენტის ინდიკატორი.

1. პერიმეტრის ჰემისფერო დამზადებულია ტრანსპარენტული პლასტიკატისგან. სტიმულის გენერირების საშუალებად გამოყენებულია შუქ დიოდების სისტემა. ჰემისფეროს უკანა ერთგვაროვან მხარეზე 24 მერიდიანის გასწვრივ განლაგებულია 216 ცალი შუქ-დიოდი, რომლებიც 10 ჯგუფის გარშემო ერთიანდებიან.

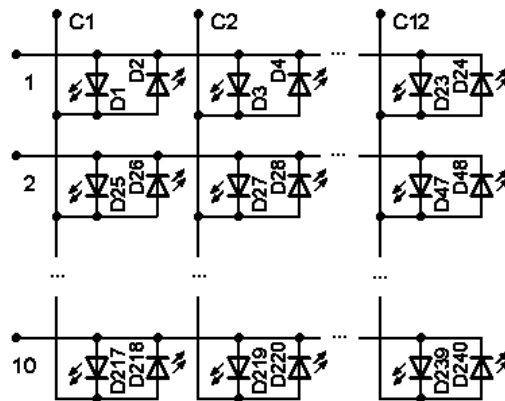
2. მართვის მოდული რომელიც შედგება პერსონალური კომპიუტერისგან და სპეციფიური პროგრამული უზრუნველყოფის მოდულით წარმოადგენს სხვადასხვა მახასიათებლების მქონე სტიმულების წარმოსაჩენად, რომელიც წინასწარ ექიმი-ოპერატორის მიერ არის შესაბამისად შერჩეული.

3. დიაგნოსტიკის მოდული იძლევა გმხედველობის არეალის ამსახველი რუქის ციფრულ ფორმატში გამოტანის შესაძლებლობას. დამატებით შესაძლებელია მიღებული მონაცემების ამობეჭდვა და/ან მისი მონაცემთა ბაზაში არქივაცია.

4. პაციენტის მზერის მონიტორინგის მოდული აღჭურვილია ვიდეო კამერის სისტემით რათა თავიდან ავიცილოთ კვლევის დროს კონკრეტული სტიმულით პროვოცირებადი პაციენტის მზერის გაქცევით მიღებული უზუსტო მონაცემების ტესტის შედეგებში ინტერპრეტირება. პროგრამული უზრუნველყოფა იმასსოვრებს ამ კონკრეტულ სტიმულს და იძლევა იმის საშუალებას რომ დამატებითი ტესტის ფარგლებში ხელახლა გამოვიკვლიოთ აღნიშნულ სტიმულზე პაციენტის რეაგირება.

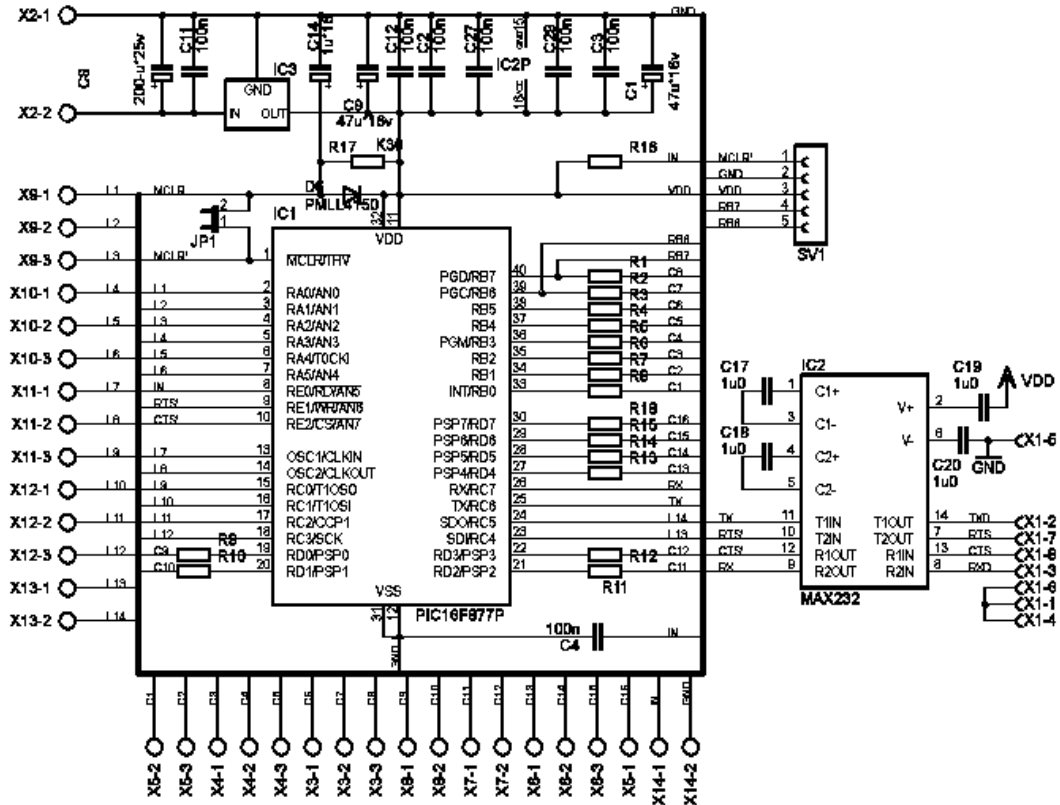
პაციენტის ინდიკატორი გამოიყენება რათა პაციენტმა დანახულ სტიმულზე მოახდინოს რეაგირება, რომელსაც იგი ღილაკზე დაჭერის მეშვეობით აფიქსირებს.

შუქ-დიოდების შეერთების ელექტრონული სქემა წარმოადგენს 10x24 მატრიცას რომელიც მოითხოვს ჩამრთველის არსებობას რომელსაც 34 გამოსასვლელი გააჩნია. შემართებული კონდენსატორების და ჩამრთველი მოწყობილობის გამოსასვლელის რაოდენობების შესამცირებლად ჩვენ ვიყენებთ 10 x 12 შეერთების მატრიცას რომელიც 1-ელ ნახაზზეა მოცემული. მატრიცის გადაკვეთებში ჩასმულია ორი შუქ-დიოდი რომელიც პარალელურად არიან ეერთმანეთთან.



ნახ.1. შუქ-დიოდების მატრიცის ფრაგმენტი

ჩამოთვლილი მოწყობილობის ადგილას გამოყენებული მიკროკონტროლერი PIC15 F887. მიკროკონტროლერი, რომელსაც 5 პორტი გააჩნია უზრუნველყოფს შუქ-დიოდებს შორის არსებულ კავშირს, პერსონალურ კომპიუტერთან კავშირს და კვლევის პარამეტრების შეყვანასთან დაკავშირებულ კავშირს. ჩამოთვლის ძირითადი სქემა მოყვანილია მე-2 ნახაზზე.

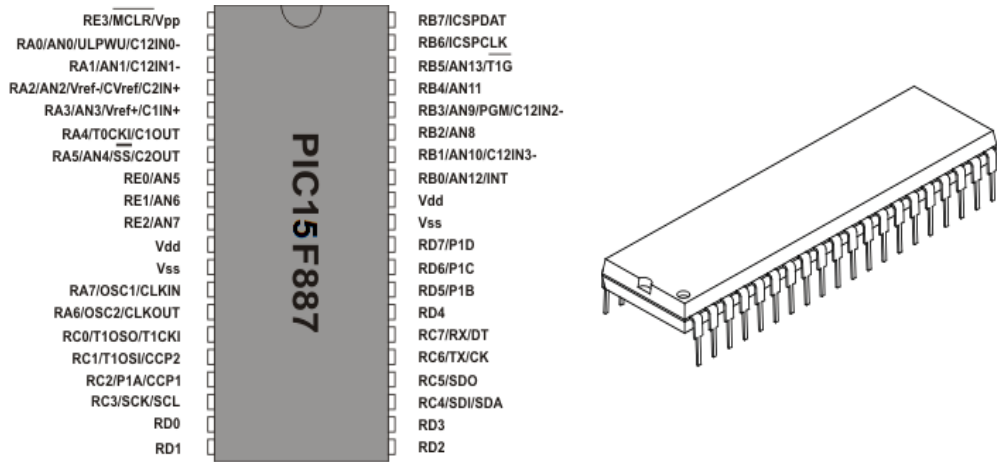


ნახ.2. ჩამოთვლილი მოდულის ძირითადი სქემა

მიკროკონტროლერის გარდა, ჩამოთვლილი მოწყობილობაში ინტეგრირებულია 5V ძაბვის სტაბილიზატორი. სისტემა მუშაობს და იმართება პერსონალური კომპიუტერის მეშვეობით. სტიმულების რაოდენობის და სიკაშკაშის მახასიათებლების განსაზღვრედად პერსონალურ კომპიუტერში დაინსტალირებული პროგრამული უზრუნველყოფა გადასცემს მიკროკონტროლერს შესაბამის ბრძანებებს. მიღებული ბრძანებების შედეგად მიკროკონტროლერი მართავს შუქ-დიოდების სისტემას მისთვის წინასწარ განსაზღვრული სპეციფიკაციის შესაბამისად. სიკაშკაშის შუქ-დიოდების ლუმინესცენციის სიკაშკაშის მართვა უზრუნველყოფილია პულსის ტალღური სიგრძის მოდულაციით.

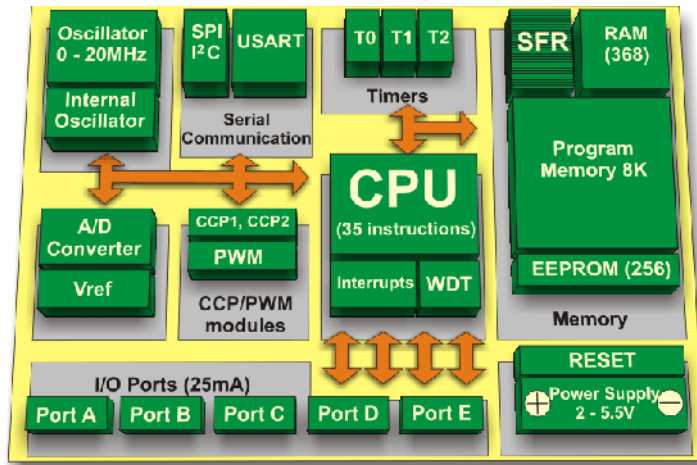
ლუმინესცენტური შუქდიოდის ფიქსაცია მიიღწევა იმ დილაკზე დაჭერით, რომელიც მიერთებულია ზემოხსენებული მიკროკონტროლერის ერთ-ერთ გამოსასვლელზე. სისტემა ფუნქციონირებს პერსონალური კომპიუტერის მეშვეობით, პროგრამული უზრუნველყოფა დაწერილია Quick Basic დაპროგრამების ენაზე რომელიც Visual Studio-ს გარემოში ფუნქციონირებს. თვალის მოძრაობის დეტექციის მოდულის პროგრამული უზრუნველყოფა შესრულებულია C# დაპროგრამების ენის მეშვეობით.

PIC15 F887 მიკროკონტროლერი არის Microchip-ის ერთ-ერთი უახლესი პროდუქტი და შედგება იმ ყველა კომპონენტისგან, რომელიც თანამედროვე მიკროკონტროლერებისთვის არის დამახასიათებელი. ამ ტიპის მიკროკონტროლერი გამოირჩევა მაღალი ხარისხით და მისი გამოყენება შესაძლებელია მრავალ აპლიკაციაში. მე-3 ნახაზზე გამოსახულია მიკროკონტროლერ PIC15 F887-ის სქემა და მისი გამოსასვლელები.



ნახ.3 მიკროკონტროლერი PIC15 F887

მიკროკონტროლერ PIC15 F887 მიკროკონტროლერის სქემური დიაგრამა წარმოდგენილია მე-4 ნახაზზე.



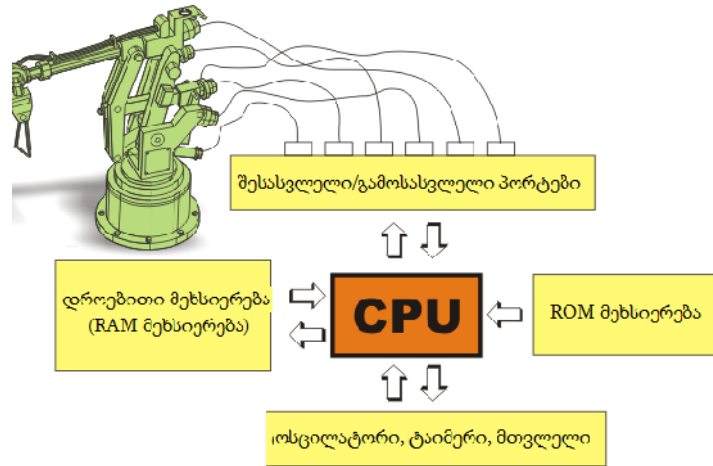
ნახ.4 PIC15 F887 სქემური დიაგრამა

მიკროკონტროლერის ცენტრალური პროცესორი დამზადებულია RISC ტექნოლოგიაზე, რაც მის შერჩევაში მნიშვნელოვანი დამახასიათებელი ფაქტორია. ასეთი ტექნოლოგიის ცენტრალური პროცესორი PIC15F877 მიკროკონტროლერს ანიჭებს ორ დიდ უპირატესობას (ნახ.5):

- ცენტრალურ პროცესორს შეუძლია მხოლოდ 35 მარტივი ინსტრუქციის მიღება და დამუშავება, მაშინ როდესაც სხვა ტიპის მიკროპროცესორების დასაპროგრამებლად აუცილებელია 200 ინსტრუქციების ცოდნა;



- პროგრამის შესრულების დრო ყველა ინსტრუქციის ან ბრძანებისთვის არის ერთნაირი. მიკროკონტროლერის სამუშაო სიჩქარე თუ იქნება განსაზღვრული როგორც 200 MHz, თითოეული ბრძანების ან ინსტრუქციის შესრულებისათვის საკმარისი იქნება 200 ნანოწამი.



ნახ.5. მიკროპროცესორ PIC15F877-ის მეხსიერება

ინტეგრირებული კომპიუტერული პერიმეტრის სისტემისთვის შერჩეულია მინიკომპიუტერი, რომელიც ჩამონტაჟებული იქნება პერიმეტრის სისტემის ჰემისფეროში (ნახ.6). მინიკომპიუტერზე შესაძლებელი იქნება პერიმეტრის სისტემის პროგრამული უზრუნველყოფის ჩაწერა



ნახ.6. მინიკომპიუტერი XCY L-20Y

მინიკომპიუტერის ექსტერნალური პორტები საშუალებას მოგცემს პერიმეტრის კვლევადან მიღებული მონაცემების პრინტერზე ამოვბეჭდოთ, მოვახდინოთ მათი გადაგზავნა როგორც უსადენო ასევე სადენიანი ქსელის მეშვეობით და ა.შ. პერიმეტრის სისტემის სენსორული მონიტორით ინტეგრაციის შედეგად შესაძლებელია სისტემის გამარტივებული მართვა.

პერიმეტრის სისტემის სენსორული მონიტორით ინტეგრაციის შედეგად შესაძლებელია სისტემის გამარტივებული მართვა. სენსორული ეკრანის მეშვეობით პერიმეტრზე მომუშავე ექიმ-ოპერატორს საშუალება მიცემა პაციენტის დარეგისტრირება, მისი მონაცემების შეყვანა, გამოსაკვლევი თვალის და კვლევის პარამეტრების შერჩევა და ა.შ. პროგრამული ნაწილი, ისევე როგორც პერიმეტრული მონაცემები საშუალებას იძლევა პაციენტის დემოგრაფიული მონაცემების, დიაგნოზის და სხვა მნიშვნელოვანი ინფორმაციის არქივაციის საშუალებას. ამ ტიპის მონაცემები ავტომატურად ინახება მეხსიერებაში, რათა საჭიროების შემთხვევაში მოხდეს მათი გამოძახება.

### 3. დასკვნა

სისტემის სიმარტივე და გამოსადეგობა საშუალებას იძლევა მის გარე-ჰოსპიტალურ გამოყენებაშიც, რის შემთხვევაშიც შესაძლებელია კვლევის შედეგად მიღებული მონაცემების გადაგზავნა ცენტრალიზებულ მონაცემთა ბაზაში, რომელზეც წვდომა ექნებათ ექიმებს. კვლევების შედეგად მიღებული მონაცემების განხილვის შემდეგ ექიმს საშუალება მიეცემა მედიკამენტების გამოსაწერად ან სამკურნალო გეგმის (ოპერაციული ინტერვენციის) დასაგეგმად. სისტემის ოპერირებისას შესაძლებელია შემდეგი პარამეტრების ვარირება: პაციენტის თვალს და პერიმეტრის ჰემისფეროზე განლაგებული შუქ-დიოდებს შორის არსებული მანძილი, მარცხენა ან მარჯვენა თვალის გამოკვლევა (OD, OS), ფონის ფერი, სტიმულის სიდიდე და სტიმულების წარმოჩენებს შორის არსებული ინტერვალის ვარირება, პროგრამაში გათვალისწინებულია მხედველობის ფიქსირების მართვის მექანიზმი, რაც გულსხმობს სტიმულის მიწოდებას ბრმა წერტილში (სტიმული რომელსაც პაციენტი ფიქსირებული მზერის პირობებში ვერ უნდა აფიქსირებდეს, ოპტიკური ნერვის დისლოკაციის გამო). ეს მექანიზმი დამატებით სანდობას უჩენს მიღებულ მონაცემებს და არსებულ გამოკვლევას.

### ლიტერატურა:

1. Rohrschneider K., Bültmann S., Springer C. (2008). Use of fundus perimetry (microperimetry) to quantify macular sensitivity. *Prog Retin Eye Res.* 27. 5, pp.36-48.
2. Yodoi Y., Tsujikawa A., Kameda T., Otani A., Tamura H., Mandai M. (2007). Central Retinal Sensitivity Measured with the Micro Perimeter 1 after Photodynamic Therapy for Polypoidal Choroidal Vasculopathy. *American Journal of Ophthalmology.* Vol. Issue 6. pp.984-994.
3. Kenneth S. Shindler. (2009). Retinal Ganglion Cell Loss in Diabetes Associated with Elevated Homocysteine, Department of Ophthalmology. Univ.of Pennsylvania. Scheie Eye Institute, Philadelphia, PA, USA. *Ophthalmology and Eye Diseases.* v1, pp.41-43.
4. Шамшинова А.М., Волков В.В. (1999). Функциональные методы исследования в офтальмологии», Москва. стр.89-105.
5. Стоянова Г.С. (2002). Сравнительная характеристика кинетической и статической периметрии в стационарной и амбулаторной практике у больных глаукомой. *РМЖ.* т. 3.№ 26 стр. 65-67.
6. Bynke H., Heijl A. (2006). Automatic computerized perimetry in the detection of Neurological visual field defects, *Albrecht von Graefes Archiv für klinische und experimentelle Ophthalmologie IV.* 1978, Volume 206, Issue 1, pp 11-15.
7. Ozdemir H., Karacorlu S.A., Senturk F., Karacorlu M., Uysal O. (2008). Assessment of macular function by microperimetry in unilateral resolved central serous chorioretinopathy. *Eye (Lond) Eye.* 22, 204-8.
8. Springer C., Bültmann S., Völcker H.E., Rohrschneider K. (2005). Fundus perimetry with Micro Perimeter 1 in normal individuals: Comparison with conventional threshold perimetry. *Ophthalmology.* 112, N8. pp.48-54.

## OPHTHALMOLOGIC PERIMETER WITH INTEGRATED COMPUTER TECHNOLOGIES

Gigilashvili Giorgi, Gurtskaia Zviad  
Georgian Technical University

### Summary

Ophthalmic diseases caused by various factors act as a trigger. Ophthalmologic examinations Perimeter is one of the most informative diagnostic method. Its capacity includes not only visual but also to determine the nature of the photosensitivity of each eye to determine the severity of injuries, neurological roads. Computer technology to integrate the visual area of perimeter systems allow determination of a slight defect. Perimeter system with touchscreen monitor can be the result of the integration of the system with simplified management. The usefulness and simplicity of the system allows for her outer-hospital use.

## ОФТАЛЬМОЛОГИЧЕСКАЯ ПЕРИМЕТРИЯ С ИНТЕГРИРОВАННЫМИ КОМПЬЮТЕРНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

Гигиладшвили Г., Гурцкая З.  
Грузинский Технический Университет

### Резюме

Глазные болезни могут быть вызваны различными факторами, Офтальмологическая Периметрия является одним из самых информативных диагностических методов. Его возможности включает не только визуальную диагностика, но также позволяют определить природу светочувствительности каждого глаза, чтобы определить серьезность ран, неврологических путей. Компьютерная технология, предложена для того чтобы интегрировать визуальную область системы периметра, что позволяет определение даже небольшого дефекта. Система периметра с монитором с сенсорным экраном может быть использована для интеграции системы с упрощенным управлением. Полноценность и простота системы допускают ее использование при вне-больничных условиях.

## კომპიუტერული პერიმეტრის პაციენტის მზერის ავტომატური კონტროლის მოდული

გიორგი გივილაშვილი, ზვიად ღურწყაია  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ოფთალმოლოგიურ გამოკვლევებში პერიმეტრია წარმოადგენს ერთ-ერთ ყველაზე ინფორმატიულ სადიაგნოსტიკო საშუალებას. მხედველობის ველის შეფასება შეიძლება განხორციელდეს თავისუფლების სხვადასხვა ხარისხით, ანუ პაციენტის ე.წ. „მოდრაი“ და „უმოდრაო თვალის“ პირობებში. „მოდრაი თვალის“ პირობებში ჩატარებული კვლევებისას სავარაუდო პათოლოგია შეიძლება გადაფარული იყოს თვალის მოძრაობითი აქტიობის ხარჯზე. შექმნილია კომპიუტერული პერიმეტრი, რომელშიც სპეციალური ელექტრული მოდულის და შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის საშუალებით მიკროკონტროლერის გამოყენებით ხორციელდება მხედველობის ველის დიაგნოსტიკა ე.წ. უმოდრაო თვალის პირობებში, რაც იძლევა მხედველობითი ანალიზატორის გამტარუნარიანობის ზუსტი დაფიქსირების საშუალებას.

**საკვანძო სიტყვები:** ოფთალმოლოგია. პერიმეტრია. მხედველობის ველი. სახის ამოცნობა.

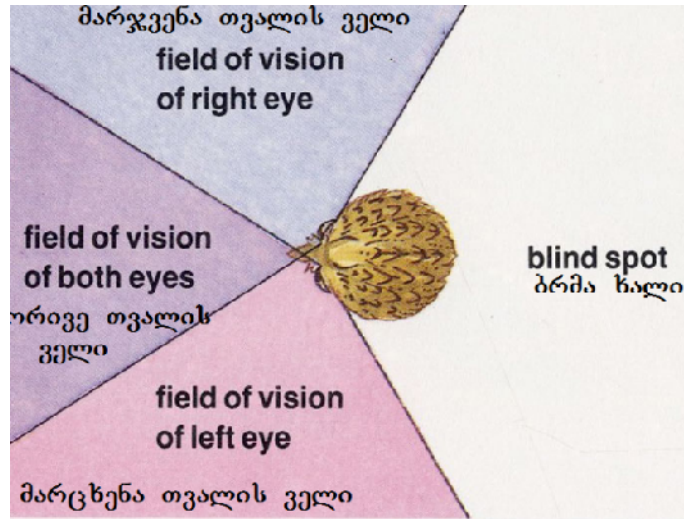
### 1. შესავალი

მხედველობის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს პარამეტრს წარმოადგენს ე.წ. „მხედველობის ველი“, რომელიც განსაზღვრავს მხედველობითი ანალიზატორის გამტარუნარიანობას, ანუ ინფორმაციის მაქსიმალურ მნიშვნელობას, რომელიც შეუძლია დაარეგისტრიროს მხედველობის ორგანომ დროის ერთეულში. მხედველობის ველიარის ნაწილი იმ გარე სამყაროსი, რომლითაც დამკვირვებელიღებულობს ვიზუალურ ინფორმაციას, როდესაც მის მზერა არის დაფიქსირებული. ტერმინი „ვიზუალური გარემო“ ეხება ვიზუალური აღქმის სუმირებას, სტაციონარულ ობიექტზე თვალის დაფიქსირებულ,მუდმივად მიზანმიმართული მზერის პირობებში [1]. მხედველობის ველის არე დამოკიდებულია წარდგენილი სტიმულების მახასიათებლებზე, გაზომვის პირობებზე და დამკვირვებლის პასუხის კრიტერიუმებზე.

მხედველობის ველის მუდმივი სკრინინგი არის მხედველობის ორგანოს ზედმეტი დატვირთვით (კომუნიკაციური, ტელე-ვიდეო და კომპიუტერული საშუალებების არანორმირებული მოხმარება) გამოწვეული ოფთალმოლოგიური პრობლემების გადაწყვეტის საშუალება. ამ მხრივ ძალზედ მნიშვნელოვანია მთლიანად მოსახლეობის სკრინინგულ-პროფილაქტიკური დიაგნოსტიკა ისეთი ინსტრუმენტალური მეთოდის გამოყენებით, რომელიც საშუალება იძლევა ადრეულ სტადიაზე გამოვლინდეს მხედველობის ველის სხვადასხვა პათოლოგიები, რათა მიღებულ იქნას სათანადო ზომები დროული კორექციისა და მკურნალობისათვის. ასეთი სკრინინგული კვლევების ჩატარებისათვის კი, დიდი მნიშვნელობა ენიჭება დიაგნოსტიკების ისეთი აპარატურული მეთოდების გამოყენებას, რომელიც არამვიზუალური, მობილური და მონაცემთა ზუსტი რეგისტრაციის და დამუშავების საშუალებების მომცველი იქნება.

ოფთალმოლოგიური პერიმეტრია არის მეთოდი, რომელსაც შეუზღია აღმოაჩინოს ცენტრალური და პერიფერიული მხედველობის დისფუნქციას, რაც სეიზლება სხვადასხვა პათოლოგიით იყოს გამოწვეული. მეთოდი ეფუძნება თვალისთვის სინათლის სტიმულების წარდგინებას [2].

მხედველობის ველი მკაცრად უნდა განვასხვავოთ „დაჟინებული მზერისაგან“ (ე.წ. „*field of gaze*“), როდესაც თვალსუფლება აქვს შეასრულოს თავისუფალიბრუნვითი მოძრაობა, ხოლო თავი და სხეული ამ დროს უძრავ მდგომარეობაში რჩება. ასევე განსხვავებული პოზიცია „*field of view*“, როდესაც თვალს, ისევე როგორც თავს და სხეულს მოძრაობის საშუალება აქვს (ნახ.1).



ნახ.1

ზოგადად, როგორც ამას მრავალი დაკვირვება გვიჩვენებს, „*field of view*” და „*field of gaze*”, ახდენენ მოძრაობის თავისუფლების კომბინირებას და უფრო ზუსტად გამოხატავენ სრულ ვიზუალურ პერფორმანსს, ვიდრე ეს რამდენადმე ხელოვნური – მხედველობის ველის შეფასებისას ხდება [3].

თუმცა თავისუფლების ამ ხარისხის დროს, კვლევის დიაგნოსტიკური შეფასებისთვის მონაცემების მნიშვნელობა მცირდება, რადგან ოკულარული და მოტორული სისტემების ფუნქციების აღმწარმოებლობა კომბინირდება (ერთიანდება) აფერენტულ სენსორულ გზებთან „მოძრავი თვალის” პირობებში ჩატარებული კვლევისას შესაძლო დეფექტი შესაძლოა გადაიფაროს თვალის, სხეულის ან თავის მოძრაობითი აქტიობის ხარჯზე [4,5].

## 2. ძირითადი ნაწილი

ჩვენს მიერ შექმნილ კომპიუტერული პერიმეტრის ერთ-ერთ მნიშვნელოვან მოდულს წარმოადგენს პაციენტის ფიქსირებული მზერის კონტროლის მოდული, რომელიც თვალის მოძრაობის (მზერის მიმართულების) შეფასების სისტემისთვისაა დამუშავებული. გარდა აპარატურული უზრუნველყოფისა, შექმნილია მისი პროგრამული უზრუნველყოფაც, კერძოდ, გადაწყვეტილია ფიქსირებული უბნიდან მზერის გაქცევისას მიღებული მონაცემების, გუგის დიამეტრის განსაზღვრისათვის აუცილებელი სახის ამოცნობის შემდეგი საკითხები:

- სახის ამოცნობის ამოცანა. მაღალი სიზუსტით შესაძლებელია ვებ კამერით გადაღებულ ვიდეოზე ადამიანის სახის პოვნა;
- თვალის რეგიონების პოვნის ამოცანა. შესაძლებელია მოძებნილ სახეზე ორივე თვალის ROI-s (Region Of Interest) პოვნა, სახის გეომეტრიული ფორმის გათვალისწინებით;
- თვალის რეგიონების პოვნის ამოცანა (ალტერნატიული). დამუშავებულია სპეციალური ალგორითმი სახეზე თვალის რეგიონების პოვნისათვის;
- თვალის გუგის პოვნა;
- თვალის გუგის მოძრაობის დაფიქსირება.

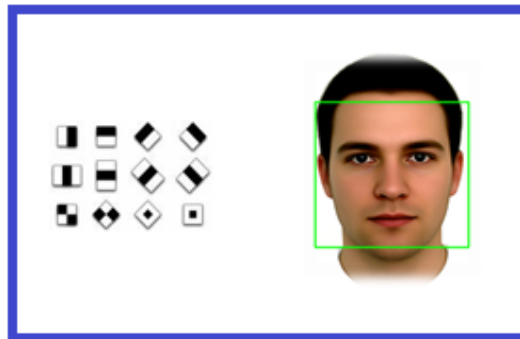
მზერის კონტროლის მოდულის დანიშნულებაა ციფრულ კამერასთან ინერფეისული კავშირის განხორციელება, კამერიდან მიღებული მონაცემების დამუშავება და საბოლოო შედეგის

დაბრუნება. მზერის კონტროლის ამოცანის გადასაწყვეტად, პროგრამულ მოდულში გამოყენებულია კორპორაცია ინტელის მიერ შექმნილი უფასო ბიბლიოთეკა „OpenCV“<sup>4</sup>.

პაციენტის მზერის მონიტორინგის მოდული აღჭურვილია ვიდეო კამერის სისტემით, რათა თავიდან ავიცილოთ კვლევის დროს კონკრეტული სტიმულით პროვოცირებული, პაციენტის მზერის გაქცევით მიღებული უზუსტო მონაცემების ტესტის შედეგებში ინტერპრეტირება. პროგრამული უზრუნველყოფა იმას სთავაზობს ამ კონკრეტულ სტიმულს და იძლევა იმის საშუალებას რომ დამატებითი ტესტის ფარგლებში, განმეორებით გამოვიკვლიოთ აღნიშნულ სტიმულზე პაციენტის რეაგირება.

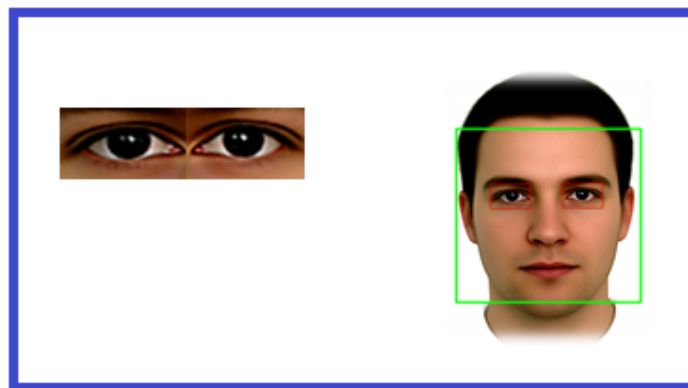
პაციენტის ინდიკატორი გამოიყენება, რათა პაციენტმა დანახულ სტიმულზე მოახდინოს რეაგირება, რომელსაც იგი სპეციალ ლილაკზე დაჭერის მეშვეობით აფიქსირებს.

OpenCV ბიბლიოთეკის დახმარებით, ხდება ადამიანის სახის ამოცნობა (ნახ.2). სახის ამოცნობისთვის ბიბლიოთეკა იყენებს Viola-Jones-ის მეთოდს. აღნიშნული მეთოდი რეალიზებულია OpenCV ბიბლიოთეკის „DetectHaarCascade“ ფუნქციაში. სახის ამოცნობისთვის მეთოდი იყენებს ციფრულ მახასიათებლებს:



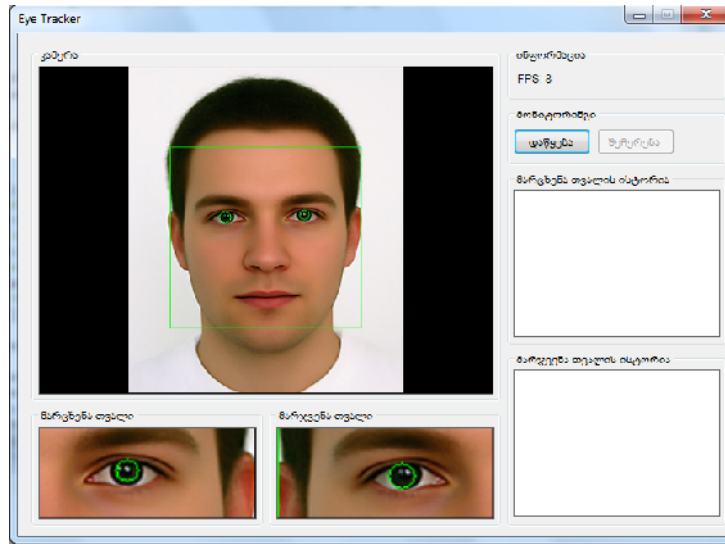
ნახ.2

Hough transform ტექნიკის გამოყენებით, ნაპოვნი თვალის რეგიონებზე ხდება თვალის გუგის პოვნა (ნახ.3). თვალის რეგიონების პოვნის ამოცანა სრულდება სახის ამოცნობის ამოცანების გადაწყვეტის მსგავსად.



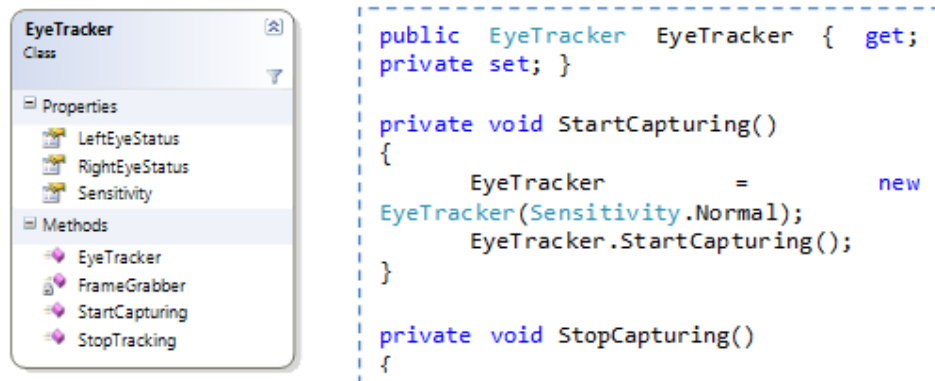
ნახ.3

თვალის გუგის მოძრაობის დასაფიქსირებლად, სორციელდება ვიდეო კამერიდან მიღებულ სურათებზე ამოცნობილი თვალის გუგის კოორდინატების შენახვა. მათი ანალიზის საფუძველზე კი მიიღება გადაწყვეტილება. მე-4 ნახაზზე ნაჩვენებია მოდულის გამოყენების მარტივი მაგალითი:



ნახ.4

მზერის კონტროლის მოდულთან სამუშაოდ საჭიროა მხოლოდ ერთ (EyeTracker) კლასთან ურთიერთობა: ქვემოთ მოყვანილია მისი გამოყენების მარტივი მაგალითი (ნახ.5):



ნახ.5

### 3. დასკვნა

ხელსაწყოს პროგრამული უზრუნველყოფა დაწერილია Visual Studio გარემოში (Visual Basic 2008). თვალების მოძრაობის დეტექციის მოდული დაწერილია C#-ის ენაზე. პროგრამა ითვალისწინებს პაციენტის დემოგრაფიული მონაცემების, დიაგნოზის, ექიმის მონაცემების და სხვა ინფორმაციის შეყვანას და არქივაციას პერიმეტრიული კვლევის შედეგებთან ერთად მონაცემთა ბაზაში.

#### ლიტერატურა:

1. Walker H.K, Hall W.D, Hurst J.W. (1990). Clinical Methods: The History, Physical and Laboratory Examinations. 3rd edition Boston: Butterworths.

2. Moustafa Yaqub. (2013). Visual fields interpretation in glaucoma: a focus on static automated perimetry Community Eye Health. Published online Jun 4.

3. Yodoi Y., Tsujikawa A., Kameda T., Otani A., Tamura H., Mandai M. (2007). Central Retinal Sensitivity measured with the Micro Perimeter 1 after Photodynamic Therapy for Polypoidal Choroidal Vasculopathy. American J. of Ophthalmology. 9. 143. pp. 84-94.

4. Bynke H., Heijl A. (2006). Automatic computerized perimetry in the detection of Neurological visual field defects, Graefe's Archive for Clinical and Experimental Ophthalmology. v.206, N 1, pp.11-15.

5. Vineet Ratra, Dhanashree Ratra, Muneeswar Gupta, K Vaitheeswaran. (2012). Comparison between Humphrey Field Analyzer and Micro Perimeter 1 in normal and glaucoma subjects. Oman Journal Of Ophtalmology. V.5, Issue 2, pp. 97-102.

### **MODULE OF AUTOMATIC CONTROL OF THE PATIENT GAZE FOR COMPUTER PERIMETER**

Gigilashvili Giorgi, Gurtskaia Zviad  
Georgian Technical University

#### **Summary**

One of the most informative methods in Ophthalmology for diagnostic is method of Perimetry. By using this method Visual Field assessment can be made of various degrees, ie the so-called patient "Moving" and "Static Eye" conditions. "Moving Eyes" of the alleged pathology studies may be covered at the expense of the eye motor activity. Computer Perimeter which was designed by us, has a special electrical module and the appropriate software by using a visual Inmortel Microcontroller diagnose so called " "Static Eye" conditions, which gives a visual analyzer bandwidth is to be recorded

### **МОДУЛЬ АВТОМАТИЧЕСКОГО КОНТРОЛЯ ЗРЕНИЯ ПАЦИЕНТА ДЛЯ КОМПЬЮТЕРНОГО ПЕРИМЕТРА**

Гигиладшвили Г., Гурцкая З.  
Грузинский Технический Университет

#### **Резюме**

Одним из наиболее информативных методов в офтальмологии для диагностики является метод периметрии. При использовании этого метода могут быть проведены оценки поля зрения на различных уровнях, как в условиях т.н. называемый "Неподвижный Глаз", так и в условиях "Подвижный Глаз". При таком исследовании предполагаемые патологии могут быть завуалированы, за счет двигательной активности глаз. Компьютерный Периметр, который был разработан нами, имеет специальной электрической модуль и соответствующее программное обеспечение позволяющее с помощью визуальной камеры и микроконтроллера, диагностировать поле зрения в условиях "Неподвижного Глаза", что дает возможность оценить пропускную способность зрительного анализатора и проведения автоматической регистрации данных.



## სადეზინფექციო საშუალებების მიღება-გამოყენების ტექნოლოგიური პროცესი და მოკლე მეთოდური მითითებები

ზაზა ფადიურაშვილი, ლერი გვასალია, მაია წვერავა  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია მოკლე მეთოდური მითითებები სადეზინფექციო საშუალებების მიღება-გამოყენებაზე. მოცემულია მისი მიღების ტექნოლოგიური სქემა სათანადო ახსნითა და განმარტებით. წარმოდგენილია ფიზიკო-ქიმიური მონაცემები და მუშა ხსნარების მომზადების წესები. შემოთავაზებულია მზა პროდუქციის მომზადების ტექნოლოგიური სქემა და განხილულია პროცესის შესრულების მიმდინარეობა. შესწავლილია ექსპერიმენტის დროისა და სადეზინფექციო კონცენტრატის პროცენტობის ურთიერთდამოკიდებულება და აუცილებელი პირობა მიღებული შედეგების ეფექტურობისათვის.

**საკვანძო სიტყვები:** ტექნოლოგიური პროცესი. დეზინფექცია. სტერილიზაცია. ტოქსიკურობა. ანტისეპტიკი.

### 1. შესავალი

მეთოდური მითითებები თხევად, ტაბლეტურ ან ფხვნილის სახით დეზინფექტ-სტერილიზატორზე განკუთვნილია სამკურნალო პროფილაქტიკური დაწესებულებების პერსონალთათვის, სადეზინფექციო სადგურების მუშაობისთვის, სანიტარულ-ეპიდემიოლოგიური ზედამხედველობის ცენტრებისათვის და სხვა მრავალი დაწესებულებებისა და ორგანიზაციებისთვის, რომლებიც საჭიროებენ სადეზინფექციო სანიტარული ღონისძიებების ჩატარებას.

არსებობს სადეზინფექციო საშუალებების მიღების და დამზადების მრავალი სახეობა, რომლებიც გამოირჩევიან მეტ-ნაკლები ეფექტურობით, მაგრამ გამოირჩევიან დამზადების რთული ტექნოლოგიური პროცესებითა და ძლიერი ტოქსიკურობით, ამავე დროს სიძვირით.

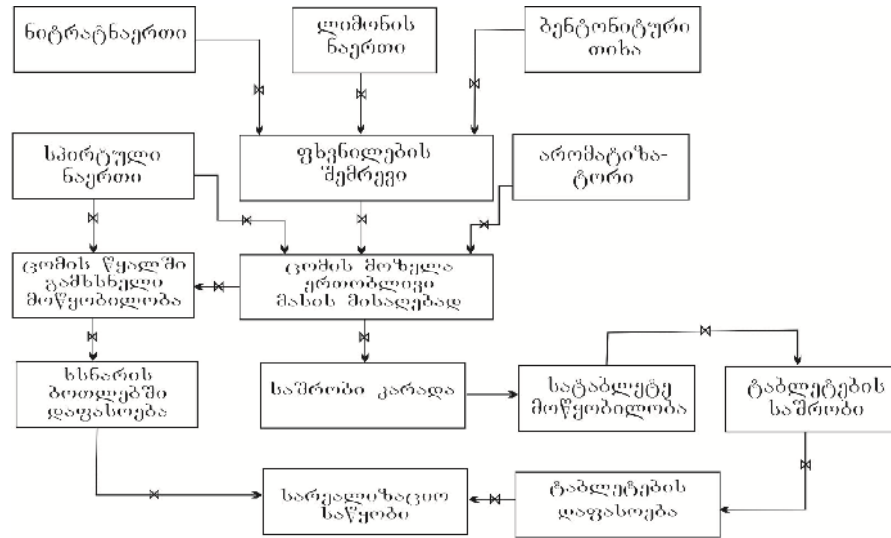
ნაშრომის მიზანია სადეზინფექციო საშუალებების მიღების გამარტივებული ტექნოლოგიური სქემის წარმოჩენა და მისი გამოყენებით მიღებული საშუალებების დადებითი და უარყოფითი მახასიათებლების განხილვა. ზემოაღნიშნულის გათვალისწინებით, ჩვენს მიერ შემოთავაზებული ტექნოლოგიური სქემა გამოირჩევა თავისი სიმარტივეთა და უბრალოებით. დამზადების ტექნოლოგიურ პროცესს ვახორციელებთ ორ ვარიანტად, როდესაც ვღებულობთ დეზინფექტანტის ხსნარის სახით და ვღებულობთ ტაბლეტების სახით. ამ დროს ციკლში დამატებულია მხოლოდ სატაბლეტე მოწყობილობა (ნახ.1).

### 2. ძირითადი ნაწილი

ვიღებთ ნიტრატულ ფხვნილს, ლიმონის ფხვნილს და ბენეტონიტურ თიხას ფხვნილის სახით. სამივეს ვიღებთ განსაზღვრული კონცენტრატით და ვურთავთ ფხვნილების შემრევაში, სადაც ვანხორციელებთ შერევას ერთგვაროვანი მასის მიღებაზე. ნარევი გადაგვაქვს ცომის მოსაზელ მოწყობილობაში სადაც ვამატებთ სპირტულ ნაერთს და არომატიზატორს და ვახდენთ ნაერთის მოზელას ცომის სახით მიღებამდე. შემდეგ ვაწარმოებთ პროცესის გაგრძელებას ორი მიმართულებით:

- დეზინფექტანტის მისაღებად ხსნარის სახით ცომი გადაგვაქვს მის წყალში გამხსნელ საცავში, სადაც ხდება წყალხსნარის მიღება განსაზღვრული კონცენტრატით. შემდეგ ხდება მისი დაფასოება სპეციალურ ბოთლებში ან ბალონებში და განთავსდება სარეალიზაციო საწყობში;

- დეზინფექტანტის მისაღებად ტაბლეტების სახით მოზელილი ცომი გადაგვაქვს საშრობ კარადაში და გამოშრობის შემდეგ (განსაზღვრულ ტემპერატურამდე) ვახორციელებთ მის ტაბლეტირებას სატაბლეტე მანქანით, ვაშრობთ ტაბლეტებს ხელახლა, ვაფასოებთ და გადაგვაქვს სარეალიზაციო საწყობში.



ნახ.1. სადეზინფექციო-სასტერილიზაციო დეზინფექციის მიღების ტექნოლოგიური სქემა

მუშა ხსნარი არის წყალში გახსნილი ტაბლეტი ან კონცენტრატი (თხევადი დეზინფექტანტი-სტერილიზატორი) შემდეგი ფიზიკო-ქიმიური მონაცემებით ცხრილი №1.

ხსნარის ფიზიკო-ქიმიური მონაცემები

ცხრ.1

№	დასახელება	2,5%-0,1% ხსნარის კონცენტრატი	მუშა წყალში 0,01-0,1% 2,5%-მდე
1	ფიზიკური მდგომარეობა	სითხე ან ტაბლეტი	სითხე
2	გარეგნული სახე	ოდნავ ლიმონის ფერი სითხე ან ყავისფერი ტაბლეტი	გამჭირვალე ლიმონის ფერი სითხე
3	გემო	მომჟავო	ოდნავ მომჟავო
4	PH	2,0-3,0	3,5-5,5,
5	სიმკვრივე 20 <sup>0</sup> C –სას გრ/სმ <sup>3</sup>	1,0-1,2	0,9-1,1
6	სიბლანტე 20 <sup>0</sup> C	<1,5 სკვ	<15 სკვ
7	სტაბილურობა	0 <sup>0</sup> C –ან + 3,5 <sup>0</sup> C –მდე	+5 <sup>0</sup> C–ან 35 <sup>0</sup> C –მდე
8	ვარგისიანობა	ტაბლეტი 5 წელი სითხე 3 წელი	5 თვე
9	ხსნადობა	კარგა იხსნება წყალში	კარგად იხსნება წყალში
10	სუნი	სპირტისა და ლიმონის შეზავებული სუნი	უსუნო ან არომატიზატორის სუნი
11	ტოქსიკურობა	არ შეიმჩნევა	არ შეიმჩნევა
12	კარემოზე გავლენა	არ შეიმჩნევა	არ შეიმჩნევა
13	აქროლადობა 20 <sup>0</sup> C	უმნიშვნელო რაოდენობით	არა აქსოლიდი

დეზინფექტანტი განსაკუთრებით მოსახერხებელია და ხელსაყრელია კლინიკური ლაბორატორიების, საპროცედურო კაბინეტების, ინსტრუმენტების (ლიმონის, რეზინის, პლასტმასის, მინის და სხვა მასალისგან) ინვესტორის, კომუნალური ობიექტების, მაღაზიების, აეროპორტების, სადგურების, სატრანსპორტო საშუალებების, საუნების, საცურაო აუზების, სასტუმროების, სამხედრო ყაზარმების, სკოლების და ა.შ. დეზაქტივაციისათვის.

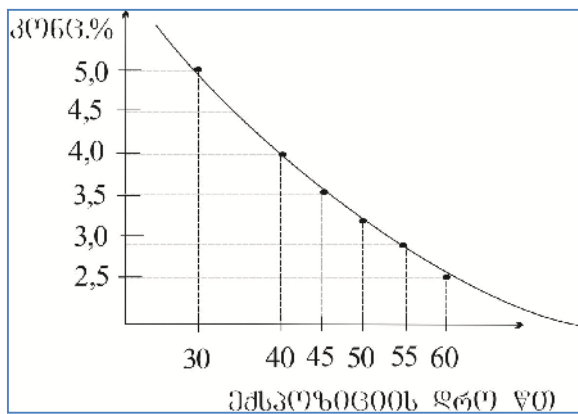
სამუშაო სსნარების მომზადება შეიძლება განხორციელდეს წარმოდგენილი მე-2 ცხრილის მიხედვით:

მუშა სსნარების მომზადება

ცხრ.2

№	მუშა სსნარის კონცენტრატი %	კონცენტრატის რაოდენობა 1ლ. სსნარში მლ.	
		კონცენტრატი 2,5%	წყალი
1	0,1	40 მლ	960 მლ
2	0,25	100 მლ	900 მლ
3	0,5	200 მლ	800 მლ
4	1,0	400მლ	600 მლ
5	1,5	600 მლ	400 მლ
6	2,0	800 მლ	200 მლ

მაგალითისთვის, მე-2 ნახაზზე წარმოდგენილია სადებიზინფექციო საშუალების ბაქტერიოციული მოქმედება (რეზისტენტულობა) განსხვავებით საშიში ინფექციების გამომწვევ სპოროგენული ფორმების მიმართ, როგორცაა მაგალითად ციმბირული წყლული (ჯილეზი) და სხვა. აქ აქცენტი გამახვილებულია ექსპერიმენტის დროსა და კონცენტრატის %-ობის ურთიერთ დამოკიდებულებაზე, რაც გარკვევით ჩანს წარმოდგენილ მრუდზე.



ნახ.2

ე.ი. 5,0% სსნარით ჩვენი დებიზინფექტანტი რეზისტენტულია 30 წუთის განმავლობაში, ხოლო 2,5%-იანი სსნარით მისი ბაქტერიოციდული მოქმედებით სპორეგენული ფორმების ბოლომდე განადგურებას ახერხებს 60 წთ-მდე დროში, რაც ითვლება საუკეთესო შედეგად დღემდე არსებული დებიზინფექტებს შორის (ცხრ.3). აქ ნაჩვენებია განსაკუთრებით საშიში ინფექციური ზოგიერთი სახეები და მათი გაუვნებელყოფის შეთხვევები.

ცხრ.3

№	საშიში ინფექციის დასახელება	დრო წთ	კონცენტრატი %					ინფექციის დონე
			0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	
1	შავი ჭირი	60	+	+/-	-	-	-	გსი
		120	+/-	-	-	-	-	
2	ჯილეზი	60	+	+	+	+/-	-	გსი
		120	+	+	+	-	-	
3	ქოლერა	60	+	-	-	-	-	გსი
		120	+/-	-	-	-	-	

სადაც გსი – განსაკუთრებით საშიში ინფექცია;  
 + ვირუსების ზრდა შეიმჩნევა;  
 - ზრდა აღარ შეიმჩნევა;  
 +/- ვირუსების ნაწილობრივი ზრდა.

### 3. დასკვნა

სისტემური მიდგომის საფუძველზე დადასტურებულია შემოთავაზებული სადეზინფექციო საშუალების (სითხე ან ტაბლეტის სახით) ეფექტურობა ბაქტერიოციდული მოქმედებით სპოროგენური ფორმების ბოლომდე გასანადგურებლად (შავი ჭირი, ჯილეხი, ქოლერა და ა.შ.), რაც ითვლება საუკეთესო შედეგად საერთაშორისო მოთხოვნათა გათვალისწინებით.

#### ლიტერატურა:

1. ფადიურაშვილი ვ., ძიძისტარიშვილი ო. (1997). სადეზინფექციო საშუალებების მიღების ხერხი. სას. მოღელი №300, საქართველოს საპატენტო დეპარტამენტი. თბილისი.
2. Пхакадзе Т.Я. (1991). Активность антисептиков и дезинфектантов в отношении отдельных видов бактерий. – М., Мед.
3. ფადიურაშვილი ზ., წვერავა მ., ფადიურაშვილი ვ., გვასალია ლ. (2013). ნტივტიკური და სადეზინფექციო საშუალებების და მოქმედების ასპექტები. ქუთაისის სახ. უნივ. 80 წლის იუბილესადმი მიძღვნილი საერთაშ.სამეცნ. კონფ. მასალები. გვ.3.

#### TECHNOLOGICAL PROCESS OF PRODUCTION AND USE OF DISINFECTANTS AND BRIEF METHODOLOGICAL GUIDELINES

Fadiurashvili Zaza, Gvasalia Leri, Tsverava Maia

Georgian Technical University

#### Summary

Considered a short methodological guidance on the preparation and use of disinfectants. Presented physicochemical data disinfectants, methods of preparation of working solutions and technological scheme of the finished product. Studied issues of interdependence between the time of the experiment process and the concentration of disinfectant, as well as the necessary conditions for the effectiveness of the results.

#### ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ПОЛУЧЕНИЯ И ПРИМЕНЕНИЯ ДЕЗИНФЕКЦИРУЮЩИХ СРЕДСТВ И КРАТКИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Падиурашвили З., Гвасвлия Л., Цверова М.

Грузинский Технический Университет

#### Резюме

Рассмотрены краткие методические указания по получению и применению дезинфектантов. Представлены физико-химические данные дезинфектантов, методы приготовления рабочих растворов и технологическая схема получения готового продукта. Изучены вопросы взаимозависимости между временем эксперимента процесса и концентрацией дезинфектанта, а также необходимые условия для эффективности полученных результатов.

## საყოფაცხოვრებო ნარჩენების მართვის პრობლემები

კახა სამარლანიშვილი, სოფიკო კოლომიკოვი, ვლადიმერ ფადიურაშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

განხილულია თანამედროვეობის ერთ-ერთი ყველაზე უფრო მწვავე ეკოლოგიური პრობლემა – ნარჩენების მართვა. გაანალიზებულია ევროკავშირის ქვეყნების სტანდარტები და მართვის პრინციპები. ნარჩენების არასწორი მართვა იწვევს ატმოსფერული ჰაერის, ნიადაგის, მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების დაბინძურებას. ნაშრომში ძირითადი ყურადღება გამახვილებულია ევროკავშირის ქვეყნებში ნარჩენების მართვის ძირითად პრინციპებზე, რის მიხედვითაც შესაძლებელია ეტაპობრივად მოგვარდეს აღნიშნული პრობლემატური საკითხი. ნარჩენების კომპლექსური მართვის კონცეფციის საფუძველი მდგომარეობს იმაში, რომ საყოფაცხოვრებო ნარჩენები შედგება სხვადასხვა კომპონენტისგან, რომლებიც იდეალურ შემთხვევაში არ უნდა შეერიოს ერთმანეთს, არამედ უნდა მოხდეს მათი რეციკლირება.

**საკვანძო სიტყვები:** საყოფაცხოვრებო ნარჩენები. დაბინძურება. მართვის პრინციპები. ღირებულებები.

### 1. შესავალი

გასული საუკუნის მეორე ნახევარიდან მსოფლიოს ეკონომიკურმა წინსვლამ და წარმოებაში მაღალტექნოლოგიური სისტემების დანერგვამ, განვითარებული ქვეყნების მოსახლეობის გარკვეული ნაწილის კეთილდღეობის ზრდის პარალელურად, მრავალი გაუთვალისწინებელი პრობლემის გადაუდებელი მოგვარების საჭიროება მოიტანა. ამ მხრივ განსაკუთრებული სიმწვავეთ გამოირჩევა ადამიანის მიერ განხორციელებული საქმიანობის შედეგად წარმოქმნილი ნარჩენების ზრდის ტენდენციები, მათი ტოქსიკურობა და შედეგად გარემოს დაბინძურების მაღალი რისკი, რაც საბოლოოდ უარყოფითად აისახება ადამიანის ჯანმრთელობასა და მის ყოველდღიურ საქმიანობაზე. აღნიშნული პრობლემა მწვავედ დგას მსოფლიოს ყველა ქვეყნის წინაშე და ამ მხრივ არც ჩვენი ქვეყანა გამონაკლისი. საყოფაცხოვრებო ნარჩენების უდიდესი ნაწილი ხდება არალეგალურ ნაგავსაყრელებზე სამრეწველო და სამედიცინო ნარჩენებთან ერთად [1].

გარდამავალი ეკონომიკის ტიპის ქვეყნისათვის, როგორც საქართველოა ნარჩენების მართვის პრობლემა მზარდი პრობლემაა, რადგან ეკონომიკური ზრდა, ჩვეულებრივ, მოსახლეობის რაოდენობის ზრდას (მოხმარების გაზრდა) და მრეწველობის აღმასვლას უკავშირდება, რაც თავის მხრივ ნარჩენების რაოდენობის მატებას განაპირობებს.

90-იან წლებში განვითარებული მოვლენების შედეგად ქვეყანაში ეკონომიკური პოტენციალის შემცირების პარალელურად მნიშვნელოვნად შემცირდა საწარმოო ნარჩენების რაოდენობა და დღეისათვის ნარჩენების ძირითადი მასა საყოფაცხოვრებო ნარჩენებია. ნარჩენების ინვენტარიზაციის მონაცემების (2006) ექსპერტული ანალიზის მიხედვით საქართველოში საყოფაცხოვრებო ნარჩენების საერთო რაოდენობა წელიწადში დაახლოებით 3,5 მლნ მ<sup>3</sup>-ს შეადგენს [2].

დღეის მდგომარეობით, საქართველოში არის 57 ოფიციალური ნაგავსაყრელი, რომელთა თითქმის 90% ვერ აკმაყოფილებს გარემოსდაცვით მოთხოვნებს. პრობლემატურია აგრეთვე დაახლოებით ამდენივე არაოფიციალური ნაგავსაყრელი, ძირითადად რეგიონებში. ამასთანავე აღნიშნულს ართულებს ის ფაქტი, რომ ქვეყანაში არსებობს მყარი ნარჩენების მართვის არაეფექტური სისტემა, დეცენტრალიზებული მენეჯმენტი, არასაკმარისი მატერიალურ-ტექნიკური ბაზის არსებობა. ამ ყველაფერს ემატება თანამშრომელთა დაბალი კვალიფიკაცია. რაც მთავარია, ამ დრომდე არ არის შემუშავებული ნარჩენების მართვის ერთიანი საკანონმდებლო ბაზა და ნორმატივები.

## 2. ძირითადი ნაწილი

ნარჩენების არასწორი მართვის შემთხვევაში ძირითადი გარემოსდაცვითი რისკებია: ატმოსფერული ჰაერის, ნიადაგის, მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების დაბინძურება.

ნაგავსაყრელების ექსპლუატაციის პროცესში ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურება დაკავშირებულია ნარჩენების წვის პროცესში მავნე ნივთიერებების გამოყოფასთან და ორგანული ნივთიერებების დეგრადაციის პროცესში წარმოქმნილი ნივთიერებების (გოგირდწყალბადი, მერკაპტანები) სუნის გავრცელებასთან. აგრეთვე ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურებას იწვევს ორგანული ნივთიერებების დეგრადაციის პროცესში წარმოქმნილი ე.წ. „ნაგავსაყრელის გაზი“-ს – მეთანის გავრცელება. ორგანული ნარჩენების დეგრადაციის პროცესში წარმოქმნილი მაღალი ტემპერატურა და მეთანი განაპირობებს თვითაალების პროცესს, რის გამოც ნაგავსაყრელებზე სისტემატურად იწვის ნარჩენები. მნიშვნელოვანია ის ფაქტი, რომ ნარჩენების დაწვისას ატმოსფერულ ჰაერში წვის პროდუქტებთან ერთად გამოიყოფა ისეთი ტოქსიკური ნივთიერებები, როგორცაა ფურანები და დიოქსინები. ამ ნივთიერებების მნიშვნელოვანი გაფრქვევა ხდება ასევე დასახლებული პუნქტების ტერიტორიებზე ნარჩენების უკონტროლო წვის დროს.

მიწისქვეშა და ზედაპირული წყლების დაბინძურება ძირითადად ხდება ნაგავსაყრელის ჩამონაყონი წყლებით, რომლებიც ორგანული ნივთიერებების დეგრადაციის პროცესში წარმოიქმნება. არანაკლებ სახიფათოა ის ტოქსიკური ნივთიერებები, რომლებიც საწარმოო ნარჩენებთან ერთად ხვდება ნაგავსაყრელებზე და შემდგომ წყალსატევებში ან მიწისქვეშა წყლებში. წყალდიდობის დროს მდინარეთა ნაპირებთან განთავსებული ნაგავსაყრელებიდან ჩაირეცხება მყარი ნარჩენები, რაც მდინარეების და ზღვის დაბინძურების მნიშვნელოვან წყაროს წარმოადგენს. უმეტეს შემთხვევაში ნაგავსაყრელები გრუნტის წყლებთან ახლოს ან მდინარეების ნაპირებთან არის განთავსებული, შესაბამისად ნარჩენების არასწორი მართვა იწვევს წყლების დაბინძურებას.

ნიადაგის, ისევე როგორც წყლის ნარჩენებით დაბინძურების ზუსტი მასშტაბები ცნობილი არ არის, რამდენადაც კვლევა ამ მიმართულებით არ ჩატარებულა. თუმცა არსებობს სხვადასხვა წლებში გაკეთებული შეფასებები ნიადაგის პოტენციური დაბინძურების შესახებ. ლიტერატურული წყაროების მიხედვით ნიადაგი მუდმივად ბინძურდება ნავთობის მოპოვებისა და გადამუშავების ნარჩენებით, მინერალური სასუქების ნარჩენებით, სამრეწველო და სხვა სახის ნარჩენებით.

აუცილებელია საქართველოს მთელ ტერიტორიაზე განხორციელდეს ნარჩენების კომპლექსური მართვა. ნარჩენების კომპლექსური მართვის მიხედვით, ნარჩენების ტრადიციული მეთოდების (ნაგვის წვა და დამარხვა) გარდა, ნარჩენების რეციკლირების განუყოფელ ნაწილად გვეკლინება მათი რაოდენობის შემამცირებელი ღონისძიებები, ნარჩენების მეორადი გადამუშავება და კომპოსტირება. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების პრობლემების გადაჭრის ეფექტური გზა მდგომარეობს მხოლოდ რამოდენიმე ურთიერთშემავსებელი ღონისძიებების კომბინაციაში და არა რომელიმე ერთი ტექნოლოგიის (სრულიად უახლესიც კი!) გამოყენებაში.

ევროპულ საკანონმდებლო სივრცეში მოქმედი ნარჩენების მართვის პრინციპები 1977 წელს ჩამოყალიბდა და მას შემდეგ არ შეცვლილა. იგი სამ ძირითად პრინციპს მოიცავს [3]:

1. ნარჩენების წარმოქმნის პრევენცია;
2. ნარჩენების გადამუშავება;
3. იმ ნარჩენების უსაფრთხო განთავსება, რომელიც გადამუშავებას არ ექვემდებარება.

ევროპის ნარჩენების ჩარჩო ღირეპტივა აყალიბებს ნარჩენების მართვაში გამოყენებული მეთოდების იერარქიას, მათი გარემოზე ზემოქმედების თვალსაზრისით. ყველაზე სასურველად მიიჩნევა ნარჩენების პრევენცია და ნარჩენების წარმოქმნის მინიმიზაცია. პრიორიტეტების მიხედვით მას მოსდევს შემდეგი ვარიანტები:

- ნარჩენების ხელახალი გამოყენება;

- ნარჩენების გადაშენება;
- ნარჩენების აღდგენა;
- ნარჩენების გამოყენება ენერჯის წყაროდ;
- ნარჩენების დაწვა, წარმოქმნილი ენერჯის გამოყენების გარეშე;
- ნაგავსაყრელზე განთავსება.

ნარჩენების ნაგავსაყრელზე განთავსება, მიჩნეულია მართვის ყველაზე ნაკლებად სასურველ ვარიანტად.

პრობლემებისადმი არატრადიციული მიდგომა მდგომარეობს იმაში, რომ გაცილებით იოლია გაკონტროლდეს (ვაკონტროლოთ) რა ხდება ნაგავსაყრელებზე, ვიდრე ის, თუ რა ხდება ნაგავსაყრელებიდან გარემოში.

ნარჩენების კომპლექსური მართვის კონცეფციის საფუძველი მდგომარეობს იმაში, რომ საყოფაცხოვრებო ნარჩენები შედგება სხვადასხვა კომპონენტისაგან, რომლებიც იდეალურ შემთხვევაში არ უნდა შეერიოს ერთმანეთს, არამედ უნდა მოხდეს მათი რეციკლირება ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად ყველაზე მეტად მისაღები ეკოლოგიური და ეკონომიკური მეთოდებით.

ნარჩენების რეციკლირება წარმოადგენს რესურსდაცვითი ტექნოლოგიის ძირითად რგოლს. მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რეციკლირების ქვეშ იგულისხმება მათი კომპლექსური გადაშენება სასარგებლო პროდუქციის მიღების მიზნით. ნარჩენების რეციკლირების მეთოდის შერჩევა საკმაოდ რთულია. ტოქსიკური მყარი სამრეწველო ნარჩენებისათვის ეს ამოცანა ინდივიდუალურად გადაიჭრება კონკრეტულ საწარმოებში: გადაშენება და ადგილზე განთავსება, პოლიგონებზე განთავსება, დაწვა ან გადაშენება სპეციალიზებულ ქარხნებში [4].

ამრიგად, მყარი საყოფაცხოვრებო ნარჩენების რეციკლირების მეთოდები შეიძლება დავეყთ ორ დიდ ჯგუფად: ნარჩენების თერმული გაუვნებელყოფა (მისი ერთ-ერთი სახეობაა წვა) და გადაშენება (კომპოსტირებით). უკანასკნელ ხანებში ეს ორი ჯგუფი ერთმანეთს უახლოვდება და კომბინირდება, მაგრამ ჯერ კიდევ ჭარბობს ტრადიციული და არა ყოველთვის ეფექტური ტექნოლოგიების გამოყენება. საყოფაცხოვრებო ნარჩენების თერმულ დაშენებად შეიძლება ასევე განხილულ იქნას ნარჩენების განთავსება პოლიგონებზე მათი მომზადების თანამედროვე მეთოდების გამოყენებით და პოლიგონების დაცვით.

ევროკავშირის დირექტივების მოთხოვნების შესაბამისად ევროპის ქვეყნებში ნარჩენების მართვა ხორციელდება შემდეგი პრინციპების მიხედვით:

- იერარქიის პრინციპი;
- სიახლოვის პრინციპი;
- მზრუნველობის ვალდებულება;
- პრინციპი – „ფულს დამაბინძურებელი იხდის“.

### 3. დასკვნა

აღნიშნულის გათვალისწინებით გადაუდებელ აუცილებლობას წარმოადგენს ნარჩენების მართვის ეროვნული კანონმდებლობის შექმნა. საკანონმდებლო და ნორმატიული დოკუმენტაციის დაშენება უნდა მოხდეს ევროკავშირის ნარჩენების მართვის სტანდარტების და იმ საერთაშორისო შეთანხმებების მოთხოვნების გათვალისწინებით რომლებზედაც მიერთებულია საქართველო. აგრეთვე, შესაძლებელია განხორციელდეს ეკონომიკური სტიმულირების სამართლებრივი რეჟიმი, რომელიც ხელს შეუწყობს ინვესტიციების მოზიდვას და კერძო სექტორის ჩართვას ამ სფეროში.

**ლიტერატურა:**

1. საქართველოს ეკონომიკური განვითარების სამინისტრო. სტატისტიკის დეპარტამენტი საქართველოს სტატისტიკური წელი (2009). თბილისი.
2. საბჭოს დირექტია 1999/31/ C (1999). ნარჩენების განთავსების შესახებ. თბილისი
3. საქართველოს ეროვნული მოხსენება გარემოს მდგომარეობის შესახებ 2007-2009წლებში. (2009). თბილისი
4. საქართველოს რეგიონალური განვითარებისა და ინფრასტრუქტურის სამინისტრო. საქართველოს მყარი ნარჩენების მართვის კომპანიის ანგარიში. (2013). თბილისი.

**WASTE MANAGEMENT PROBLEMS**

Samarganishvili Kakha, Kolomikovi Sophiko, Padiurashvili Vladimer

Georgian Technical University

**Summary**

This article discusses one of the most pressing environmental problems of modern waste management, analyzed standards and management principles of EU countries. Improper waste management causes the ambient air, soil, groundwater and surface water contamination. The main text focuses on the basic principles of waste management in the EU countries, whereby it is possible to solve this problem step by step. The basis of the concept of integrated waste management lies in the fact that household waste is made up of different components, which ideally should not be mixed with each other, but they should be recycled.

**ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ОТХОДАМИ**

Самарганишвили К., Коломикова С., Радиурашвили В.

Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Рассматривается одна из самых острых экологических проблем – управление отходами, проанализированы стандарты и принципы управления странами ЕС. Неправильное управление отходами вызывает загрязнение атмосферного воздуха, почвы, подземных и поверхностных вод. Работа посвящена основным принципам управления отходами в странах ЕС, и как можно решить эту проблему. В основе концепции комплексного управления отходами лежит то, что бытовые отходы состоят из различных компонентов, которые в идеале не должны быть смешаны друг с другом, но они должны быть переработаны.



## ნიადაგი და ნიადაგში წყლის რეჟიმზე მოქმედი ფაქტორები ტენიანობის რეგულირებისათვის

სოფიკო კოლომიკოვი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ნიადაგი განხილულია როგორც ბიოლოგიური და ბიოქიმიური სისტემა. გაანალიზებულია წყლის მნიშვნელობა და სახეები ნიადაგებში. წყალი, როგორც მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის და მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების მნიშვნელოვანი პირობა. ოპტიმალურ პირობებში ნიადაგში ტენის სახეები. ნიადაგის წყლის რეჟიმის დამოკიდებულება წყალჟონვალობაზე, წყალტევადობაზე და წყალწვევაზე. ტენის რეგულირების აუცილებლობა მცენარეთა ზრდა-განვითარებისათვის და ნაყოფიერებისათვის. ტენის რეგულაციისათვის სპეციალური კომპაქტური ხელსაწყო ტენმზომის საჭიროება მოცემული ინფორმაციის საფუძველზე და ასევე ტენიანობის რეგულირებისათვის მოქმედი ფაქტორების გათვალისწინებით.

**საკვანძო სიტყვები:** ნიადაგი. წყალი. წყლის რეჟიმი ტენი. ეკოლოგია.

### 1. შესავალი

დიდი ქალაქების ეკოლოგიური პრობლემები უმეტესწილად დაკავშირებულია შედარებით მცირე ტერიტორიებზე მოსახლეობის, ტრანსპორტის, მცირე სამრეწველო ქარხნებისა და კომბინატების რიცხობრივ ზრდასთან, ანთროპოგენული ლანდშაფტების წარმოქმნასთან. ყოველი ზემოთ ჩამოთვლილი ფაქტორი განაპირობებს ეკოლოგიური წონასწორობის დარღვევას.

ჩვეულებრივ, ქალაქების მცენარეულ საფარს წარმოადგენს კულტურული დასვენების ბალები, სკვერები, ყვავილოვანი გაზონები. აქედან გამომდინარე შეიძლება ითქვას, რომ მცენარეული საფარის განვითარება მთლიანად დამოკიდებულია თვით ქალაქის განვითარების დონეზე, ასევე მოსახლეობის კულტურულ განვითარებასა და კეთილ ნებაზე.

ნიადაგი წარმოადგენს დასახლებული ადგილების დაბინძურების ერთ-ერთ ძირითად წყაროს. გავლენას ახდენს მოსახლეობის ცხოვრების პირობებსა და ჯანმრთელობაზე. განსაკუთრებით საშიშია ნიადაგების დაბინძურება სამრეწველო და საყოფაცხოვრები ნარჩენებით, შეიცავენ რა ტოქსიკურ და პათოგენურ მიკროორგანიზმებს. ასევე მნიშვნელოვანია ნიადაგის თვისება დააკავოს წყალი, ვინაიდან იგი მცენარეული ფაუნისა და მიკროფლორის მაცოცხლებელი წყაროა.

წყალი ქანების გამოფიტვის ფაქტორა, მცენარეების ზრდა-განვითარებისათვის და მიმდინარე ბიოქიმიური პროცესების მნიშვნელოვანი პირობაა. წყლის უკმარისობა მცენარეზე აისახება ისევე, როგორც განვითარებისათვის აუცილებელი ელემენტის ნაკლებობა.

წყალი ნიადაგში შეიძლება იმყოფებოდეს სხვადასხვა მდგომარეობაში, წყლის თითოეულ ფორმას მცენარის განვითარებისა და კვებისათვის სხვადასხვა მნიშვნელობააქვს. ნიადაგში ასხვავებენ წყლის შემდეგ ფორმებს [1]:

- 1) ქიმიურად ბმული ან უკრისტალიზაციური წყალი;
- 2) ორთქლისებრი მდგომარეობაში;
- 3) თავისუფალი: მყარი (ყინული) დაბალტემპერატურაზე  $-C^0$  -ზე დათხევადი  $+C^0$ -ზე

1. ქიმიურად ბმული წყალი – შედის იმ ჰიდრატირებული ნივთიერებების შემადგენლობაში, რომელთა მეშვეობითაც ხორციელდება ნიადაგის ფორმირება. ანსხვავებენ კონსისტენციურ და კრისტალიზაციურ წყალს. კონსისტენციური წყალი არის მინერალების შემადგენელი ნაწილი, რომელიც  $150-200^0C$ -ზე მაღალ ტემპერატურაზე გაცხელებით სცილდება. ფიზიკურად ბმული

წყალი არ ლებულობს მონაწილეობას ნიადაგში მიმდინარე ფიზიკურ პროცესებში და აბსოლუტურად მიუღწევადია მცენარებისათვის [4].

2. ჰიგროსკოპული ტენი საკმაოდ მყარად კავდება ნიადაგის გრანულების მიერ ზედაპირზე, გამოშრობა შესაძლებელია მხოლოდ  $105^{\circ}\text{C}$ -ზე გაცხელებით. ვინაიდან ჰიგროსკოპული ტენი ნიადაგის ცალკეული გრანულების მიერ იმყოფება მოლეკულური მიზიდულობის ძალების ზეგავლენის ქვეშ, არ ემორჩილება სიმძიმის ძალას და მისი გადაადგილებაც ნიადაგში არ არის თავისუფალი. ჰიგროსკოპული ტენის გადაადგილება შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, თუ ტემპერატურის ზემოქმედებით იგი გადავა ორთქლისებრ მდგომარეობაში [4].

ნიადაგის გრანულების ზედაპირზე მყარად დაკავებული ჰიგროსკოპული ტენი მცენარისათვის არის პრაქტიკულად მიუღწევადი. ჰიგროსკოპული ტენის მიერ წარმოქმნილი წყლის შრის ზემოთ შესაძლებელია ხალი თხელი წყლის ფენის წარმოქმნა, რომელიც ასევე კავდება ნიადაგის გრანულების მოლეკულური მიზიდულობის ძალებით. თუმცაღა წყლის ფენის წარმოქმნა გრძელდება ნიადაგის მყარი ნაწილაკების ადსორბციული ძალების მოქმედებამდე. ჰიგროსკოპული ტენის ზემოთ ერთმოლეკულური შრის მქონე ტენს, რომელიც კავდება ნიადაგში გრანულების მოლეკულური მიზიდულობის ძალებით, ეწოდება თავისუფლი ანუ შრეობრივად ბმული წყალი [3].

შრეობრივი განაწილების ტენი არ ექვემდებარება ზედაპირული მიზიდულობის სიმძიმის ძალას. ჰიგროსკოპული ტენისაგან განსხვავებით აქვს უნარი ნიადაგში გადაადგილდეს ოსმური და თერმოსმოსური ძალების ზემოქმედებით. მტკიცე ტენის შრის მქონე ნაწილაკებიდან გადაადგილება შედარებით ნაკლებად ტენიან შრის მქონე ნაწილაკებთან ანუ სადაც საერთოდ არ არის ტენი, თბილი მონაკვეთიდან - მაღალი ტემპერატურიდან უფრო დაბალი ტემპერატურის მქონე მონაკვეთზე. ახალი მონაცემების მიხედვით შრეობრივი ტენი მცენარისათვის ნაწილობრივ მიღწევადია.

ორთქლისებრ მდგომარეობაში მყოფი წყალი (აირადი წყალი)—ნიადაგში ტენი შეიძლება იმყოფებოდეს აირადი წყლის სახით, რომელიც მის ზედა ფენაში აღწევს ჰაერთან ერთად ან წამოიქმნება ნიადაგის გრანულებსა და აგრეგატებს შორის მყოფი წვეთოვანთხევადი ტენის აორთქლების შედეგად, ასევე შრეობრივი წყლის [5].

ნიადაგში აირადი ტენი თავისუფლად გადაადგილება მაღალი დრეკადობის ადგილდან იქ სადაც ნაკლებია ორთქლის დრეკადობა (ნიადაგის შრეებში ტემპერატურა არის უცვლელი და ერთნაირი) და მაღალი ტემპერატურის მქონე შრეებიდან იმ მონაკვეთზე, სადაც ტემპერატურა არის დაბალი. დაბალი ტემპერატურის პირობებში ნიადაგში აირადი წყლის გამყარებას მოსდევს წვეთოვანთხევადი შრის წარმოქმნა. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ჰაერის აირადი ტენი ითვლება ნიადაგში ტენის დაგროვების ერთ-ერთ წყაროდ, თუმცაღა ეს ვარაუდი არის საკმაოდ მწირი და არასანდო. აქედან გამომდინარე ნიადაგის ამ სახის ტენი მიწათმოქმედებაში არის უმნიშვნელო.

თავისუფალი წყალი—ნიადაგში შეიძლება იმყოფებოდეს ყინულის ან თხევადი სახით. მცენარისათვის გაღვივებისა და ზრდის პერიოდში დიდი მნიშვნელობა აქვს თხევად წყალს. ნიადაგში არის კაპილარული და გრავიტაციული თავისუფალი წყალი [5].

კაპილარული წყალი ავსებს ნიადაგის თხელ ფორებს მენისკური ძალების ზემოქმედებით და გადაადგილება ნებისმიერი მიმართულებით. იმაზე დამოკიდებულებით ემორჩილება რა სიმძიმის ძალას, ზემოთ წყლის კაპილარული ზრდას აქვს ზღვარი, გრძელდება მანამ წყლის სვეტის მილებით ზრდადი ძალა არ გაუტოლდება კაპილარების კედლების დასველების ძალებს.

სხვადასხვა ნიადაგებისათვის კაპილარული ზრდის სიმაღლე განსხვავებულია და დამოკიდებულია კაპილარის თვისებებზე. ზოგიერთი ლაბორატორიული მონაცემებით ქვიშოვანი ნიადაგებისათვის კაპილარულმა ზრდამ მიაღწია 30-60 სმ, თიხნარ გრუნტში შეიძლება მიაღწიოს 6-7 მ. [3].

ნიადაგში კაპილარული წყლის სახე იყოფა:

- კაპილარულად-დაკავებული წყალი, როცა ნიადაგის კაპილარული სისტემა სავსეა წყლით, ზრდადია მიწისქვეშა წყლებთან ახლო მანძილზე. მიწისქვეშა წყლებთან იზრდება წყლით სავსე კაპილარების რიცხვი, რომელთაც აქვს საკმაოდ დიდი დიამეტრი. ნიადაგის შრე, რომელშიც ვრცელდება კაპილარულად-დაკავებული წყალი ატარებს კაპილარული საზღვრის სახელს, მისი სიმძლავრე დამოკიდებულია ნიადაგის ამოტუმბვის უნარზე;

- კაპილარულად-გაჩერებული წყალი, როცა კაპილარული წყალი ჩერდება ისეთი დატენიანებული ნიადაგის ზედაპირზე, რომელიც არ განიცდის მიწისქვეშა დატენიანებას, კაპილარებში შეჩერებული ტენი, როცა შეაღწევს ზედაპირზე და არ შეურთდება გრუნტის (მიწისქვეშა) წყალს, ზედ და ქვედა მენისკს შორის ჩერდება სხვადასხვა ზედაპირული წნევით.

- სვეტოვანი წყალი, განთავსებულია მხოლოდ ცალკული მექანიკური გრანულების კუთხეებში, განსხვავდება უმოდრაგობით;

- კაპილარული ტენი სრულიად მისაწვდომია მცენარეებისათვის და ნიადაგში წარმოდგენს ძირითადი გამოსადეგი წყლის მარაგს.

გრავიტაციული წყალი – იმ შემთხვევაში, თუ ნიადაგში ყველა კაპილარი ამოვსებულია წყლით, დატენიანებისას წყლით შეივსება არაკაპილარული ინტერვალები და წყალიც ნიადაგში გრავიტაციის ძალით (სიმძიმის ძალა) გადაადგილდება თავისუფლად. ნიადაგის ამ ტენს აქვს გრავიტაციული ტენის სახელწოდება [1]. გრავიტაციული ტენი ნიადაგის ფენაში გადაადგილდება ზემოდან ქვემოთ. ამიტომაც იგი ნიადაგის ზედა ფენაში იმყოფება მხოლოდ წვიმის ან ნიადაგის მორწყვის პერიოდში. გრავიტაციული ტენი წყლით ამდიდრებს ნიადაგის ქვედა ფენას, რომელიც ამგვაროულად მიწისქვეშა წყლების წყაროა. ზედა ფენაში გრავიტაციული ტენის დაყოვნების მიზეზი შეიძლება იყოს ნიადაგის ცუდი წყალგამტარობა, ან ნიადაგ-მიწისქვეშა წყლების სიახლოვე ზედაპირთან.

გრავიტაციული ტენი სავსებით მისაწვდომია მცენარეებისათვის, თუმცა ჭარბი რაოდენობა ზიანს აყენებს. ვიანიდან ამ შემთხვევაში მცენარეები განიცდის ჰაერისა და საკვების ნაკლებობას.

მცენარეთა განვითარება, ზრდა და ნაყოფიერება დამოკიდებულია წყლის ხელმისაწვდომობაზე. 1/3 ხმელეთის ზედაპირისა არის სწორედ ის ნაწილი, სადაც არის ტენის დეფიციტი. დედამიწის ზედაპირის ამ მონაკვეთს მიეკუთვნება გვალვიანი ზონა. ასევე ზეგავლენას ახდენს ის, რომ სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ტერიტორიები განდაგებულია არიდულ ზონებში, სადაც მიწათმოქმედება შესაძლებელია მხოლოდ ხელოვნური მორწყვის მეშვეობით.

ოპტიმალური პირობების შერჩევის დროს განისაზღვრება ტენის შემდეგი სახეები:

1. სველი ნიადაგი – ნიადაგიდან ხელში მოჭერის დროს ჟონავს წყალი;
2. ნოტიო ნიადაგი – ნიადაგის ხელში მოჭერის დროს წყალი არ ჟონავს, მაგრამ ხელის გული სველდება, ნიადაგი განიცდის დეფორმაციას, 1 მეტრი სიმალიდან ვარდნის დროს ნიადაგის გუნდა არ იშლება;

3. ტენიანი ნიადაგი – ფილტრის ქალაღი ტენიანდება ნიადაგთან შეხებით, ხოლო 1 მეტრი სიმალიდან ვარდნის დროს ნიადაგის გუნდა იშლება მცირე ნაწილებად;

4. ნელნი ნიადაგი – ნიადაგი ცივია, 1 მეტრი სიმალიდან ვარდნის დროს იგი იშლება მსხვილ ნაწილებად, ხელზე არ ეკვრის, ხოლო ხელში მოსრესვის დროს არ იმტვერება;

5. მშრალი ნიადაგი – გასრესვისას მტვერიანდება.

ჰიგროსკოპიული ტენიანობის სიდიდე, თავის მხრივ, დამოკიდებულია ნიადაგის მექანიკურ და ქიმიურ შედგენილობაზე და აგრეთვე ჰუმუსის შემცველობაზე. თიხოვანი, მძიმე და ჰუმუსოვანი

ნიადაგები მაღალი ჰიდროსკოპიულობით გამოირჩევა, შედარებით მსუბუქი, მექანიკური შედეგნილობის და ორგანული ნაერთებით (ჰუმუსოვანი) ღარიბ ნიადაგებთან შედარებით.

მაქსიმალური ჰიდროსკოპიულობის განსაზღვრა ხდება მცენარეთათვის ხელმიწვდომი ტენის მარაგის გამოსათვლელად. დადგენილია, რომ მცენარეთა ჭკნობა ხდება მაშინ, როდესაც ნიადაგის ტენიანობა რამდენადმე მეტია, ვიდრე მაქსიმალური ჰიდროსკოპიულობა [2].

ნიადაგის წყლის რეჟიმი დამოკიდებულია წყალჟონვადობაზე, წყალტევადობაზე და წყალაწვევაზე, მოცემული სიდიდეები განისაზღვრება ნიადაგის მექანიკური და ქიმიური შედეგნილობით, მისი სტრუქტურით და სიმკვრივით.

წყალჟონვადობა არის ნიადაგის თვისება ნიადაგში მოხდეს წყლის ჩაჟონვა და გატარება.

წყალტევადობა – განასხვავებენ რამდენიმე სახის წყალტევადობას: სრული წყალტევადობა – ნიადაგის ფორები სრულადაა შევსებული წყლით; კაპილარული წყალტევადობა – ნიადაგის ტენიანობის ის მდგომარეობაა, როდესაც წყლით არის გავსებული მხოლოდ მცირე ზომის ფორები (კაპილარები); ზღვრული საველე წყალტევადობა – არის წყლის ის მაქსიმალური რაოდენობა, რომლის შეკავების უნარი აქვს ნიადაგს ბუნებრივ პირობებში გრავიტაციული წყლის (თავისუფალი წყალი) მოცილების შემდეგ.

ნიადაგის წყალაწვევის თვისების მეშვეობით ხდება მიწისქვეშა წყლის აწვევა-გადაადგილება კაპილარებით ქვედა ჰორიზონტებიდან ზედაში. წყლის აწვევის სიმაღლე და სიჩქარე დამოკიდებულია კაპილარების განივი კვეთის ზომაზე – რაც ნაკლებია მათი ზომა, მით უფრო მაღლა, მაგრამ ნელა გადაადგილდება წყალი, ხოლომსხვილ კაპილარებში პირიქით. ნიადაგის წყალაწვევის თვისების გამო მცენარეები ღებულობს წყალსნიადაგის ქვედა შრეებიდან, როდესაცზედა ნაწილში იგი უკვე გამოყენებულია.

### 3. დასკვნა

ამგვარად, ნიადაგის ტენი დამოკიდებულია არა მარტო გარემო პირობებზე, ასევე თვით ნიადაგის თვისებებზე, წყლის მიწოდებასა და რეჟიმზე, წყლის მიწოდების გაუმჯობესებაზე, ვინაიდან ნიადაგის ტენზეა დამოკიდებული მისი პროდუქტიულობა. წყლის რეჟიმის გაუმჯობესება შესაძლებელია მელიორაციული და აგროტექნოლოგიური ქმედებებით. ასევე მხვედველობაში უნდა იქნას მიღებული თავად ზონის კლიმატური პირობები. ტენის რეგულაციისათვის გამოიყენება სპეციალური ტენზომომი, რომელიც ითვალისწინებს ყველა ზემოჩამოთვლილ ფაქტორს და უზრუნველყოფს მცენარის ზრდა-განვითარებისათვის საჭირო წყლის რეჟიმს ყველა მახასიათებლის გათვალისწინებით.

### ლიტერატურა:

1. Орлов Д.С. (1992). Химия почв. М., изд-во Моск. С-х ун-та.
2. Рахимова Н. (2014). Почва как экологический фактор и среда обитания. [www.docme.ru](http://www.docme.ru).
3. Учебно - методическое пособие санитарно гигиеническая оценка почвы. (2007). Ставрополь.
4. Водный режим почв. (2014). [ru.wikipedia.org/wiki](http://ru.wikipedia.org/wiki)
5. Формы воды в почве и их доступность для растений. (2010). <http://agrofaq.ru>

**SOIL AND FACTORS AFFECTING THE WATER REGIME TO  
REGULATE HUMIDITY**

Kolomikovi Sophiko  
Georgian Technical University

**Summary**

The soil is considered as a biological and biochemical systems. Water significance and types of soils. Water as a result of biochemical processes of plant growth and development, and important ones. Factors affecting soil water regime. The optimal conditions for soil moisture faces. Relationship of soil moisture regime on water leakage, water capacity. Inevitability (Requirement) of moisture regulation for plant growth-development and productivity. Based on existing information required moisture measuring tools for moisture regulation.

**ПОЧВА И ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ  
ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ ВЛАЖНОСТИ**

Коломикова Софико  
Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Почва рассматривается как биологическая и биохимическая система. Вода является важнейшим условием развития растений и происходящих биохимических процессов. В почве факторы, влияющие на водный режим, в оптимальных условиях анализируются влажности почв. Важность регуляции влажности для развития и плодотворности. Исходя из имеющейся информации обязательно иметь компактное оборудование определения влажности.

**ОБЩАЯ ТЕОРИЯ ПЛОТНОСТИ УПАКОВКИ ШАРОВ (АТОМОВ) И  
НОВЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ПОСТОЯННЫЕ**

Мгалоблишвилв К.Д.

Кутаисский Государственный Университет

**Резюме**

Плотность упаковки атомов до сих пор не измерялась. Нужно было эту величину и связанные с ней параметры сделать измеряемыми (измерение и определение являются разными процедурами; измерение обеспечено метрологически, от эталона до рабочих приборов, а определение лишено этой возможности) и эту научно-исследовательскую работу должны были провести именно авторы нового научного направления в области физико-химических измерений. При постановке подобных вопросов в первую очередь нужно определить, в каком диапазоне нужно провести исследования (измерения). Начало этого диапазона, имея большой опыт работы с газами и жидкостями, можем смело заявить, что находится в газах. А какова максимальная плотность ?

**Ключевые слова:** Атомы. Плотность упаковки. Газы. Жикости. Физико-химические измерения.

**1. Введение**

Плотность упаковки атомов традиционно изучается на примере плотности упаковки шаров и соответствующей корректировкой переносится на атомы. Однако, новая для нас область исследований нам встречается неустановленной максимальной величиной плотности упаковки шаров(атомов), т.е. за максимальную плотность принималась 74,04% (с примечанием, что точное значение этой величины не установлено и споры об этом ведутся со времен И. Ньютона с его участием в этих спорах). Мы взяли и рассчитали вторую, по нашему мнению, величину плотности упаковки- 69,73% (что оказалось верно) и все наши заключения были по отношению к этой величине, подумав, что если будет установлена истинная величина максимальной плотности упаковки, то наши заключения к новому значению тоже окажутся верными ( что оказалось верно). Но приключения на этом не завершились. Оказалось, что из- за отсутствия соответствующей теории существует возможность произвольного изменения параметров элементарной ячейки( что и происходило на самом деле) и справочные данные этих параметров не соответствовали действительности. Об этом подробно в нашей третьей монографии [3]. Были и другие недостатки. Мы пришли к необходимости существования общей теории плотности упаковки шаров(атомов) [3].

## 2. Основная часть

За исходный объем берется куб, состоящий из любого количества шаров ( $10^3$ ,  $50^3$ ,  $100^3$  и т.д.). Радиус шаров  $R=1$ . Каждый шар имеет шесть точек соприкосновения с соседними шарами ( $K=6$ ). Эту структуру мы называем «шар над шаром». Плотность упаковки таких структур  $\eta=0,5236$ , а объем куба, который обозначаем через  $V_0$  будет равняться

$$V_0=2R_n \times 2R_n \cdot 2R_n=8R_n^3(1.1)$$

при  $n=1$ , получим

$$V_{\text{Э0}} = 2 \times 2 \times 2 \quad (1)$$

т.е.  $V_{\text{Э0}}=8$ .

$V_{\text{Э0}}$  - мы назвали элементарным объемом и является элементарным кубом, в котором расположен шар, а сторона (грань) элементарного куба равна диаметру шара-  $2R=d$ .

Если  $V_{\text{ат}}$ - объем атома, а  $V_0$  - объем куба, в котором находится данный атом, то плотность элементарного объема:

$$\eta = \frac{V_{\text{ат}}}{V_0} = \frac{0,5236d^3}{d^3} = 0.5236 \quad (2)$$

т.е. плотность элементарного объема точно совпадает с плотностью упаковки исходного куба.

Все расчеты плотностей упаковки шаров при их уплотнении ведутся через элементарный объем, на котором один к одному отражаются все изменения общего объема куба при изменении его плотности.

В трехмерном пространстве шары кубической упаковки расположены рядами в трех направлениях пространства ( $X, Y, Z$ ); именно это отражено в уравнении (1).

При уплотнении объема вещества один или два из членов этого уравнения сокращается, в результате упаковка уплотняется. Не вдаваясь в подробности образования лунок при соответствующем расположении шаров в рядах. отметим, что некоторые структуры(шаров, кристаллов) содержат эти лунки (структура нашего исходного куба не содержит лунок), при помощи которых производится уплотнение. Мы рассмотрим лунки, составленные из двух, трех и четырех шаров (атомов).

Теоретически существуют лунки из пяти шаров, но они не отвечают интересам поставленной задачи. При уплотнении шары перемещаются в один или два ряда с лунками. В лунку из двух шаров (атомов), из трех или четырех шаров(атомов). В первом случае (см. ур.1) одна из трех размерностей ( $c$  уменьшается и вместо  $2R$ , становится  $\sqrt{3}R$ , во втором случае  $\sqrt{8/3}R$ , и в третьем случае  $\sqrt{2}R$ .

Примечание: если вы заинтересовались, откуда получаются эти величины  $\sqrt{3}$ ,  $\sqrt{8/3}$  и  $\sqrt{2}$ ; возьмите два шара и приставьте друг к другу. Получится лунка из двух шаров. Потом возьмите третий шар и поставьте сверху в лунку. Центры всех трех шаров соедините между собой; вы получите равносторонний треугольник. Из центра верхнего шара опустите высоту треугольника  $h$  на основание. Вспомните, что каждая сторона треугольника равняется цифре 2. Рассчитайте  $h$ , получите  $h=\sqrt{3}$ . Также поступают при лунках из трех и четырех шаров [1,2].

Группируя эти данные в трех направлениях пространства ( X, Y, Z) можно получить около 17 разных плотностей упаковки шаров(атомов), однако здесь нужно учесть максимально возможное значение плотности упаковки, найденное А.К. Роджерсом и равное 0,7796...С учетом числа А.К. Роджерса получаем шесть (с учётом реальных значений плотности упаковки шаров(атомов)).

По этим данным уплотнение атомов невозможно осуществить сразу по трем направлениям пространства. По двум направлениям пространства возможно только в двух случаях: когда по двум направлениям элементарного объема (или куба, что одно и тоже) в одном случае находятся одинаковые лунки с высотой  $\sqrt{3}$  и в другом случае две разные лунки - в одном ряду  $\sqrt{3}$  и во втором ряду  $\sqrt{8/3}$ . В остальных трех случаях, приведенных выше, плотность исчисляется по одному направлению пространства.

Объем атомов исходного куба при любом уплотнении межатомного пространства остается без изменения в то время, как общий объем металла(вещества) уплотняется (уменьшается), следовательно плотность упаковки увеличивается. Нам удалось найти максимальную плотность упаковки атомов  $\eta=0,7404823$  или в процентах  $Q\%=74,04823$ , тем самым завершили трехвековой спор, продолжавшийся от И. Ньютона до наших времен.

Кроме того рассчитали (по формуле 2) «реперные точки» плотностей, вот они:

- - При наличии лунок из двух шаров(атомов) в одном ряду куба ( из X, Y, Z) –  $Q_1\%=60,46$
- - при наличии лунок из трех шаров(атомов) в одном ряду куба ( из X, Y, Z)-  $Q_2\%=64,12764$
- - при наличии лунок из четырех шаров(атомов) в одном ряду куба  $Q_3\%=74,04823$
- - при наличии лунок из двух шаров(атомов) в одном ряду и лунок из трех шаров (атомов) в двух рядах  $Q_4\%=74,04823$
- - при наличии лунок из двух шаров(атомов) в одном и во втором ряду куба-  $Q_5\%=69,81$ .



Удивительное совпадение по семи цифрам величин  $Q_3$  и  $Q_4$ , имеющих разные начальные условия по количеству рядов, характеру и размерам лунок. Это говорит о том, что теоретически расчеты предельно точны.

Все другие варианты расположения лунок в разных рядах с разным количеством (от 1 до 3) имеют виртуальный характер и практически не осуществимы. Однако, все эти варианты расчетных плотностей упаковки являются больше числа К.А. Роджерса, которое является красной линией для максимальных плотностей и пересекавшие эту линию плотности даже формально не могут претендовать на реальную плотность упаковки шаров(атомов). Первое число, которое находится ближе всех к числу Роджерса, равняется 0,7859 на 0,87% больше числа Роджерса (0,7796).

Кроме изложенной теории плотностей значительный вклад в изучении плотности упаковки шаров(атомов) вносит введение понятия «элементарный объем, который помогает освободиться от не замечаемых веками ошибок. Об этом подробнее в следующем разделе, а еще подробнее в третьей монографии».

Дадим перечисление величин элементарных объемов ( $V_{Э0}$ ):

- - при наличии лунок из двух атомов в одном ряду ( $h=\sqrt{3}$ )  $V_{Э0}=6.9282032$
- - при наличии лунок из трех атомов в одном ряду ( $h=\sqrt{8/3}$ )  $V_{Э0}= 6,5319724$
- - при наличии лунок из четырех атомов в одном ряду ( $h=\sqrt{2}$ )  $V_{Э0}= 5,656854$
- - при наличии лунок из двух атомов ( $h_1=\sqrt{3}$ ) в одном ряду и из двух атомов ( $h_2=\sqrt{3}$ ) в другом ряду )  $V_{Э0}= 6,0$
- - при наличии лунок из двух атомов в одном ряду ( $h_1=\sqrt{3}$ ) и из трех атомов ( $h_2=\sqrt{8/3}$ ) в другом ряду.  $V_{Э0}= 5,656854$

Эти величины являются физическими постоянными и соответствующие им плотности, которые рассчитаны на предыдущих страницах, тоже являются физическими постоянными. Их не нужно каждый раз рассчитывать. Их нужно рассчитать один раз и они уже рассчитаны. На их величину не влияют ни размеры ни количество шаров(атомов).

### 3. Заключение

В результате наших исследований в области плотности (концентрации) упаковки атомов разработана общая теория плотности упаковки шаров (атомов), найдены новые физические постоянные: 5 из них элементарные объёмы ( $V_{Э01}$ - $V_{Э05}$ ,  $V_{Э03}$ - $V_{Э04}$ ), 5 плотностей упаковки шаров(атомов) ( $Q_1$  -  $Q_5$ ;  $Q_3=Q_4$ ), высоты лунок из двух, трёх и четырёх шаров( $h$ ) и решены вековые споры о максимальной плотности(концентрации) упаковки шаров(атомов) – 74,04823%. Вещество с данной плотностью упаковки атомов рекомендовано в качестве идеального твёрдого вещества. Что касается идеальной жидкости (идеальный газ известен с 19-ого века), она появилась по позже.

#### Примечание:

Разные величины одной и той же плотности ( $Q_5$ ) 69,7; 69,73 и 69,81, которые встречаются на разных местах последних двух монографий, рассчитаны (при округлении) разными точностями. Точнее остальных – 69,81.

#### **Литература:**

1. Мгалоблишвили К.Д. (2002). Теоретические основы метрологии измерения малых и микроконцентраций парогазовых и газовых смесей. Кутаиси, изд. КТУ. 280 с, ([www.get-morebooks.com](http://www.get-morebooks.com))
2. Мгалоблишвили К.Д. (2012). Измерение количества вещества. Моль, проблемы и решения. Германия, изд. Palmarium Academic Publishing, Saarbrucken. 194 стр.
3. Мгалоблишвили К.Д. (2014). Определение плотности драковки атомов и измерение количества металлов. Германия, изд. Palmarium Academic Publishing, Saarbrucken. 80с, ([www.get-morebooks.com](http://www.get-morebooks.com)).

**THE GENERAL THEORY OF THE DENSITY OF SPHERES (ATOMS)  
PACKING AND THE NEW PHYSICAL CONSTANTS**

Mgaloblishvili Karlo  
Kutaisi State University

**Summary**

The general theory of the density of spheres (atoms) packing was developed, as a result of our research in this area. The new physical constants was found: 5 of them are the elementary volumes of substances ( $V_{\text{Э01}}-V_{\text{Э05}}; V_{\text{Э03}}-V_{\text{Э04}}$ ), 5 densities of spheres (atoms) packing ( $Q_1 - Q_5; Q_3=Q_4$ ), the height of the wells from two, three and four spheres ( $h$ ) and resolved the age-old debate about the maximum density (concentration) of spheres (atoms) packing - 74.04823%. Substance with a density of the atoms packing is recommended as an ideal solid matter. As for the ideal fluid- it appeared on earlier. An ideal gas is known from the 19th century.

**ბურთულების ჩალაგების სიმკვრივის ზოგადი თეორია  
და ახალი ფიზიკური მუდმივები**

კარლო მგალობლიშვილი  
ქუთაისის სახელმწიფო უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

ჩვენი კვლევების შედეგად დამუშავებულია ზოგადი თეორია ბურთულების (ატომების) ჩალაგების სიმკვრივის დარგში. ნაპოვნია ახალი ფიზიკური მუდმივები: 5 მათგანია ელემენტარული მოცულობები ( $V_{\text{Э01}}-V_{\text{Э05}}; V_{\text{Э03}}-V_{\text{Э04}}$ ), 5 ატომების ჩალაგების სიმკვრივის ( $Q_1 - Q_5; Q_3=Q_4$ ), ორი, სამი და ოთხბურთულიანი (ატომიანი) ფოსოების სიმაღლე ( $h$ ) და გადაჭრილია საუკუნოვანი კამათი ბურთულების (ატომების) ჩალაგების სიმკვრივის სიდიდის შესახებ. დადგენილი მისი საბოლოო მნიშვნელობა - 74,04823%. ამ სიმკვრივის ნივთიერება მიჩნეული უნდა იქნას იდეალურ მყარ სხეულად, მსგავსად იდეალური აირისა და იდეალური სითხისა.

## ПРИНЦИП РОСТА ЭНТРОПИИ

Бибилури М.В, Бочоришвили М.М., Мамисашвили Н.А.

Грузинский Технический Университет

### Резюме

В термодинамике понятие энтропий было введено немецким физиком Р. Клаузиусом который показал, что процесс превращения теплоты в работу подчиняется определенным физическим закономерностям – второму началу термодинамики, которое можно сформулировать строго математически, если ввести особую функцию состояния – энтропия  $\frac{dQ}{T} = 0$ . В статье дан принцип роста энтропий на двух примерах, чьи решения ведут к заключению, что необратимые процессы в термоизолированной системе всегда связаны с ростом энтропий системы.

**Ключевые слова:** Энтропия. Цикл Карно. Законы Термодинамики.

### 1. Введение

При объяснении обратимого цикла Карно пришли к заключению, что его коэффициент полезного действия

$$\eta = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_2} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}. \quad (1)$$

Из этого выражения следует соотношение

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{T_1}{T_2}, \quad (2)$$

Которое показывает, что тепло  $Q_1$ , принятое системой, находится в отданном теплом  $Q_2$  в соотношении абсолютных температур обогревателя и охладителя. Если тепло системы, подведенное к системе снаружи обозначим положительно, а тепло, взятое из нее, отрицательно, то изменится знак у  $Q_2$  в уравнении (2), которое после простого преобразования получает следующий вид:

$$\frac{Q_1}{T_1} = \frac{Q_2}{T_2} = 0. \quad (3)$$

Частное от  $Q/T$ , т.е. частное от тепла, принятого или отданного системой, и температуры  $T_1$ , при которой это происходит, называем согласно Клаузи, редуцированным теплом. Уравнение (3) говорит о том, что круговом обратимом процессе Карно сумма величин редуцированного тепла равна нулю.

Это заключение можно обобщить для любого обратимого кругового процесса. Достаточно представить, что этот процесс, представленный на рис 1 кривой и, можно распределить системой изотерм и адиабат на большее количество циклов Карно. Из рисунка видно, что процесс происходит по большей части каждой адиабат в общем балансе не проявляются. Этим способом круговой процесс по кривой заменяется процессом, протекающим по ломанной линии и складывающимся из коротких отрезков изотерм и адиабат. Уравнение (3) действительное для обратимого цикла Карно между двумя температурами  $T_1$  и  $T_2$ , можно обобщить и для рассматриваемого  $n$ -кратного кругового процесса, протекающего обратимо между тепловыми источниками и температурой  $T_1, T_2, \dots, T_n$  уравнением

$$\sum_{i=1}^n \frac{Q_i}{T_i} = 0. \quad (4)$$

В котором  $Q_i$  обозначает тепло, которым при температуре  $T_i$  обменивается система с  $i$ -м источником и которое может быть как положительным, так и отрицательным. Если уменьшить ширину циклов Карно на рис.1, таким образом, что она станет бесконечно малой, процесс по ломанной линии перейдет в сплошной круговой процесс по кривой  $k$ .

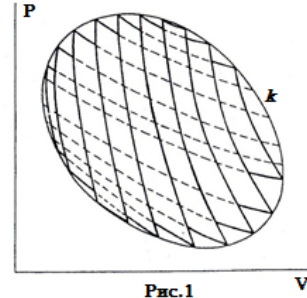


Рис.1

## 2. Основная часть

Для этого процесса, который протекает реверсивно между температурами, соединенными параметрами, сумма из уравнения (4) переходит в интеграл замкнутому контуру (криволинейный интеграл), также действительно:

$$\oint \frac{dQ}{T} = 0. \quad (5)$$

Символ  $dQ$  представляющий тепло (положительное и отрицательное) в любом элементарном цикле Карно, обмениваемое между системой и внешними телами, выражаем величинами состояния  $p, V, T$  и их дифференциалами.

Выберем в круговом процессе согласно рис.2 два состояния 1 и 2. Если этот процесс протекает реверсивно из состояния 1 по пути I в состояние 2 и по пути II обратно в состояние 1, то действительно

$$\oint \frac{dQ}{T} = I \int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T} + II \int_{(2)}^{(1)} \frac{dQ}{T} = 0.$$

Если у одного из интегралов обратим предел, получим

$$I \int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T} = II \int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T} = 0$$

и отсюда

$$I \int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T} = II \int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T}.$$

Это соотношение доказывает, что величина интеграла, представляющего сумму значений приведенного тепла, при обратном превращении из состояния 1 в состояние 2 зависит не от пути, по которому протекает процесс, а только от обоих состояний системы. В этой связи вводим при условии, что процесс протекает реверсивно, функцию состояния  $S$ ,

которая называется энтропией и которая в состоянии 1 имеет величину  $S_1$ , а в состоянии 2 величину  $S_2$ . Разницу энтропий

$$S_2 - S_1 = \int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T} \quad (6)$$

выражает сумма значений приведенного тепла при любом процессе, протекающем реверсивно между состояниями 1 и 2. При бесконечно малом обратимом процессе, изменение энтропии равно

$$dS = \frac{dQ}{T}. \quad (7)$$

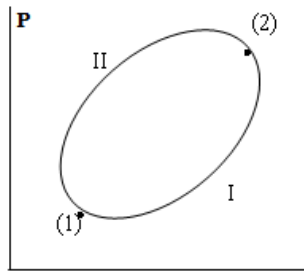


Рис.2

Поскольку энтропия зависит только от мгновенного состояния системы и не зависит от способа, каким система переходит из одного состояния в другое, изменение энтропии  $dS$  является полным дифференциалом функции состояния  $S$ . В этом значительное сходство между энтропией и внутренней энергией. Значение энтропии для второго основного начала то же, что и значение внутренней энергии для первого основного начала. Уравнение (5), которое соответствует уравнению (7), можно записать в виде

$$\oint dS = 0, \quad (8)$$

который, с точки зрения обратимого процесса, выражает математическую формулировку второго основного начала термодинамики. Абсолютная величина в энтропии не имеет, точно так же, как и у внутренней энергии, особого физического значения. Энтропию

$$s = \int \frac{dQ}{T} + S_0, \quad (9)$$

можно определить вплоть до любой аддитивной константы  $S_0$ , представляющей нулевое состояние, с которым соотносим энтропию в основном состоянии.

Энтропия и внутренняя энергия имеют еще одно важное общее свойство, заключающееся в том, что обе эти функции состояния в системах, определенным способом изолированных, остаются константными. В то время как внутренняя энергия не изменяется, если система полностью изолирована (замкнута), энтропия остается константной при обратимых адиабатных процессах, т.е. у систем, термически изолированных ( $dQ = 0$ ). Поэтому обратимые адиабатные процессы, называются изэнтропическими. Эти свойства энтропии выгодно используются для графического представления обратных циклических процессов в так называемых тепловых диаграммах, под которыми подразумеваются диаграммы  $(S, T)$ . В этих диаграммах адиабаты и изотермы – прямые, параллельные осям координат. Так например, усиление работы в обратном циклическом процессе Карно, равно разнице значений теплоты  $Q_1 - Q_2$ , в диаграмме  $(S, T)$  выражено площадью прямоугольника (рис.3).



Рис.3

По рисунку видно, что изотермические процессы даны ростом и спадом энтропии при постоянных температурах, адиабатные процессы – спадом и ростом температуры при постоянных величинах энтропии.

До сих пор мы в данном разделе предполагали, что изменения состояний реализуются обратимые процессы. Если круговой процесс Карно протекает необратимо, то, учитывая его меньший коэффициент полезного действия, в сравнении с круговым обратимым процессом Карно, действует

$$\left(\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}\right)_{\text{необр}} = \eta < \eta = \left(\frac{Q_1 - Q_2}{Q_1}\right)_{\text{обр}} = \frac{T_1 - T_2}{T_1}.$$

Если исходить из первого и последнего члена этого соотношения и взять также, как и в случае обратного кругового процесса, тепло  $Q_c$  обратным (см. Переход от уравнения (2) к (3)), получим для неоратимого кругового процесса

$$\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} < 0. \quad (10)$$

Это соотношение выражает так называемое неравенство Клаузи, по которому сумма значений приведенного тепла при необратимом процессе отрицательна. Если обобщить это неравенством для обычного необратимого кругового процесса вместе с изменяющейся температурой тем же способом, как мы это сделали в круговом обратимом процессе, получим

$$\oint \frac{dQ}{T} < 0. \quad (11)$$

Если этот интеграл разбить на два, один из которых будет отвечать необратимому процессу от состояния 1 до состояния 2, а второй – обратимому процессу от состояния 2 до состояния 1 (рис.4), то получим

$$\int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T}, \quad \int_{(2)}^{(1)} \frac{dQ}{T} < 0$$

и после замены предела у второго интеграла и простого преобразования

$$\int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T} < \int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T}.$$

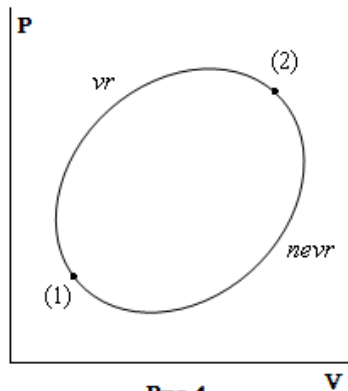


Рис.4

Поскольку интеграл после обратного пути, согласно уравнению

(6) равен разнице энтропий  $S_2 - S_1$ , то при необратимых процессах действительно неравенство

$$S_2 - S_1 > \int_{(1)}^{(2)} \frac{dQ}{T}. \quad (12)$$

В термоизолированных системах, в которых затруднен обмен тепла со средой ( $dQ=0$ ), неравенство (12) переходит в неравенство

$$S_2 - S_1 > 0 \text{ или } S_2 > S_1, \quad (13)$$

Выражающее так называемый принцип роста энтропий. Этот принцип формулируем следующим образом: <<Если в термоизолированной системе протекает какой – либонеобратимый процесс, энтропия системы растет. Если процесс в такой системе точно обратим, энтропия остается константной. Процесс, при котором энтропия изолированной системы падает, невозможен >>.

Как уже говорилось в статье фактически нам есть что делать, в основном с необратимыми процессами. Необратимые процессы сами по себе протекают только в одном направлении, тогда как в обратном направлении без вмешательства извне они протекать не могут. Падающее тело в воздухе превращает свою кинетическую энергию в тепло и, с точки зрения принципа роста энтропий, представляет существенно возможный процесс. Процесс в обратном направлении, заключающийся в охлаждении, а тем самым и в движении тела вверх, также невозможен без приложения энергии извне. Значит, можно из принципа роста энтропии определить, в каком направлении может протекать данный необратимый процесс.

### 3. Заключение

Принцип роста энтропии поясним по нескольким примерам, чьи решения ведут к заключению, что необратимые процессы в термоизолированной системе всегда связаны с ростом энтропий системы.

1. Газ (идеальный) при опыте Гей-Люссака занимает после открытия крана двухкратный объем и при этом не отмечается изменения его температуры. Этот процесс необратимый,  $A = p\Delta r^2$  поскольку без внешнего вмешательства не может пойти в обратном направлении. Если мы хотим вычислить изменение энтропии между начальным и конечным состояниями, мы должны, в соответствии с вышесказанным рассмотреть как процесс опыта Гей – Люссака протекает в обратном направлении. Обратимость этого процесса представляется следующим образом: газ должен по бесконечно малым дозам переходить из одного сосуда в другой и совершать по частям работу  $p dv$ , которая, в отличие от необратимого процесса, протекающего на самом деле, отлична от нуля. Учитывая, что для элементарного изменения энтропии одного моля идеального газа действительно

$$dS = \frac{dQ}{T} = \frac{C_v dT + p dV}{T}$$

И поскольку рассматриваемый процесс изотермический ( $dT = 0$ ), то после определения давления  $p$  из уравнения состояния получаем  $dS = p \frac{dv}{V}$ , а для изменения энтропии всего процесса

$$S_2 - S_1 = R \int_{V_1}^{2V_1} \frac{dv}{V} = R \ln 2.$$

Выражение  $R \ln 2 > 0$ , а значит и  $S_2 > S_1$ , что означает, что рассматриваемый процесс связан с ростом энтропии.

2. Вычислим изменение энтропии, которое произойдет, если смешать равные массы воды с различными температурами  $T_1$  и  $T_2$ . Также, как и в предыдущем случае, речь идет о необратимом процессе, протекающем в термоизолированной системе. Это означает, что при смешении воды температура системы, как целого, не изменяется. Но элементы тепла  $dQ$ , выражающие передачу тепла из более теплой воды в холодную, отличаются от нуля и, учитывая то, что объем воды с подогревом изменяется лишь незначительно, для них действительно  $dQ = mc dT$ . Принцип роста энтропии, можно сформулировать также так, что необратимые процессы, происходящие естественным путем, переходят от состояний менее вероятных к состояниям более вероятным. Значит, при естественных необратимых процессах вероятность конечных состояний больше вероятности состояний, из которых система вышла. Поскольку максимально возможных величин энтропия изолированной системы достигает тогда, когда речь идет о состоянии термодинамического равновесия, из этого следует, что этому состоянию соответствует наивысшая вероятность. Поэтому мы приходим к утверждению, что должна существовать взаимная зависимость между вероятностью состояния данной системы и ее энтропией.

Какого вида эта зависимость, можно судить по конкретному случаю необратимого процесса, протекающего при изотермическом увеличении объема идеального газа в опыте Гей-Люссака. Опыт был построен таким образом, что в начальном состоянии газ содержался в одном сосуде и, значит, имел объем  $V$ . Кран, соединяющий оба сосуда, открыли и газ перешел в другой сосуд, заняв там объем  $2V$ . Соотношение объема газа в начальном состоянии и объема в конечном состоянии было равно  $1/2$ . Если рассмотреть любую молекулу газа, занимающего объем  $2V$ , то вероятность, что эта молекула воды будет в начальном объеме  $V$ , равна  $1/2$ . Если речь пойдет о двух молекулах, то вероятность того, что обе будут в начальном объеме  $V$ , представлена произведением  $(1/2)(1/2)$  или  $(1/2)^2$ .



Вероятность  $P_1$ , что в начальном объеме  $V$  будут все молекулы, содержащиеся в одном моле газа, участвующего в опыте, будет в соответствии с этим  $P_1 = \left(\frac{1}{2}\right)^N$ .

$C$  – удельная теплоемкость воды. Для общей энтропии воды до смешения действительно

$$S_1 = \int_{T_0}^{T_1} \frac{dQ}{T} + \int_{T_0}^{T_2} \frac{dQ}{T} = m c \int_{T_0}^{T_1} \frac{dT}{T} + m c \int_{T_0}^{T_2} \frac{dT}{T} = m c \left( \ln \frac{T_1}{T_0} + \ln \frac{T_2}{T_0} \right)$$

где  $T_0$  – температура, с которой соотносим энтропию в основном состоянии. После смешения вода будет иметь температуру  $T = (T_1 + T_2)/2$  и ее энтропия будет представлена соотношением

$$S_2 = \int_{T_0}^T \frac{dQ}{T} = 2m c \int_{T_0}^T \frac{dT}{T} = 2m c \ln \frac{T}{T_0}$$

Для общего изменения энтропии, получаем

$$S_2 - S_1 = m c \left( 2 \ln \frac{T}{T_0} - \ln \frac{T_1}{T_0} - \ln \frac{T_2}{T_0} \right) = m c \ln \frac{T^2}{T_1 T_2} = m c \ln \frac{(T_1 + T_2)^2}{4 T_1 T_2}$$

Поскольку выражение  $\frac{(T_1 + T_2)^2}{4 T_1 T_2}$  больше единицы, логорифм этого выражения положительный, откуда следует, что  $S_2 > S_1$  и что значит, энтропия воды с ее смешением растет.

#### Литература:

1. Фриш С.Э., Тиморева А.В. (1949). Курс общей физики. IT. М. Гостехиздат
2. Штрауф Е.А. (1963). Курс физики. Т. I. Л. Судпромгиз
3. Астахов А.В. (1977). Механика (Кинетическая теория материи). М., Гл.Редакция физико – математической литературы
4. Китайгородский А.И. (1959). Введение в физику. М., Физматгиз
5. Савельев И.В. (1962). Курс общей физики. 1 ч. М. Физматгиз
6. Фейнман Р., Лейток Р., Сэндс М. (1965). Фейнмановские лекции по физике (теплота). М. “Мир”
7. Чачхиани З.Б. (2009). Основы молекулярной физики. Грузинский технический университет. Тбилиси.

### THE PRINCIPLE OF INCREASE OF ENTROPY

Bibiluri Malkhaz, Bochorishvili Mikheil, Bochorishvili Nana  
Georgian Technical University

#### Summary

The concept of Entropy Determination in Thermodynamics was introduced by the German physicist R. Clausius, who showed that heat transformation process into the work is a subject of certain physical regulations – second onset of thermodynamics, that can be rigorously formulated mathematically, in case the special function of state- entropy  $\frac{dQ}{T} = 0$  is entered. In the article entropy increase principle is introduced by two examples, which solutions lead to the conclusion, that irreversible processes in thermally insulated system are always associated with an increase of entropy of the system.

#### ენტროპიის ზრდის პრინციპი

მაღზაზ ბიბილური, მიხეილი ბოჭორიშვილი, ნანა მამისაშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

#### რეზიუმე

ენტროპიის განსაზღვრა თერმოდინამიკაში შემოიღო გერმანელმა ფიზიკოსმა რ. კლაუზიუსმა, რომელმაც აჩვენა, რომ სითბოს მუშაობაში გარდაქმნის პროცესი ექვემდებარება განსაზღვრულ ფიზიკურ კანონზომიერებას – თერმოდინამიკის მეორე საწყისს, რომელიც შეიძლება დავახარისხოთ მათემატიკური სიზუსტით, თუ შემოვიღებთ მდგომარეობის განსაკუთრებულ ფუნქციას – ენტროპიას  $\frac{dQ}{T} = 0$ . სტატიაში მოცემულია ენტროპიის ზრდის პრინციპი მაგალითების საშუალებით. მათი ამოხსნის მაგალითზე ჩვენ შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ შუუქცევადი პროცესები თერმოიზოლირებულ სისტემაში ყოველთვის დაკავშირებულია ენტროპიული სისტემის ზრდასთან.

**ინფრაწითელი სპექტრული მეთოდით ტენიანობის განსაზღვრის მოდელის შესახებ**

ციური ნოზაძე, რომან სამხარაძე, ლია გაჩეილაძე,  
თამარ როსნაძე  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

**რეზიუმე**

განხილულია მასალებში კომპონენტების განსაზღვრის ინფრაწითელი სპექტრული მეთოდი, რომელიც ეფუძნება განსასაზღვრი კომპონენტის მიერ ინფრაწითელი გამოსხივების შთანთქმის ან არეკვლის უნარს. ამასთან, სხვადასხვა კომპონენტისათვის არსებობს სხვადასხვა მგრძობელობის დიაპაზონი, სადაც უკეთესად გამოვლინდება კომპონენტის არსებობა. მგრძობელობის დიაპაზონისა და კომპონენტის რაოდენობრივი შემცველობის მათემატიკური მოდელის დასადგენად ჩამოყალიბებულია ექსპერიმენტული კვლევის ეტაპები. დამუშავებულია ექსპერიმენტული კვლევების ზოგადი პროცედურული მოდელი.

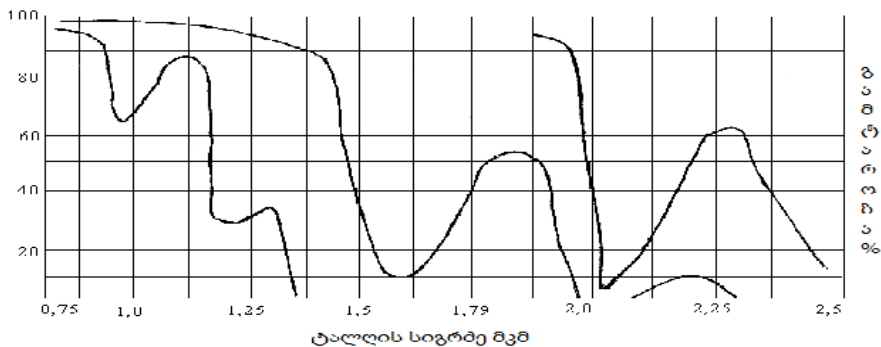
**საკვანძო სიტყვები:** ინფრაწითელი სპექტრული მეთოდი. მათემატიკური მოდელი. ოპტიკურ მაჩვენებელი. ექსპერიმენტული პროცედურა.

**1. შესავალი**

ინფრაწითელი სპექტრული მეთოდი ერთ-ერთი ყველაზე ფართოდ გავრცელებული მეთოდია პრაქტიკაში სხვადასხვა სტრუქტურის მასალებსა თუ ნივთიერებებში არსებული სხვადასხვა კომპონენტების (ფიზიკურ-მექანიკური, ქიმიური) რაოდენობრივი და ხარისხობრივი მაჩვენებლების ანალიზისათვის. სპექტრული მეთოდის უპირატესობა ანალიზის ფიზიკურ და ქიმიურ მეთოდებთან შედარებით მდგომარეობს კომპონენტების სწრაფი, ზუსტი და უკონტაქტო გაზომვის შესაძლებლობაში.

**2. ძირითადი ნაწილი**

მასალების სპექტრული თვისებებიდან გამომდინარე სპექტრული მეთოდით კომპონენტების გაზომვის თავისებურება ინფრაწითელი გამოსხივების გარკვეულ დიაპაზონში ამა თუ იმ კომპონენტის მიერ გამოსხივების შთანთქმის ან არეკვლის უნარში მდგომარეობს. კონკრეტულ მასალაში კონკრეტული კომპონენტისათვის არსებობს მგრძობელობის ზოლი - გარკვეული ტალღის სიგრძე ( $\lambda$ ), სადაც უკეთესად იკვეთება კომპონენტის მიერ ინფრაწითელი გამოსხივების შთანთქმის ან არეკვლის უნარი - მაგალითად, წყლისთვის  $\lambda = 1,95 \div 1,75$  მკმ-ა (ნახ. 1).



ნახ.1. წყლის შთანთქმის სპექტრი ახლო ინფრაწითელ ზოლში.

ასევე, მასალის სპექტრომეტრული თვისებებიდან გამომდინარეობს, რომ თითოეული კომპონენტისათვის არსებობს მგრძობელობის განკვეული ზოლი ( $\lambda_f - \lambda_h$ ), რომელშიც უკეთესად გამოჩნდება მოცემული კომპონენტის არსებობა. ამასთან, ასევე ცნობილია, რომ გასაზომი კომპონენტის რაოდენობრივი მაჩვენებელი გარკვეულ ფუნქციონალურ დამოკიდებულებაშია ოპტიკურ მაჩვენებელთან, კერძოდ:

$$P=f(G)$$

სადაც, P - კომპონენტია; G – ოპტიკური მაჩვენებელია ( $G= R_{\lambda a}/ R_{\lambda p}$ , სადაც R –გამტარობის ან შთანთქმის რაოდენობა); F – ფუნქციონალური დამოკიდებულება.

სპექტრული მეთოდის ანალიზი აჩვენებს, რომ კონკრეტულ მასალაში კონკრეტული კომპონენტის განსაზღვრა მოიცავს რამდენიმე ეტაპს. პირველ ეტაპზე მოცემული კომპონენტისათვის განისაზღვრება მგრძობელობის ზოლის ( $\lambda_f-\lambda_h$ ) მასალის სხვადასხვა ნიმუშზე სხვადასხვა ტალღის სიგრძეზე ჩატარებული ექსპერიმენტების საშუალებით. ექსპერიმენტების შედეგების მიხედვით შეირჩევა მაქსიმალური მგრძობელობის ( $\lambda_a$  - ანალიზური) და მინიმალური მგრძობელობის - ნულთან მიახლოებული ( $\lambda_p$  - რეპერული) ტალღის სიგრძეები.

შემდეგ ეტაპზე მოცემულ მასალაში მოცემული კომპონენტისათვის განისაზღვრება ოპტიკური მაჩვენებელი G:

$$G= R_{\lambda a}/ R_{\lambda p}$$

სადაც R - კომპონენტის მიერ გამტარობის ან შთანთქმის რაოდენობაა.

ცნობილია, რომ გასაზომი კომპონენტი ოპტიკურ მაჩვენებელთან გარკვეულ ფუნქციონალურ (F) დამოკიდებულებაშია. ამ დამოკიდებულების განსაზღვრა ასევე ხორციელდება ექსპერიმენტული მეთოდით გარკვეული წესით მომზადებულ მასალის მრავალ ნიმუშზე.

მაგალითად, ექსპერიმენტებით დადგენილია, რომ ტენის კომპონენტისათვის მგრძობელობის ზოლი მდებარეობს 1,95 ÷ 1,75 მკ.მ-ს შორის, ხოლო დამოკიდებულება ოპტიკურ მაჩვენებელსა და ტენს შორის, ანუ ტენის განსაზღვრის მოდელი, ლოგარითმულია და ასეთი სახე აქვს:

$$W= a+k \ln | \Pi-b |$$

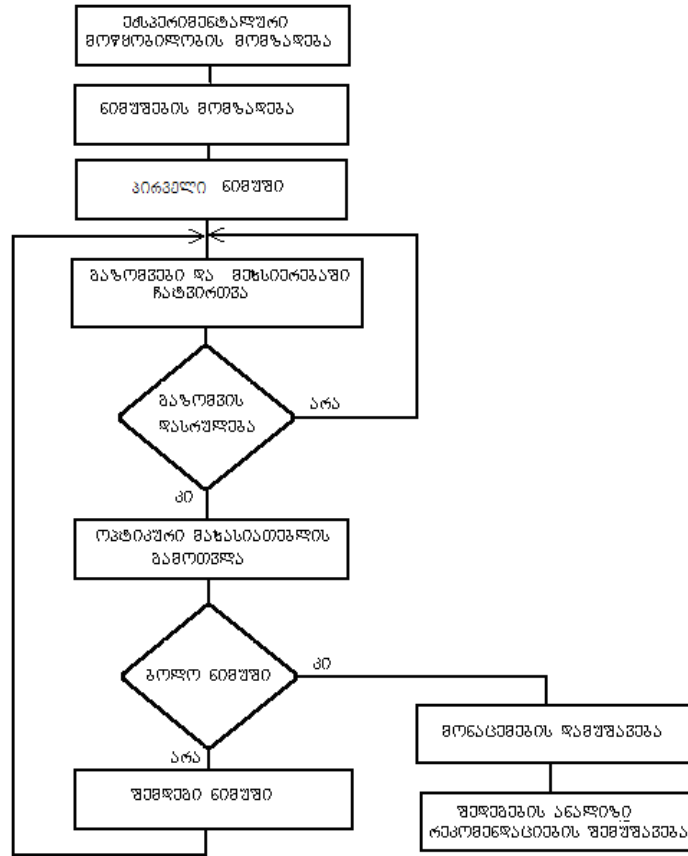
სადაც a, b, k კოეფიციენტები, რომლებსაც სხვადასხვა მასალისათვის სხვადასხვა მნიშვნელობები აქვს.

კონკრეტულ მასალაში ტენის განსაზღვრის მოდელისათვის a, b, k კოეფიციენტების მნიშვნელობებიც ექსპერიმენტებით განისაზღვრება.

სპექტრული მეთოდით სხვადასხვა მასალაში სხვადასხვა კომპონენტების განსაზღვრის ანალიზიდან იკვეთება ექსპერიმენტული პროცედურების შემდეგი თანმიმდევრობა:

- მოცემულ მასალაში საანალიზო კომპონენტის მგრძობელობის ზოლის განსაზღვრის პროცედურა;
- მგრძობელობის ზოლში ოპტიკური მაჩვენებლის განსაზღვრის პროცედურა;
- გასაზომი კომპონენტსა და ოპტიკურ მაჩვენებელს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულების (მათემატიკური მოდელის) განსაზღვრის პროცედურა;
- მიღებული მოდელის კონკრეტულ პირობებში გამოცდის პროცედურა.

უნდა აღინიშნოს, რომ თითოეული ექსპერიმენტული პროცედურა მოიცავს თითქმის ერთი და იგივე სამუშაოებს, რომელიც ასე შეიძლება წარმოვადგინოთ (ნახ.2) .



ნახ.2. ექსპერტული კვლევის პროცედურული მოდელი.

### 3. დასკვნა

შეიძლება ითქვას, რომ თითოეულ პროცედურულ ეტაპზე საბუთის შესრულება მოითხოვს ექსპერტულ კვლევას, რომელიც ხანგრძლივი და შრომატევადი საქმიანობაა. ამასთან იკვეთება: ექსპერტისათვის ნიმუშების მომზადების ერთგვაროვნება; ექსპერტის შესრულების ერთგვაროვანი ტექნოლოგია, მონაცემების ერთნაირი ტიპი, მონაცემების დამუშავების ერთნაირი მეთოდი, რაც ექსპერტულ კვლევებში კომპიუტერული ტექნოლოგიების საშუალებებისა და მეთოდების გამოყენების საშუალებას იძლევა.

#### ლიტერატურა:

1. სამხარაძე რ., ნოზაძე ც., როსნაძე თ. (2014). ექსპერტული სისტემის სტრუქტურა ინფრაწითელი ტენზომეტრობისათვის. გორის სახელმწიფო სასწავლო უნივერსიტეტი, საქართველო, მე-5 საერთაშ. კონფ., „ახალი ტრენდები განათლებაში: კვლევა და განვითარება“.
2. ნოზაძე ც. (2010). ექსპერტული კვლევების ავტომატიზირებული ტექნოლოგიები ინფრაწითელ ტენზომეტრობაში. მე-2 საერთაშ.სამეცნ.კონფ., „თანამედროვე აქტუალური სამეცნიერო საკითხები“, სუხიშვილების უნივერსიტეტი, გამომცემლობა „უნივერსალი“
3. Нозадзе Ц. (2008). Разработка унифицированных структур ПОК для реализации автоматизированных технологий в научных исследованиях. Диссертация на соискание академической степени доктора наук. Тбилиси, 0175, Грузия, г.

**ABOUT THE MODEL OF DETERMINING MOISTURE USING INFRARED  
SPECTROSCOPIC METHOD**

Nozadze Tsiuri, Samkharadze Roman, Lia Gachechiladze,

Rosnadze Tamar

Georgian Technical University

**Summary**

Paper proposes spectral method for determination of components in materials, which is based on the method of absorption or reflection component of infrared radiation. However, different components have different ranges of sensitivities, in which appears existence of a component. To build a mathematical model of the range of sensitivity and the quantity of the component defined stages of experimental researches. Is developed a general procedural model of experimental researches.

**О МОДЕЛИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВЛАЖНОСТИ МЕТОДОМ ИНФРАКРАСНОЙ  
СПЕКТРОСКОПИИ**

Нозадзе Ц., Самхарадзе Р., Гачечиладзе Л.,

Роснадзе Т.

Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Рассмотрен инфракрасный спектральный метод определения компонентов в материалах, который основан на способ поглощения или отражения компонентом инфракрасного излучения. При этом, для разных компонентов существуют разные диапазоны чувствительностей, где наилучшим способом проявляется наличие компонента. Для построения математической модели диапазона чувствительности и количественного содержания компонента определены этапы экспериментальных исследований. Разработана общая процедурная модель экспериментальных исследований.

## ბიზნეს-პროცესების ანალიზის მეთოდები

მელა თევდორაძე, ანასტასია ბაჯიაშვილი, თონა ჭილაძე,  
გრიგორი იოსელიანი, ნინო ლოლაშვილი  
საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

### რეზიუმე

ბუნებრივი და საზოგადოებრივი მოვლენების შესწავლა ანალიზის გარეშე შეუძლებელია. ანალიზში მოისაზრება მოვლენების და პროცესების დაშლა შემადგენელ ნაწილებად (ელემენტებად) მათი შინაგანი არსის შესწავლის მიზნით. ბიზნესის ეფექტური მართვისათვის აუცილებელია მოცემული ბიზნესსაქმიანობის სისტემური დიაგნოსტიკა, ანუ ბიზნეს ანალიზი. ბიზნესანალიზის ერთერთი მიმართულებაა ბიზნეს-პროცესების ანალიზი. სტატიაში განხილულია ბიზნესანალიზის განმარტებები, ბიზნესპროცესების ანალიზის მეთოდები: რაოდენობრივი და რიცხობრივი. დახასიათებულია თითოეულ ჯგუფში შემავალი ძირითადი მეთოდები.

**საკვანძო სიტყვები:** ბიზნესანალიზი. ბიზნესპროცესი. ანალიზის მეთოდები.

### 1. შესავალი

ბიზნესანალიზი დროთა განმავლობაში კვიდრდებოდა, როგორც კვლევის დისციპლინა, რომელიც იკვლევს ბიზნესში არსებულ პრობლემებს და გვაძლევს საშუალებას მივიღოთ გადაწყვეტილებები ამ პრობლემების გადასაჭრელად. მისი მიზანია ბიზნესპროცესების სრულყოფა, ორგანიზაციული ცვლილებები, სტრატეგიული დაგეგმვა და ორგანიზაციის პოლიტიკის შემუშავება [1]. ბიზნესანალიზი წარმოადგენს ტექნოლოგიებისა და პროგრამული უზრუნველყოფის ერთობლიობას, რომელიც საშუალებას იძლევა შევქმნათ ერთიანი საინფორმაციო გარემო გადაწყვეტილების პროცესის მხარდასაჭერად.

არსებობს ბიზნესანალიზის სხვადასხვა განმარტება. შესაძლებელია გამოვყოთ 3 სახის განმარტება. პირველი განმარტების თანახმად ბიზნესანალიზი ეკონომიკური საქმიანობის სფეროა და შეგვიძლია მოვიყვანოთ შემდეგი ფორმულირება:

ბიზნესანალიზი არის ამოცანების, ცოდნის, ტექნიკისა და მეთოდების ნაკრები, რომელიც საჭიროა ბიზნესის მოთხოვნებისა და მათი დაკმაყოფილების გზების განსაზღვრისათვის. მეორე განმარტების თანახმად - ეს არის IT ბიზნესანალიზი.

მესამე განმარტების თანახმად განიხილავენ Business Intelligence (BI-სისტემები)- ბიზნეს-ანალიზის ანალიტიკურ სისტემებს. სხვა სიტყვებით BI ნიშნავს იმ ინფორმაციული ტექნოლოგიებისა და სისტემების ნაკრებს, რომელიც ასრულებს ბიზნესანალიზის ამოცანებს.

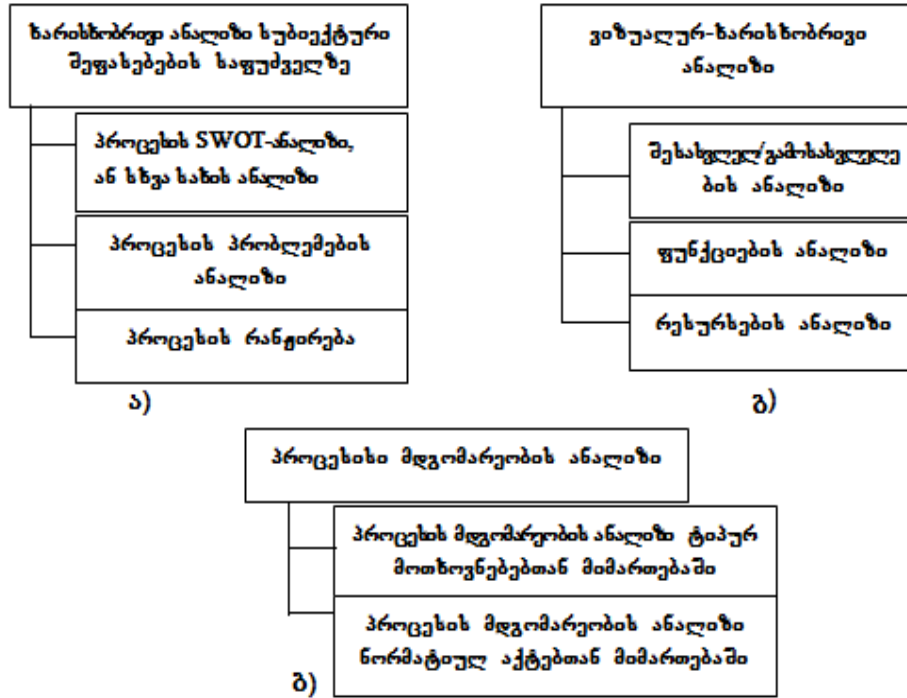
აუცილებლად უნდა ითქვას, რომ ბიზნესანალიზის ერთ-ერთი მსხვილი მიმართულებაა ბიზნესპროცესების ანალიზი. ამ ტიპის ანალიზში გამოიყენება მრავალი მეთოდი და მიდგომა.

### 2. ძირითადი ნაწილი

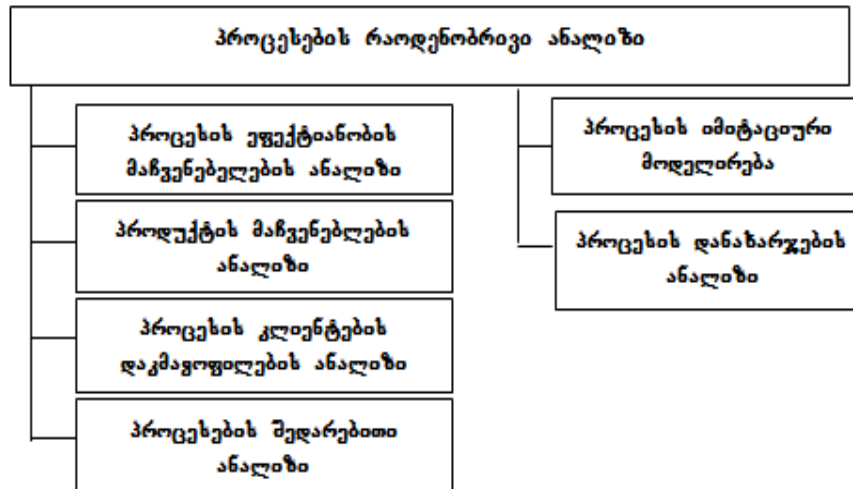
თუ შევისწავლით იმ მეთოდებს, რომლებიც გამოიყენება ბიზნესპროცესების ანალიზში, აქ შევძლებთ გამოვყოთ ანალიზის შემდეგი ჯგუფები: ხარისხობრივი და რაოდენობრივი მეთოდები.

ხარისხობრივი მეთოდები მოიცავს სამ სახეობას: პროცესის ხარისხობრივი ანალიზი სუბიექტური შეფასებების საფუძველზე, პროცესის გრაფიკული სქემების ვიზუალურ-ხარისხობრივი ანალიზი და პროცესის მდგომარეობის ანალიზი მოთხოვნებთან მიმართებაში (თითოეული მათგანის ხერხები მოყვანილია 1-ა, ბ და გ ნახაზებზე).

რაოდენობრივი ანალიზის მეთოდებისთვის განიხილავენ მაჩვენებლების გაზომვასა და ანალიზს (ნახ.2.)



ნახ.1. ბიზნეს-პროცესების ხარისხობრივი ანალიზის მეთოდები



ნახ.2. პროცესების რაოდენობრივი ანალიზის მეთოდები

დავახასიათოთ ანალიზის აღნიშნული მეთოდები. თავდაპირველად განვიხილოთ ხარისხობრივი ანალიზი სუბიექტური შეფასებების საფუძველზე.

**პროცესის SWOT-ანალიზი:** გვთავაზობს გამოვლენილ იქნას მისი ძლიერი და სუსტი მხარეები, რათა შესაძლებელი იყოს პროცესის გაუმჯობესება ან მოსალოდნელი გაუარესებების თავიდან აცილება. 1-ელ ცხრილში მოყვანილია SWOT-ანალიზის ძირითადი კომპონენტები.

პროცესის SWOT –ანალიზი

ცხრ.1

ძლიერი მხარეები	სუსტი მხარეები
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. არსებობს ხელმძღვანელი — ლიდერი</li> <li>2. პროცესის პროდუქციის მაღალი ხარისხი</li> <li>3. კვალიფიციური კადრების არსებობა</li> <li>4. ავტომატიზაციის მაღალი დონე</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. კლიენტები არიან უკმაყოფილო პროდუქციის მიწოდების ვადით</li> <li>2. ფუნქციების ნაწილობრივი გაორება</li> <li>3. არ არსებობს სისტემა, რომელიც შეაფასებს პროცესის ეფექტურობის მაჩვენებლებს</li> <li>4. ზოგიერთი შემსრულებლისთვის არ არსებობს თანამდებობრივი ინსტრუქცია.</li> </ol>
შესაძლებლობები	საფრთხეები
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. ეფექტიანობის გაზრდა CRM (Custom Relation Management) სისტემის დანერგვის საფუძველზე</li> <li>2. ზედნადები ხარჯების შემცირება</li> <li>3. შემდგომი ავტომატიზაციის საფუძველზე შეკვეთების შესრულების დროის შემცირება</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. მიწოდების ხანგრძლივი ვადის გამო კლიენტების დაკარგვა</li> <li>2. პროდუქციის ხარისხის ვარდნა</li> <li>3. პროცესის შემსრულებლებზე დამოკიდებულება</li> </ol>

პროცესის SWOT-ანალიზი შეიძლება შესრულდეს შემდეგნაირად:

- ჩატარდეს ორგანიზაციის ხელმძღვანელების და სპეციალისტების ანკეტირება;
- ანკეტირების შედეგების დამუშავების საფუძველზე ჩატარდეს შესაბამისი პასუხების დაჯგუფება და რეიტინგის გამოთვლა;
- პროცესის SWOT-ანალიზის ცხრილის აგება.

**პროცესის პრობლემების ანალიზი:** პრობლემური მხარეების გამოყოფა — უმარტივესი გზაა პროცესის ხარისხიანად გაანალიზებისთვის. ამ ანალიზის მთავარი დანიშნულებაა, განისაზღვროს შემდგომ საჭირო, მეტად ღრმა ანალიზის მიმართულებები. პრობლემური უბნების გამოსაყოფად საჭიროა დაფორმირდეს პროცესის მსხვილი სქემა, რომელზეც დატანილი იქნება, ძირითადი შესრულებადი ფუნქციები და მათი შემსრულებლები. ამის შემდეგ სქემაზე საჭიროა მონიშნოს პრობლემური ადგილები და მიეთითოს მათი მოკლე დახასიათება.

პროცესების რანჟირება სუბიექტური ანალიზის საფუძველზე. პროცესების რანჟირება ხდება პროექტის მოსამზადებელ ეტაპზე, როდესაც აუცილებელია ყველა მსხვილი პროცესის დახასიათება, რომელიც არსებობს ორგანიზაციაში, რათა მიღებულ იქნეს გადაწყვეტილება, თუ რომელი მათგანი დაექვემდებაროს გაუმჯობესებას პირველ რიგში.

არსებობს პროცესების რანჟირების რამდენიმე მიდგომა. განვიხილოთ ყველაზე მარტივი. ამისათვის საჭიროა ორგანიზაციაში არსებული ყველა ძირითადი პროცესის ჩამოწერა. ამის მერე ხდება შემდეგი ტიპის ცხრილის ფორმირება (მაგალითად, ცხრილი 2). მისი ანალიზის შედეგად ვხედავთ, რომ პროცესი 2 ძალიან მნიშვნელოვანია ორგანიზაციის საქმიანობისთვის, მაგრამ – ნაკლებად ეფექტიანი. ამ შემთხვევაში საჭიროა ძალები მიმართული იყოს პირველ რიგში მე-2 პროცესის რეორგანიზაციაზე. შემდეგ ეტაპზე დავასაიათოთ პროცესის მდგომარეობის ანალიზი.

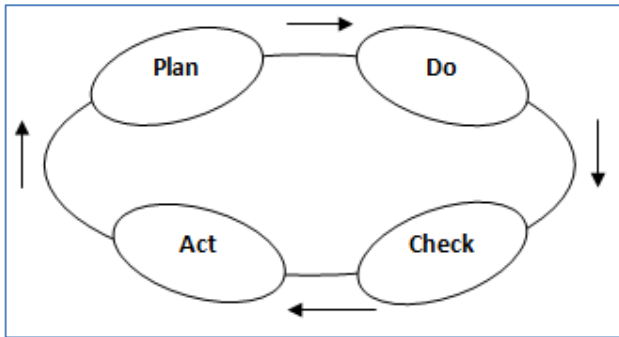
პროცესის ანალიზი ტიპურ მოთხოვნებთან მიმართებაში. ნებისმიერი პროცესი ორგანიზაციაში შეიძლება განხილულ იქნას იმ თვალსაზრისით, თუ რამდენად აკმაყოფილებს იგი მის წინაშე არსებულ ზოგიერთ მოთხოვნას, ქვემოთ მოყვანილი მოთხოვნების სტრუქტურა პროცესის მიმართ, შემუშავებულია იმ მოთხოვნების გათვალისწინებით, რომელიც შესულია ISO 9001 სტანდარტში.



პროცესების რანჟირება

ცხრ.2

პროცესის მნიშვნელობა / მდგომარეობა	ძალადი ეფექტიანობა	საშუალო ეფექტიანობა	დაბალი ეფექტიანობა
ძალიან მნიშვნელოვანი პროცესი	პროცესი 1	—	პროცესი 2
მნიშვნელოვანი პროცესი	პროცესი 6	პროცესი 3	—
მეორეხარისხოვანი პროცესი	პროცესი 5	პროცესი 7	პროცესი 4



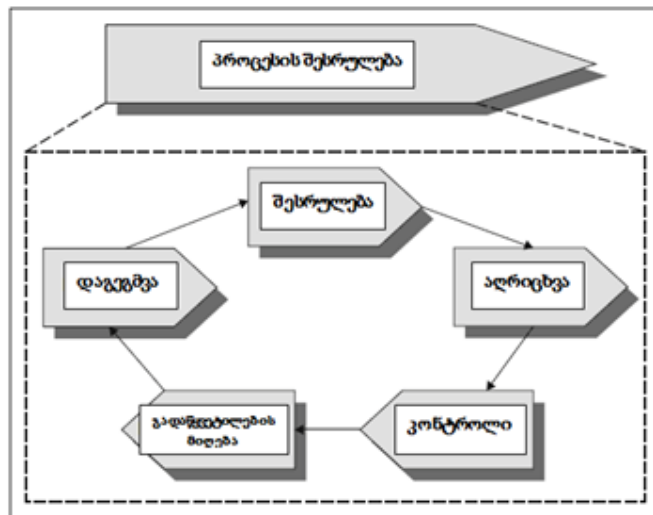
ISO სტანდარტები (სერია 9000) რეკომენდაციას იძლევა გამოყენებულ იქნას ციკლი PDCA (Plan-Do-Check-Act) [2]. იგი საჭიროა პროცესის მუდმივი განვითარების სისტემის შესაქმნელად (ნახ.3).

ნახ.3. PDCA ციკლი

გარდა ამ მოთხოვნისა, რომელსაც, წესით, უნდა აკმაყოფილებდეს ნებისმიერი პროცესი, იგი უნდა შეიცავდეს გადახრების მართვის სქემასაც პირინციპით: „პროცესის დაგეგმვა–აღრიცხვა–კონტროლი–გადაწყვეტილების მიღება“. (ნახ.4). საბოლოოდ, შეგვიძლია ჩამოვაყალიბოთ მოთხოვნა, რომელსაც უნდა აკმაყოფილებდეს ტიპური პროცესი: პროცესის ყველა შემადგენლების რეგლამენტირება [3]; პროცესის მუდმივი გაუმჯობესების ციკლის გამოყენება PDCA.

ახლა დავახსნათოთ ვიზუალურ-ხარისხობრივი ანალიზი. პროცესის სქემა პირველ ეტაპზე შეიძლება დაუკუქმდებაროთ შესასვლელ/გამოსასვლელი კომპონენტების ანალიზს. აღნიშნული ანალიზი შედგება 2 ნაწილისგან: შესასვლელ/გასასვლელის საჭიროების ანალიზი; გამოყენებული გამოსასვლელის ანალიზი.

შესასვლელის საჭიროების ანალიზი ხდება შემდეგნაირად: თანმიმდევრობით განიხილება პროცესის ყველა ფუნქცია, მოწმდება არსებობს თუ არა საჭირო დოკუმენტები და ინფორმაცია მისი სათითაოდ განსახორციელებლად. თუ აღნიშნული ინფორმაცია არ არის არცერთ დოკუმენტში, ეს ნიშნავს, რომ ფუნქციის შესასრულებლად აუცილებელი დოკუმენტები არ არსებობს. შესაბამისად, როცა ნათელი ხდება, რომელიმე შემოსასვლელი დოკუმენტის დანაკლისი, მაშინ საჭიროა განისაზღვროს ფუნქცია, რომლისთვისაც აღნიშნული დოკუმენტი არის გამოსასვლელი. აღნიშნულის მოძიება, გრაფიკული სქემით, რა თქმა



ნახ.4. გადახრების მართვის ციკლი

უნდა, წარმოუდგენელია, უფრო მარტივია გამოიკითხონ შესაბამის შემსრულებლები და ინფორმაციის მოძწოდებლები. შემდეგ უნდა დადგინდეს, რატომ არ ფორმდება მოცემული ინფორმაცია დოკუმენტურად და არ გადაეცემა მასში დაინტერესებულ პირს.

გამოუყენებელი გამოსასვლელების ანალიზი გულისხმობს იმ პორცესების გამოსასვლელების მოძიებას (ფუნქციების), რომლებიც არ მონაწილეობს სხვა პროცესებში (ფუნქციებში). პრაქტიკა გვიჩვენებს, რომ საწარმოებში იქმნება მრავალი არასაჭირო, ფორმალური დოკუმენტი. ისინი შეიძლება მივაკუთვნოთ გამოუყენებელ დოკუმენტთა რიცხვს და შეძლებისდაგვარად აღმოვფხვრათ.

იმისათვის, რომ აღმოვაჩინოთ მსგავსი დოკუმენტები, საჭიროა თანმიმდევრობით გავყვეთ დოკუმენტის მოძრაობის კვალს ორგანიზაციის მასშტაბით. საწყისად აიღება ის ფუნქცია, სადაც გამოსასვლელზე პირველად გაჩნდა აღნიშნული დოკუმენტი, შემდეგ ეტაპობრივად ხდება ფუნქციების გაანალიზება, რომლებსაც აღნიშნული დოკუმენტი გაივლის.

პროცესის ფუნქციის გრაფიკული ანალიზი, საშუალებას გვაძლევს გამოვაგლინოთ: აუცილებელი ფუნქციების არარსებობა; ზედმეტი ფუნქციების არსებობა; ფუნქციების დუბლირება.

აუცილებელი ფუნქციების არარსებობის ანალიზი ტარდება ექსპერტის ცოდნის საფუძველზე, რომელმაც იცის, თუ როგორ უნდა იყოს პროცესი ეფექტიანად ორგანიზებული.

ასევე აუცილებელია შემოწმებულ იქნას გრაფიკულ სქემაში ხომ არ არის მასში დატანილი ზედმეტი ფუნქციები. ამისათვის თანმიმდევრობით ანალიზირდება პროცესების ფუნქციები, ისმება კითხვა – რა მოხდება თუ აღნიშნულ ფუნქციას გამოვრიცხავთ პროცესიდან? შესაძლებელია გამოჩნდეს არასაჭირო ფუნქციები, რომელთა მოშორებაც არის საჭირო.

დასასრულს, უნდა შემოწმდეს ხომ არ ხდება სადმე ფუნქციების გაორება. პრაქტიკაში ამის განსახორციელებლად საჭიროა შედგეს „საეჭვო“ ფუნქციათა სია, ხოლო შემდგომ ინტერვიუების საფუძველზე გამოიცხრილოს მსგავსი ფუნქციები.

დავახასიათოთ პროცესების რაოდენობრივი ანალიზის მეთოდები [4,5]. აქ ძირითადი საფუძველია პროცესის მაჩვენებლების გაზომვა და ანალიზი. ბიზნესპროცესის მაჩვენებლები შეიძლება იყოს დაყოფილი ორ ძირითად ჯგუფად: ხარისხობრივი და როდენობრივი. ხარისხობრივ მაჩვენებლებში შესაძლებელია იყოს გამოყოფილი შემდეგი: ხელმძღვანელის, ექსპერტის და სხვა სახის სუბიექტური აზრი.

რაც შეეხება რაოდენობრივ მაჩვენებლებს, აქ უნდა გამოვყოთ აბსოლუტური და შეფარდებითი მაჩვენებლები [6]. აბსოლუტურში შეგვიძლია გამოვყოთ: პროცესის შესრულების დრო, ტექნიკური მაჩვენებლები, ღირებულებისა და ხარისხის მაჩვენებლები. შეფარდებითი მაჩვენებლები კი აბსოლუტური მაჩვენებლების სხვადასხვა შეფარდებებია.

### 3. დასკვნა

უნდა აღინიშნოს, რომ ბიზნეს-პროცესების ხარისხობრივი ანალიზი სუბიექტური შეფასებების საფუძველზე თავისი სუბიექტურობის გამო არ შეიძლება იყოს გამოყენებული მსხვილი მრავალწლიანი პროექტების დროს. ეს მეთოდები გამოიყენება სხვადასხვა ღონისძიებების დროს, რომელთა მიზანი მდგომარეობის სიტუაციის სწრაფ ანალიზში. მდგომარეობის ანალიზთან (ტიპიურ მოთხოვნებთან და ნორმატიულ აქტებთან) მიმართებაში შეიძლება ითქვას, რომ რეალურად მსოფლიოში არ არსებობს სპეციალიზირებული სტანდარტები, რომლებიც რეკლამენტირებას უკეთებდნენ მოთხოვნებს ბიზნეს-პროცესებისადმი (ISO/MEK 15504-2:2003). ამიტომ, ორგანიზაცია თვითონ იღებს გადაწყვეტილებას რის მიმართ გაუკეთებს ის ანალიზს ბიზნეს-პროცესებს. გრაფიკული სქემების ანალიზი მნიშვნელოვნად ეფუძნება ექსპერტის (შემსრულებლის) საღ აზროვნებას და მუშაობის გამოცდილებას.

პროცესის მაჩვენებლების გაზომვა და ანალიზი წარმოადგენს უმთავრეს საშუალებას, რომელიც იძლევა შესაძლებლობას მოიძებნოს პროცესის გაუმჯობესების გზები [6].

**ლიტერატურა:**

1. Андерсен Б. (2003). Бизнес-процессы. Инструменты совершенствования. Пер. с англ. С.В. Ариничева. М., РИА «Стандарты и качество», серия «Практический менеджмент»
2. სურგულაძე გ., ურუშაძე ბ. (2014). საინფორმაციო სისტემების მენეჯმენტის საერთაშორისო გამოცდილება (BSI, ITIL, COBIT). სტუ. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. თბილისი. [http://gtu.ge/book/gia\\_sueguladze/sainfo\\_sistemebi\\_BSI\\_ITIL\\_COBIT.pdf](http://gtu.ge/book/gia_sueguladze/sainfo_sistemebi_BSI_ITIL_COBIT.pdf)
3. Елиферов В.Г., Репин В.В. (2004). Бизнес-процессы: Регламентация и управление. М., ИНФРА-М
4. Кокинз Г. (2007). Управление результативностью: Как преодолеть разрыв между объявленной стратегией и реальными процессами. М., Альпина Бизнес Букс
5. Нортон Д.П., Каплан Р.С. (2004). Организация, ориентированная на стратегию. Как в новой бизнес-среде преуспевают организации, применяющие сбалансированную систему показателей. М., Олимп-Бизнес
6. Эккерсон У.У. (2007). Панели индикаторов как инструмент управления: ключевые показатели эффективности, мониторинг деятельности, оценка результатов. Пер. с англ. – М., Альпина Бизнес Букс.

**METHODS OF ANALYSIS OF BUSINESS-PROCESSES**

Medea Tevdoradze, Anastasia Bajiashvili, Teona Chigladze,  
Gregori Ioseliani, Nino Lolashvili  
Georgian Technical University

**Summary**

Studying of natural and social phenomena is impossible without analysis. Under analysis is considered decomposition of the phenomenon or process into the components (elements) in order to study their inner essence. For effective management of the business it is necessary to execute systematic analysis of business activities, or in another words business-analysis. One of the main directions of business analysis is the analysis of business-processes. In the given article are discussed the definition of business-analysis, methods of analysis of business-processes: quantitative and qualitative, and are characterized the methods of each group.

**МЕТОДЫ АНАЛИЗА БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ**

Тевдорадзе М., Баджиашвили А., Чигладзе Т.,  
Иоселиани Г., Лолашвили Н.  
Грузинский Технический Университет

**Резюме**

Изучение природных и общественных явлений невозможно без проведения анализа. Под анализом понимают разбиение явления или процесса на составляющие компоненты (элементы) с целью изучения их внутренней сути. Для эффективного управления бизнеса необходимо проводить систематический анализ бизнес-деятельности, или иначе бизнес-анализ. Одним из основных направлений бизнес-анализа представляет анализ бизнес-процессов. Рассмотрены определения бизнес-анализа, методы анализа бизнес-процессов, количественные и качественные, охарактеризованы входящие в каждую группу методы.

## იბეჭდება ავტორთა მიერ წარმოდგენილი სახით

კომპიუტერული უზრუნველყოფა: გ. სურგულაძე, ე. თურქია, გ. ნარეშელაშვილი,  
ს. ქრისტესიაშვილი, გ. დალაქიშვილი

გადაეცა წარმოებას 20.11.2014 წ. ქალაქის ზომა 60X84 1/8. პირობითი ნაბეჭდი  
თაბახი 9,25. სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 8.75. ტირაჟი 100 ეგზ. იბეჭდება  
ავტორთა ხარჯით.

სტუ-ს „IT-კონსალტინგის ცენტრი“, თბილისი,  
კოსტავას 77

---