



ქიმიურ ნივთიერებათა მახასიათებლების დიგიტალიზაციის (გაციფრულების) პრობლემისათვის

მამუკა მაცაბერიძე¹, ჯიმშერ ქერქაძე², ინგა ჯანელიძე³, გიგო ჯანდიერი⁴

¹საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, პროფესორი

Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3228-1447>

²საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი; გარემოსდაცვითი ინჟინერიისა და ეკოლოგიის დეპარტამენტი, აკადემიური დოქტორი, ასოცირებული პროფესორი, საქართველოს საინჟინრო აკადემიის წევრ-კორესპოდენტი. ელ.ფოსტა: j.kerkadze@gtu.ge

³საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ასისტენტ პროფესორი, ქიმიური ტექნოლოგიისა და მეტალურგიის ფაკულტეტი, ქიმიის აკადემიური დოქტორი,

E-mail: i.janelidze@gtu.ge; Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-9961-7638>

⁴შპს „მეტალურგიული ინჟინერია და კონსულტაციები“, დირექტორი; აკადემიური დოქტორი,

ელ-ფოსტა: gigo.jandieri@gmail.com; Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-2976-1201>

რეზიუმე

ქიმიურ ნივთიერებათა მახასიათებლები ან ფუნქციური ჯგუფები შესაძლებელია წარმოვადგინოთ სხვადასხვა სიგნალებით. ზოგადად სიგნალი ეწოდება იმ პროცესის პარამეტრს, რომელსაც ვიყენებთ საინფორმაციო გზავნილის ასახვის, რეგისტრაციისა და გადაცემისათვის. ცნობილია სიგნალის გადაცემის და დამუშავების უამრავი მაგალითი: ადამიანის გრძნობის ორგანოები (მხედველობითი, სმენითი, ყნოსვითი) სიგნალების მეშვეობით ტვინს გადასცემენ გარემოსთან საურთიერთობო სხვადასხვა ინფორმაციას და ტვინშივე წარმოებს აღნიშნული სიგნალების დამუშავება და ტვინისვე მხრიდან გადაწყვეტილების მიღება შესაბამის რეაგირებაში რომ გამოიხატება.

ქიმიური სუბსტანციის ფუნქციური ჯგუფის სიგნალის დამუშავების ამოცანაა სიგნალში არსებული ინფორმაციული მონაცემების იდენტიფიცირება და მათი გარდაქმნა გადაწყვეტილების მისაღებად იმგვარ მოხერხებულ ფორმაში, რაც ქიმიური ნაერთის ამოცნობის გადაწყვეტილებას ემსახურება.

სიგნალის ანალიზის ქვეშ იგულისხმება არა მარტო მისი მათემატიკური გარდაქმნა, არამედ ამ გარდაქმნის შედეგად შესაბამისი პროცესების და ობიექტების სპეციფიურ თავისებურებებზე დასკვნის გამოტანა. სიგნალის ანალიზის მიზანი შეიძლება იყოს: 1. სიგნალის რიცხვითი პარამეტრების განსაზღვრა; 2. სიგნალის დაშლა ელემენტარულ მდგენელებად სხვადასხვა სიგნალის თავისებურებათა შესადარებლად; 3. სიგნალებს შორის დამოკიდებულების რაოდენობრივი განსაზღვრა და შეფასება.

საკვანძო სიტყვები: მინამატას კონვენცია, ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილება, ციფრული სისტემა, სიგნალთა გაციფრულება, კომპიუტერული ტომოგრაფია (კტ), მაგნიტურრეზონანსული ტომოგრაფია (მრტ), ქიმიური სენსორი, „ელექტრონული ცხვირი“, „ელექტრონული ენა“.

შესავალი და პრობლემის აქტუალობა

ქიმიური ნივთიერებების გამოყენება, გლობალური მასშტაბით, ეკონომიკის განვითარების გადამწყვეტ პირობას წარმოადგენს. მიუხედავად აღნიშნულისა ქიმიურ სუბსტანციათა მნიშვნელოვანი ნაწილი საზოგადოებისა და გარემოსთვის სერიოზულ საფრთხეს წარმოადგენს.

ეკონომიკის მდგრადი განვითარებისთვის ქიმიური უსაფრთხოება და სამიში ქიმიური ნივთიერებების კვალიფიციური მართვა გადაუდებელ აუცილებლობას წარმოადგენს, რაც აღნიშნული პროცესების დიგიტალიზაციის აქტუალობას ადასტურებს.

ქიმიური უსაფრთხოების საკითხები საერთაშორისო რეგულაციებითაა მოწესრიგებული, ჯერ კიდევ მე-20 საუკუნის 80-იანი წლებიდან სახიფათო ქიმიური ნივთიერებების მართვის სხვადასხვა ასპექტების მოსაგვარებლად სხვადასხვა საერთაშორისო მექანიზმი ამუშავდა, რომელთაგან უმნიშვნელოვანესი იყო გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის 1992 წლის კონფერენციის „**გარემო და განვითარება**“ გადაწყვეტილებანი და რეგულაციები, ამ ღონისძიებათაგან უმნიშვნელოვანესია ქიმიური ნივთიერებების მართვის საერთაშორისო სამთავრობოთაშორისო კონფერენციის მიერ 2006 წელს დუბაიში მიღებული **სტრატეგიული მიდგომა ქიმიური ნივთიერებების საერთაშორისო მართვისადმი - Strategic Approach to Sound Management of Chemicals, SAICM³**, რომლის გადაწყვეტილებით 2020 წლისთვის გლობალური მასშტაბით ქიმიური ნივთიერებების წარმოებისა და გამოყენების უარყოფითი ზემოქმედება

³ Adopted by the First International Conference on Chemicals Management (ICCM1) on 6 February 2006 in Dubai, the **Strategic Approach to International Chemicals Management (SAICM)** is a policy framework to promote chemical safety around the world. SAICM was developed by a multi-stakeholder and multi-sectoral Preparatory Committee and supports the achievement of the 2020 goal agreed at the 2002 Johannesburg World Summit on Sustainable Development. SAICM overall objective is the achievement of the sound management of chemicals throughout their life cycle so that by the year 2020, chemicals are produced and used in ways that minimize significant adverse impacts on the environment and human health. <http://www.saicm.org/About/SAICMOverview/tabid/5522/language/en-US/Default.aspx>

გარემოსა და საზოგადოებრივ ჯანმრთელობაზე მინიმუმამდე უნდა იქნეს დაყვანილი, ასევე მკვეთრად უნდა შემცირდეს ამგვარი ნივთიერებების გარემოში მოხვედრის შესაძლებლობა.

საქართველოში, არესებული მონაცემებით, ქიმიურ ნივთიერებებთან დაკავშირებული მონაცემები მწირი და არასრულყოფილია⁴, განსაკუთრებით სამრეწველო ქიმიური ნივთიერებების ასპექტში. არ არსებობს იმპორტირებული, მოხმარებული და ექსპორტირებული ქიმიური ნივთიერებების ერთიანი მონაცემთა ბაზა ან რეესტრი. აღნიშნულიდან გამომდინარე, გამოწვლილვითი ინფორმაცია ან მტკიცებულებები საქართველოში წარმოებული ან მოხმარებული ქიმიური ნივთიერებების სახეობებისა და რაოდენობის შესახებ არ არსებობს. სამწუხაროდ, ასევე უცნობია, ხდება თუ არა ქიმიურ ნივთიერებებთან დაკავშირებული უსაფრთხოების სტანდარტების დაცვა.

საქართველოში ქიმიური უსაფრთხოების მთავარ სამიზნეს ქიმიურ ნივთიერებათა ქვემოთ ჩამოთვლილი ჯგუფები წარმოადგენს:

- მდგრადი ორგანული დამაბინძურებლები: პესტიციდები, პოლიქლორირებული ბიფენილები, დიოქსინები, ფურანები, და სხვ;
- მდგრადი, ბიოაკუმულირებადი და ტოქსიკური ნივთიერებები;
- ძალზე მდგრადი და ძალზე ბიოაკუმულირებადი ნივთიერებები;
- სტაციონარული კანცეროგენული ან მუტაგენური ნივთიერებები, რომლებიც კიბოს საერთაშორისო სააგენტოს მიერ ისაზღვრება;
- მდგრადი ორგანული დამაბინძურებლები;
- ვერცხლისწყალი, დარიშხანი, ტყვია, კადმიუმი და გლობალური საფრთხის გამომწვევი სხვა სუბსტანციები;
- ქიმიკატები, რომელიც დიდი სამრეწველო მასშტაბით იწარმოება ან მოიხმარება;
- სასუქები;
- დეზინფექციის, დეზინსექციის და დერატიზაციის საშუალებები;
- სამრეწველო ქიმიკატები;
- ქიმიური ავარიების თანმდევი დამაბინძურებლები;
- ქიმიური ნივთიერებების ნარჩენები;
- საკვების დამაბინძურებლები;
- ნიადაგის და წყლის დამაბინძურებლები;
- ნავთობპროდუქტები;
- დედამიწის ოზონის შრის დამშლელი მაცივარაგენტები;
- საყოფაცხოვრებო დანიშნულების დეტერგენტები, წებოები, გამხსნელები, ლაქ-სადებრები;

⁴ საქართველოს გარემოს დაცვის მოქმედებათა მესამე ეროვნული პროგრამა 2017-2021 წწ. <http://moe.gov.ge/res/images/file-manager/strategiuli-dokumentebi/strategiebi-gegmebi/2017-2021.pdf>

- ქიმიური იარაღის სტატუსის მქონე ქიმიკატები და სხვა წყაროები (ყოფილი საბჭოთა კავშირის სამხედრო ბაზების ტერიტორიებზე დარჩენილი საბრძოლო მასალები).

უაღრესად მნიშვნელოვანია ის რეალობა, რომ არსებული მონაცემებით [1] გარემოსათვის განსაკუთრებით საშიში ქიმიური ნივთიერებების ორი ძირითადი ჯგუფი - **ოზონდამშლელი ნივთიერებები** და **მდგრადი ორგანული დამაბინძურებლები** საქართველოში არ იწარმოება, მათი იმპორტი, ასევე ტრანზიტი აკრძალულია და მკაცრად კონტროლდება.

უმნიშვნელოვანეს სტრატეგიულ დოკუმენტს ქიმიური ნივთიერებების მართვის სფეროში წარმოადგენს: „**მდგრადი ორგანული დამაბინძურებლების შესახებ სტოკჰოლმის კონვენციის განხორციელებასთან დაკავშირებული საქართველოს ეროვნული საიმპლემენტაციო გეგმა**“, რომელიც განახლების პროცესშია [1] და ითვალისწინებს 2011 წელს სტოკჰოლმის კონვენციის დანართებში დამატებული ცხრა ახალი ნივთიერების ინვენტარიზაციას და ახალ სამოქმედო გეგმაში ჩართვას. ქიმიურ ნივთიერებებთან დაკავშირებული კონკრეტული ქმედებები საქართველოს გარემოს დაცვის მოქმედებათა მეორე ეროვნულ პროგრამაში განსაზღვრული არაა.

საქართველოში, დღეისათვის, ქიმიური ნივთიერებების მართვა სათანადოდ არ ხორციელდება [1]. არასრულყოფილი საკანონმდებლო ბაზა (პესტიციდების და აგროქიმიკატების მართვის კანონმდებლობის გარდა) და ინფორმაციის ნაკლებობა წარმოადგენენ იმ მთავარ პრობლემებს, რომლებიც აფერხებენ საქართველოში ქიმიური ნივთიერებების მართვის ევროპული პრაქტიკის დანერგვის პროცესს. „საქართველო-ევროკავშირის შორის ასოცირების შესახებ შეთანხმებისა“ და „ქიმიური, ბიოლოგიური, რადიაციული და ბირთვული (ქბრბ) საფრთხეების შემცირების ეროვნული სამოქმედო გეგმის“ (2015-2019) განხორციელებისათვის

გადაუდებლად აუცილებელია ქიმიური ნივთიერებების მართვის სფეროში კანონმდებლობის შემუშავება და მიღება. იმის გათვალისწინებით, რომ ევროკავშირი გადავიდა ქიმიური ნივთიერებების კლასიფიკაციისა და ეტიკეტირების გაეროს გლობალურ ჰარმონიზებულ სისტემაზე (GHS), აუცილებელია საქართველოს კანონმდებლობაში შეტანილ იქნეს შესაბამისი ცვლილებები.

როგორც ზემოთ უკვე აღინიშნა, საქართველოში არ არის ქიმიური ნივთიერებების მართვისთვის საჭირო საინფორმაციო რესურსი. ეფექტიანი ინტეგრირებული „ონლაინ“ სისტემის დანერგვა მნიშვნელოვნად გააუმჯობესებს ტრანსსასაზღვრო გადაადგილებისა და გაცემული თანხმობა-ნებართვის შესახებ ინფორმაციის მიმოცვლას. აღნიშნული სისტემა ასევე დაეხმარება, ქიმიური ნივთიერებების მართვაში ჩართული სხვადასხვა უწყების ეფექტიანობის ამაღლებას.

საქართველოს რეალობაში ქიმიური ნივთიერებების მართვის გაუმჯობესებისათვის უაღრესად მნიშვნელოვანია ქიმიური ნივთიერებების ინტეგრირებული სახელმწიფო რეესტრის შექმნა და შესაბამისი საქმისწარმოება.

გასაკუთრებულ საფრთხეს უქმნის ადამიანის ჯანმრთელობას ვერცხლისწყალი, რისთვისაც გადაუდებლად აუცილებელია მისი კვალიფიციური მართვა. **მინამატას კონვენციის**⁵ ხელმოწერით საქართველომ დაადასტურა ვერცხლისწყლის მართვის თანამედროვე პრაქტიკის დასაწერად საჭირო ღონისძიებების გატარების სურვილი [2]. თუმცა, ქვეყნის მიერ კონვენციის რატიფიცირებამდე, საჭიროა გარკვეული მოსამზადებელი სამუშაოების ჩატარება. ზემოთ ჩამოთვლილ ქიმიურ ნივთიერებებთან დაკავშირებით კონკრეტული ზომების მიღება და მათი მართვის პრაქტიკის გაუმჯობესება ასევე ხელს შეუწყობს კონკრეტული ქიმიური ნივთიერებების მართვის სფეროში საქართველოს მიერ ხელმოწერილი საერთაშორისო შეთანხმებების განხორციელებასა და საერთაშორისო თანამშრომლობის გაძლიერებას.

აღსანიშნავია, რომ სამრეწველო ავარიების შემთხვევაში, ქიმიური სუბსტანციები გარემოსა და ადამიანის ჯანმრთელობას განსაკუთრებულ საფრთხეს უქმნიან. ამგვარი საფრთხეების რისკის შესამცირებლად აუცილებელია სამართლებრივი ჩარჩოს შექმნა.

„საქართველო-ევროკავშირის შორის ასოცირების შესახებ შეთანხმებით“ საქართველომ აიღო „სახიფათო ნივთიერებების გამოყენებასთან დაკავშირებული დიდი ავარიების საფრთხეების შესახებ“ სევესო III დირექტივის ცალკეული დებულებების შესრულების ვალდებულება. აქედან გამომდინარე, უნდა შეიქმნას საფრთხის შემცველი სამრეწველო ობიექტების შემოწმების ინტეგრირებული სისტემა.

ჯანდაცვის მსოფლიო ორგანიზაციის თანახმად, ადამიანის ჯანმრთელობაზე ზემოქმედი ქიმიური ნივთიერებების სპექტრი ფართო და სწრაფად მზარდია, რასაც ნანომასალები და ნანოტექნოლოგიები ახალ რისკ-ფაქტორებს ანიჭებენ.

ევროპის რეგიონში ქიმიური პროდუქციის წარმოებისა და მოხმარების მაჩვენებელი ყველაზე მაღალია მსოფლიოში: ძირითადი ქიმიური პროდუქციის მწარმოებელი წამყვანი 30 სახელმწიფოდან 11 ევროპულია, ხოლო ქიმიური პროდუქციის რეალიზაციით მიღებული შემოსავალი 533 მილიარდ ევროს შეადგენს. აღნიშნული მოიცავს საშიშ ნივთიერებებს,

⁵ 2013 წლის 10 ოქტომბერს, იაპონიაში 100-მდე ქვეყნის მთავრობებთან ერთად საქართველომ ხელი მოაწერა მინამატას კონვენციას "ვერცხლისწყლის შესახებ". **მინამატას კონვენცია** ექვემდებარება რატიფიკაციას, შეერთებას და მიღებას სახელმწიფოების მიერ და ღია იქნება შეერთებისთვის იმ თარიღის შემდგომ, როდესაც კონვენცია ხელმოწერისთვის დაიხურება. ამ ეტაპზე, მინამატას კონვენციას ხელი მოაწერა 128 ქვეყანამ, ხოლო მისი რატიფიცირება 42-მა ქვეყანამ მოახდინა.

მინამატას კონვენცია ითვალისწინებს ვერცხლისწყლის გამოყენების ეტაპობრივად შეზღუდვასა და აკრძალვას. კერძოდ, 2018 წლიდან შეწყდეს აცეტალდეჰიდის წარმოება ვერცხლისწყლის კატალიზატორით, 2020 წლისთვის შემცირდეს მთელი რიგი ვერცხლისწყლისშემცველი პროდუქტის ექსპორტი, იმპორტი და წარმოება, მათ შორის, ბარომეტრების, ვერცხლისწყლიანი თერმომეტრების, წნევის აპარატებისა და სხვა გამზომი ხელსაწყოების, ელექტრონული ბატარეების, ელექტრონული ჩამრთველებისა და რელეების, ლუმინესცენციური ნათურების, კონვენცია ადგენს შეზღუდვებს ზოგიერთ სამრეწველო პროცესსა და წარმოების დარგებზე, რომლებშიც გამოიყენება ან გარემოში გაიფრქვევა ვერცხლისწყალი. <https://www.mshoblebi.ge/kaleidoskopi/9287-minamatas-incidenti-da-minamatas-konvencia-qverckhlistsylis-shesakhebg.html>

როგორცაა მძიმე მეტალები, ზოგიერთი მდგრადი და არამდგრადი ორგანული დამაბინძურებელი, რომელთა ტოქსიკური ზემოქმედება ადამიანზე დადასტურებულია, აგრეთვე, ახალი ტიპის ქიმიურ ნივთიერებებს, რომელთაგან ყველა საზოგადოებრივი ჯანმრთელობისათვის საფრთხის შემცველია.

მსოფლიო მასშტაბით, მხოლოდ 2012 წელს, ქიმიურ ნივთიერებებთან ექსპოზიციის შედეგად, რომელთა ზემოქმედება ჯანმრთელობაზე დადასტურებულია, 1.3 მილიონი ნაადრევი ლეტალობის და 43 მილიონი ინვალიდობის შედეგად დაკარგული „ჯანმრთელი ცხოვრების“ წლების მიზეზია. ევროპაში ვერცხლისწყლით დაბინძურებით გამოწვეული ზარალი წლიურად 5.1 მილიარდ ევროს უტოლდება, ხოლო ქიმიური საფრთხეებით გამოწვეული ზავშვთა ჯანმრთელობისა და ფსიქოლოგიურ პრობლემებთან დაკავშირებული დანახარჯები, უფრო მასშტაბური შეფასებით, წლიურად 71 მილიარდ ევროს შეადგენს.

უახლესმა კვლევამ ცხადყო, რომ ენდოკრინული სისტემის დაავადებებზე, რომლებიც ქიმიურ ნივთიერებებს მიეწერება, გაწეული ხარჯი წლიურად 163 მილიარდი ევროა [3-4].

ზემოხსენებულიდან გამომდინარე, მსოფლიო საზოგადოებრიობა [5] ცდილობს მიაღწიოს მდგრად განვითარებას, იმგვარად, რომ დღევანდელი თაობების საჭიროებები დაკმაყოფილდეს მომავალი თაობებისათვის ზიანის მიყენების გარეშე. ამ გადმოსახედიდან, ქიმიური ნივთიერებების უსაფრთხო გამოყენება მდგრადი განვითარების არსებითი შემადგენელი ნაწილია.

საქართველოს რეალობაში საზოგადოებრივი უსაფრთხოებისათვის მნიშვნელოვანია საბაზრო ბრუნვაში მყოფი ქიმიური ნაერთების ან ნარეკების და მათი ნარჩენების მართვის დიგიტალიზაციის ამოცანები, რომლებიც მათემატიკისა და ბუნების ობიექტურ კანონებზეა დამოკიდებული.

ადამიანის და გარემოს სიჯანსაღე დამოკიდებულია გარკვეულ რისკ-ფაქტორებზე, რომელთა ცვლად სიდიდეებათ ჩამოყალიბება რისკების მიზეზ-შედეგობრივი პროცესის დიგიტალიზაციის ანუ გაციფრულების საშუალებას იძლევა. მაგალითად წყალში გახსნილი ჟანგბადისა და ორგანული ნარჩენების ურთიერთდამოკიდებულება ცნობილია - წყალში აღმოჩენილი ორგანული ნარჩენები იშლებიან ბაქტერიების ზემოქმედებით, რა დროსაც მიმდინარეობს ჟანგვითი რეაქცია, ჟანგბადის მოხმარებით. წყალში ორგანული ნარჩენების კონცენტრაცია შესაძლოა გაიზომოს **ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილებით** - რომელიც გამოიხატება წყლის ერთეულოვან მოცულობაში გახსნილი ჟანგბადის იმ რაოდენობით, რომელიც აუცილებელია ნარჩენების დაშლისათვის [6]. **ჟანგბადის ბიოქიმიური მოთხოვნილება** იზომება იგივე ერთეულებში, რაშიც ზომავენ ჟანგბადის კონცენტრაციას (მგ/ლ). წყალში ორგანული ნარჩენების დაშლის სიჩქარე მათი (ნარჩენების) კონცენტრაციის პროპორციულია და

აღნიშნული პირობა სრულდება იმ შემთხვევაში, თუ წყალში ჟანგითი პროცესის მიმდინარეობისას ჟანგბადის საკმარისი რაოდენობაა.

ცნობილია, რომ ადამიანის ჯანმრთელობის მდგომარეობას განსაზღვრავს გარემოსთან ადაპტირების უნარი, ხოლო ადაპტირების არასპეციფიური რეაქციების(გამოვლინებების) ინდიკატორად მიღებულია ლეიკოგრამა(ლეიკოციტური ფორმულა - პერიფერიულ სისხლის ნაცხში ლეიკოციტური რიგის სხვადასხვა ტიპის უჯრედების პროცენტული შეფარდება), რადგან სისხლის ლეიკოციტური რგოლი ზემოქმედობიარედ რეაგირებს ორგანიზმში მიმდინარე ნებისმიერ პროცესზე. აღნიშნულის გამო, ნებისმიერი სახის ტექნოგენური დაბინძურებისას(მაგალითად ატმოსფერული ჰაერის ქიმიური დამაბინძურებლების თანაობისას) შეინიშნება სისხლის ლეიკოციტური ფორმულის ცვლილება, რაც მაგალითად გამოხატული შესაძლოა იყოს სეგმენტბირთვიანი ლეიკოციტების და ლიმფოციტების რაოდენობის ნორმიდან გადახრით [7, 8, 9].

ძალზე მნიშვნელოვანია პათოლოგიების წინარე მდგომარეობის იდენტიფიცირების მახასიათებელთა არაინვაზიური მეთოდოლოგიებით მოპოვება, მსგავსი მეთოდოლოგიები უაღრესად ეფექტურია შარდის ბიომარკერების განსაზღვრისათვის, რაც დაფუძნებულია ნეფროტოქსიური ქსენობიოტიკების (ორგანიზმისათვის უცხო ნივთიერებები, მათ შორის მრავალი ფარმაცოლოგიური პრეპარატი, ორგანული ნაერთები, კადმიუმი, ვერცხლისწყალი, ტყვია და სხვა მძიმე ლითონები) ეფექტის შეფასებაზე - ახასიათებს რა თირკმელის დეტოქსიური ფუნქციის მდგომარეობას. ზოგადად, შარდის ბიოქიმიური გამოკვლევისას (სამიზნეები: შარდის მჟავა, კრეატინინი, მალონის დიალდეჰიდი) დგინდება ატმოსფერული ჰაერის დაბინძურების ხარისხი, რაც უმძიმესი შედეგების გამოძწევია.

მრავალი კვლევა, მაგალითად [10], ადასტურებს უსერიოზულეს საფრთხეს ადამიანის ჯანმრთელობისათვის საკვებით დაბინძურების მძიმე შედეგების გამო, რაც განაპირობებს სისტემური დაავადებების ფართო სპექტრს დღევანდელ საქართველოში.

მე-19 საუკუნის ბოლოდან იწყება გარემოზე და ბიოსფეროზე ქიმიური დატვირთვის მკვეთრი ზრდა ორგანულ ნივთიერებათა სინთეზის ტექნოლოგიების მასშტაბური გაფართოების გამო. აღნიშნული პერიოდი ხასიათდება საყოფაცხოვრებო ქიმიის პროდუქციის, სასოფლო-სამეურნეო დანიშნულების ქიმიური სუბსტანციების, საკვები დანამატების, სამკურნალო და კოსმეტოლოგიური პრეპარატების ასორტიმენტის მანამდე არნახული ზრდით. დღეისათვის ადამიანის ბინადრობის სივრცეში, ტექნოგენიზაციის გამო, შეტანილია 10(ათ) მილიონზე მეტი ქიმიური სუბსტანცია, რომელთაგან ადამიანის მიერ მუდმივად გამოიყენება მხოლოდ 70-ათასი სხვადასხვა ქიმიკატი, რომელთაგან მხოლოდ 900-მდეა შესწავლილი ადამიანისათვის კანცეროგენულ თვისებებზე, ანუ კანცეროგენობის შესწავლილი შემთხვევები შეუდარებლად მცირეა გამოსაკვლევი რისკების რაოდენობასთან.

დღეისათვის პროგნოზირებაც კი შეუძლებელია კანცეროგენობის იმ რისკების რაოდენობისა, რაც დაკავშირებულია მილიონობით შეუსწავლელ ქიმიურ ნაერთთან და

ნანოსფეროს ჯერ კიდევ უცნობ, უთვალავ საფრთხესთან. შექმნილი მდგომარეობა ნათლად წარმოაჩენს კორელაციის: **გარემოს დაბინძურება - ჯანდაცვის პრობლემები დიგიტალიზაციის (გაციფრულების) უმნიშვნელოვანეს აქტუალობას**, ამგვარი ტექნოლოგიზება გააჩენს საშუალებას ეფექტური გადაწყვეტილების მისაღებად საზოგადოებრივი უსაფრთხოების სისტემებისათვის, სადაც, ზემოთაღნიშნულის გამო, გადაუდებელ აუცილებლობად ჩამოყალიბდა ციფრული ტექნოლოგიების ჩართვა გადაწყვეტილების მიღების სტრატეგიაში.

ზოგადად ტერმინის - "ციფრული სისტემა" დეფინიცია გულისხმობს ციფრული ფორმით ანუ კოდებით წარმოდგენილი ინფორმაციის დამუშავების სისტემებსა და მოწყობილობებს.

ინფორმაციის ციფრული ფორმით წარმოდგენა ფართოდ გამოიყენება ინფორმაციის დამუშავების, მართვის ავტომატურ და ავტომატიზებულ, ციფრულ საკომუნიკაციო სისტემებში, საკვლევ აპარატურასა და საყოფაცხოვრებო ტექნიკაში.

ინფორმაციის ციფრული ფორმით ანუ კოდებით წარმოდგენილი ფორმატი წარმოადგენს თანამედროვე მსოფლიოში მონიტორინგის, იდენტიფიცირების და გადაწყვეტილების მისაღებ, ყველაზე ეფექტურ დამხმარე ინსტრუმენტს, რამაც განაპირობა საშიში ქიმიური ნივთიერებების რისკების დიგიტალიზაციის (გაციფრულების) გამოყენებითი პროფილის ამოცანებში კორელაციის: **გარემოს დაბინძურება - ჯანდაცვის პრობლემები ტექნოლოგიზების პერსპექტივები როგორც თანამედროვე კვლევების და უსაფრთხოების უზრუნველყოფის, ისე ხელსაწყოთმშენებლობის და ოპტოელექტრონიკის დარგებში.**

ქიმიური ნივთიერებების მახასიათებლების დიგიტალიზაციის (გაციფრულების) გამოყენებითი პროფილის ამოცანებისათვის

ზოგადად, **სიგნალი** წარმოადგენს მხედველობით, ბგერით ან ქიმიკატის მახასიათებელ პირობით ნიშანს, რაიმე სახის ინფორმაციის გადასაცემად.

გლობალური მასშტაბით, **სიგნალთა გაციფრულება** წარმოადგენს თანამედროვეობის ერთერთ უმნიშვნელოვანეს და უაქტუალურეს ტექნოლოგიას, რაც განსაზღვრავს კიდევ მესამე ათასწლეულის მდგრადი განვითარების მთავარ პარადიგმებს. აქვე აღსანიშნავია, რომ ყველა დარგობრივი სფეროსათვის დამახასიათებელია, **სიგნალთა გაციფრულების**, ინდივიდუალური ალგორითმი, რაც განპირობებულია დარგობრივი პროფილის გამოყენებითი მათემატიკური აპარატით.

სიგნალთა გაციფრულების საგზაო რუკის შექმნისა და განხილვისათვის მხედველობაში მისაღებია ორი სისტემური სტრატეგია:

1. **სიგნალთა გაციფრულების** ზოგადი კონცეპტუალიზება დარგობრივი სფეროს ყველა მდგენელისათვის.
2. დარგობრივი სფეროს **სიგნალთა გაციფრულების** მეთოდოლოგიური ასპექტები.

ცნობილია, რომ **სიგნალი** ყალიბდება იმ ინფორმაციის საფუძველზე რასაც **სენსორი** (აქ *შესაძლოა გაჩნდეს საჭიროება ინტელექტუალური ანუ „ჭკვიანი“ სენსორისა⁶, ესაა გადამწოდი - მიკროპროცესორიანი სენსორი, იგივე გადამწოდი - პირველადი ინფორმაციის დამუშავების უნარით)* აღნუსხავს რეალურ, ფიზიკურ გარემოში, მაგალითად: ხმაური, ვიბრაცია, ელექტრო-მაგნიტური ველები, ქიმიური სუბსტანციები და სხვა. აღნიშნულიდან გამომდინარე **სიგნალთა გაციფრულება** წარმოადგენს მათემატიკური მეთოდოლოგიების და ალგორითმების გამოყენების ერთობლიობით ჩამოყალიბებულ ტექნოლოგიას, რომელიც გამოიყენება იმ ტიპის სიგნალთა მართვისათვის, რომლებიც უკვე გარდაიქმნენ ციფრულ ფორმატში (ე.ი. ჩაწერილნი არიან კოდების მეშვეობით).

გაციფრულებულ სიგნალთა დამუშავება მრავალ ამოცანას წყვეტს, მაგალითად: გამოსახულების ხარისხის გაუმჯობესება, სახეთა და მეტყველების ამოცნობა, მონაცემთა დაარქივება, შენახვა - გადაცემა და ა.შ. ეს ყოველივე გაციფრულებულ მონაცემთა მისაღებად რეალური გარემოდან.

გაციფრულებულ სიგნალთა დამუშავების ტექნოლოგიის ინტენსიური გამოყენება დაიწყო XX საუკუნის ბოლოს, ოთხი დარგობრივი სფეროსათვის:

1. სამხედრო სფერო(რადიოლოკაცია და ჰიდროლოკაცია, დამიზნების სისტემა, დახურული კავშირგაბმულობა);
2. კოსმოსი (კოსმოსიდან ფოტოგადაღების პროცესის ოპტიმიზირება, მონაცემთა დაარქივება, კოსმოსური ზონდების მეშვეობით ინტელექტუალური სენსორული ანალიზი);
3. ნავთობის და გაზის საბადოების საძიებო სამუშაოები;
4. სამედიცინო რენტგენოგრაფია.

დღეისათვის **სიგნალთა გაციფრულების** ტექნოლოგია შესულია მსოფლიოს წამყვანი უნივერსიტეტების საბაზო საგანმანათლებლო პროგრამებში და **გაციფრულებულ სიგნალთა** დამუშავება გადაქცეულია მნიშვნელოვან მდგენელად, ყველა დარგის მკვლევართა და ინჟინერთა, საბაზო-დარგობრივი უნარ-ჩვევებისა.

სიგნალთა გაციფრულება შესაძლებელია შედარდეს ელექტრონიკასთან, რომელმაც უკვე მოახდინა ტექნიკური რევოლუცია და დღესაც გრძელდება ელექტრონიკის დომინირება თითქმის ყველა სფეროში, სიგნალთა გაციფრულების ტექნოლოგიას იგივე პერსპექტივა ელოდება მომავალში და აი რატომ, მხოლოდ ერთი არგუმენტი: 1895 წელს ვილჰელმ კონრად რენტგენმა შენიშნა, რომ რენტგენის სხივებს შეუძლიათ მატერიაში გავლა და ამ სხივების უნარმა შეეღწია ანუ ჩაეხედა ცოცხალი ადამიანის სხეულში სამედიცინო დიაგნოსტიკებაში რევოლუციური ცვლილებები გამოიწვია. ამ პერიოდიდან, სულ რამოდენიმე წელში რენტგენის სამედიცინო სისტემები მთელ მსოფლიოში გავრცელდა და მიუხედავად წარმატებისა, 1970

⁶ ინგლისურად - „[smart sensor](#)“

წლამდე, **გაციფრულებულ სიგნალთა** დამუშავების ტექნოლოგიის გამოყენებამდე, სამედიცინო რენტგენოგრაფია შეზღუდული იყო ოთხი პრობლემის გამო:

პირველი: ადამიანის სხეულში ორგანოების ურთიერთგადაფარვა ხდება - გული მთლიანად არ ჩანს ნეკნების გამო.

მეორე: მსგავსი ქსოვილების განსხვავებულობის განსაზღვრა შეუძლებელი იყო, მაგალითად სიმსივნის გარჩევა ღვიძლისგან ვერ ხდებოდა.

მესამე: რენტგენის სურათი წარმოადგენდა ანატომიას (სხეულის აგებულებას) და არა ფიზიოლოგიას (ფუნქციურ დანიშნულებას) - ცოცხალი ადამიანის რენტგენის სურათი ზუსტად ისეთივეა, როგორც გარდაცვლილის.

მეოთხე: რენტგენის სხივების გამოყენება, როგორც კიბოს გამომწვევის, შეზღუდულია.

ურთიერთგადაფარვადი სტრუქტურების პრობლემა გადაიჭრა 1971 წელს კომპიუტერული ტომოგრაფიის (კტ) გაჩენისთანავე. კომპიუტერული ტომოგრაფია არის **სიგნალთა გაციფრულების** გამოყენების კლასიკური მაგალითი [11]. კტ-ს დროს რენტგენის სხივები გადის პაციენტის სხეულში და იმის ნაცვლად, რომ ყალიბდებოდეს გამოსახულება სხეულში გავლილი რენტგენის სხივებისგან, სიგნალები გარდაიქმნიან ციფრულ ფორმატში და ინახებიან კომპიუტერის მეხსიერებაში, შემდგომში ეს ინფორმაცია გამოიყენება ადამიანის სხეულის სტრუქტურის გათვლისათვის და მისი შრეობრივი გამოსახულების ჩამოსაყალიბებლად. მიღებული გამოსახულებები გაცილებით დეტალურია რენტგენის ჩვეულებრივ სურათთან შედარებით და მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს პაციენტის დიაგნოსტიკის და მკურნალობის პროცესებს. კომპიუტერული ტომოგრაფიის გაჩენა იყო ისეთივე საეტაპო მოვლენა, როგორც თავის დროზე რენტგენის სხივების გამოყენება სამედიცინო დანიშნულებით. ნიშანდობლივია, რომ 1979 წელს კომპიუტერული ტომოგრაფიის ორი ძირითადი გამომგონებელი **Allan McLeod Cormack** (1924—1998) და **Godfrey Newbold Hounsfield** (1919—2004) დაჯილდოვდა ნობელის პრემიით ფიზიოლოგიასა და მედიცინაში. აღნიშნული თვალსაჩინო მაგალითია **სიგნალთა გაციფრულების** ტექნოლოგიის გამოყენებითი ასპექტის მნიშვნელობისა კაცობრიობის ინტერესთა შესაბამისად.

მაგნიტურ-რეზონანსულ ტომოგრაფიაში (მრტ) სხეულის ზონდირებისას გამოიყენება მაგნიტური ველი და რადიოტალღები. განსაზღვრული ძალის და სიხშირის ველის ზემოქმედება იწვევს ორგანიზმის ქსოვილის ლოკალური ნაწილის ატომთა ბირთვების ენერგეტიკული მდგომარეობის რეზონანსს, რის შედეგადაც გამოსხივდება მეორადი რადიოტალღა, რომლის დეტექტირებაც ხდება იმ ანტენით, რომელიც განთავსებულია გამოსაკვლევი სხეულის სიახლოვეს და მიღებული სიგნალის მახასიათებლები შეიცავენ ინფორმაციას რეზონანსდაქვემდებარებული მონაკვეთის (ანუ ორგანოს ქსოვილის) შესახებ.

მაგნიტური ველის პარამეტრების რეგულირებით შესაძლებელია მთელი სხეულის სკანირება მისი შინაგანი სტრუქტურის აღწერით. ამგვარი ინფორმაცია წარმოდგენილია

გამოსახულებით როგორც კტ-ში. მრტ იძლევა ინფორმაციას არა მხოლოდ ქსოვილთა განსხვავებულობის შესახებ, არამედ ფიზიოლოგიის, მაგალითად არტერიული სისხლის მიმოქცევის შესახებ. მრტ მთლიანადაა დაფუძნებული სიგნალთა გაციფრულების მეთოდოლოგიაზე.

ციფრული მოწყობილობები ჩვენი გლობალური რეალობის განუყოფელი კომპონენტია. თანამედროვე ციფრული და ელექტრონული მოწყობილობების ძირითად კომპონენტს წარმოადგებს ჩიპის სისტემა (system-on-chip). ციფრულ პროცესორთა აბსოლუტური უმრავლესობა იყენებს ე.წ. „ჩაშენებულ“ სისტემებს, რაც ნიშნავს, რომ მოწყობილობას არ გააჩნია იმგვარი პერიფერია, როგორცაა კლავიატურა, მონიტორი და პროცესორი ინტეგრირებულია პირდაპირ სისტემებში - საკვლევ და საყოფაცხოვრებო ტექნიკაში, რადიოელექტრონულ და სატელეკომუნიკაციო მოწყობილობებში. ჩიპი ურთიერთქმედებს მხოლოდ სისტემის გარემოსთან და ასრულებს სპეციფიურ ამოცანებს. ციფრული სისტემების არქიტექტურის ორი მოდელია ცნობილი: ფონ ნეიმანის და ჰარვარდის. საყოფაცხოვრებო ციფრული სისტემები აგებულია ფონ ნეიმანის მოდელზე, რაც შეეხება საწარმოო სისტემებს ის მიეკუთვნება ჰარვარდის მოდელს.

გაციფრულების ტექნოლოგიების გამოყენებას ქიმიური სუბსტანციების შემთხვევაში მრავალი სახის გამოყენებითი ასპექტი გააჩნია. გაციფრულების ამოცანა დამოკიდებულია იმ მონაცემებზე რასაც სენსორები იძლევიან, ჩვენ შემთხვევაში მსჯელობა ქიმიურ სენსორზე შეიძლება წარვმართოთ, იმ მიზეზით, რომ განსახილველი პრობლემა ქიმიურ ნივთიერებებს და მათ ესენციურ მახასიათებლებს ეხებათ.

ქიმიურ სუბსტანციათა მაიდენტიფიცირებელ ფაქტორებს შორის უმნიშვნელოვანესია **ქიმიური სენსორი**, რომელიც ხასიათდება: სიიფით, დამზადების სიმარტივით, მცირე დროში რეაგირების უნარით და იდენტიფიცირებისათვის საკმარისი მგრძობელობით, რაც შეუცვლელია ისეთი შემთხვევებისათვის, როცა შეუძლებელია რთული, ინსტრუმენტული მეთოდების გამოყენება სუბსტანციათა იდენტიფიცირებისათვის. გარდა აღნიშნულისა, ქიმიურ სენსორს არ ჰქონდა მისი ფუნქციის უზრუნველყოფი მვირადღირებული მოწყობილობები და ძალზე მარტივია მათი გამოყენება (ქიმიკატების იდენტიფიცირებისათვის) საველე პირობებში «on-site» და «on-line» რეჟიმებში, მათ შორის გამოსაკვლევი ნიმუშის უმცირესი დოზის (რამდენიმე წვეთი) საშუალებით. ამგვარი მახასიათებლების გამო ქიმიური სენსორები [12-15] ძალზე მოთხოვნადია მრავალი დარგისათვის:

- მედიკო-ბიოლოგიური პრაქტიკა;
- საწარმოო პროცესების კონტროლი;
- გარემოსდაცვითი კვლევები;
- საკვების, სურსათის და საყოფაცხოვრებო დანიშნულების პროდუქციის ტესტირება;
- სასოფლო-სამეურნეო დარგის, მეცხოველეობის და მემცენარეობის კვლევები.

აღნიშნულიდან გამომდინარე მაღალი აქტუალობით ხასიათდება ახალი სენსორული მასალების ძიების და მასთან დაკავშირებული გაციფრულების პრობლემატიკის გამოყენებითი ასპექტები.

საკვებთან დაკავშირებული ქიმიური ნივთიერებების მახასიათებლების იდენტიფიცირების ამოცანის გაციფრულებისათვის მნიშვნელოვანია იმ სუბსტანციების სამგანზომილებიანი სტრუქტურა, რაც განაპირობებს საკვების სუნს და გემოს. მაგალითისათვის საკვები პროდუქტის სუნი განპირობებულია იმგვარი ესენციალურ-საკვანძო ნივთიერებით, რაც განსაზღვრავს კონკრეტული პროდუქტის სუნს, მაგალითად ეთილ-(2-მეთილ-2-ფენილ) გლიციდატი განაპირობებს მარწყვის სუნს, n-ჰიდროქსიფენილ-3-ბუთანონი კი არის ჟოლოს დამახასიათებელი სუნის გამომწვევი. ალილფენოქსიაცეტატი განაპირობებს ანანასის სუნს, ხოლო 2-მეთოქსი-3-იზობუთილპირაზინი - მწვანე წიწაკის სუნს განაპირობებს. ალილსულფიდი - ნივრისას, ხოლო ალილიზოთიოციანატი - მდოგვისას. ცინეოლი - დაფნის ფოთლისას. ევგენოლი - მიხაკისას. კარვონი - ძირას აძლევს სუნს. მენტოლი - პიტნას და ციტრალი - ლიმონს. ეთილ-2-მეთილბუტირატი - ვაშლის არომატის ძირითადი განმაპირობებელია [16].

ზოგ პროდუქტს აქვს კომპოზიციური არომატი, რომელიც ნაყოფის მწიფობისას ყალიბდება, ან მათი თბური დამუშავებისას გამოიყოფა (მაგალითად კაკაოს და ყავის მოხალვისას, პურის გამოცხობისას, ჩაის ფოთლის ფერმენტაციისას, ხორცის შეწვისას, ღვინის და კონიაკის დაყენებისას, ლუდის დუღილისას, რძემჟავური დუღილისას).

არომატის შემქმნელი კომპოზიციები შესაძლოა შედგებოდნენ ათობით და ასობით სხვადასხვა ნივთიერებებისგან, მაგალითად პომიდორში, ფორთოხალში, კონიაკში აღმოჩენილია 110-დან 160-მდე აქროლადი ნაერთი, ლუდში, ფრინველის ხორცში, მოხალულ მიწის თხილში 180-190, კაკაოს, პურის და მარწვით დამზადებულ ნაკეთობებში 200-250, ხოლო ყავაში კი 370-500 არომატული ნივთიერებაა, რომლის სასიგნალო მონაცემთა გაციფრულებაში დევს სხვადასხვა ქიმიურ სუბსტანციათა იდენტიფიკაციის წარმატებული გადაჭრის საშუალებები.

ქიმიური სენსორის შექმნის იდეა მომდინარეობს ბიოლოგიური სენსორების შედგენილობისა და ფუნქციონალური თვისებების იმიტირების კონცეპტუალიზებიდან. თავდაპირველად რეალიზებული იქნა აირების სენსორიკა, რომლის მოწყობილობასაც „ელექტრონული ცხვირი“ [17] ეწოდა, მოგვიანებით რეალიზებული იქნა სითხეების ანალიზური სენსორიკის პრინციპები და „ელექტრონული ენა“ უწოდეს შესაბამისი ფუნქციის პროდუქტს [17, 18].

ადამიანისგან სუნის აღქმის მგრძობელობა ძალზე მაღალია და მას შეუძლია ათიათასამდე სხვადასხვა ნივთიერების სუნის გარჩევა როცა ამ ნივთიერების მოლეკულების რიცხვი ორმოცს აღწევს [17]. გემოს აღქმის ფუნქციონირების სისტემის ორგანიზების პრინციპები ანალოგიურია ყნოსვის სისტემისა, თუმცა გემოს რეცეპტორები ბევრად მცირეა ვიდრე სუნისა [18].

„ელექტრონული ცხვირი“ გამოიყენება აირების ან მათი ნაზავის იდენტიფიცირებისათვის. **„ელექტრონული ენა“** ისევე მუშაობს თხევად გარემოში, როგორც ბიოლოგიური სენსორული სისტემა, იმ განსხვავებით, რომ **„ელექტრონული ენა“** შესაძლოა უფრო მეტი პარამეტრის გამკონტროლებელ-იდენტიფიკატორი იყოს ვიდრე მისი ბიოლოგიური პროტოტიპია.

„ელექტრონული ცხვირის“ და **„ელექტრონული ენის“** სენსორული მასალები განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ **„ელექტრონული ენის“** სენსორები გაცილებით მრავალფეროვანი და მრავალრიცხოვანია ვიდრე **„ელექტრონული ცხვირის“** ანალოგიური კომპლექტაცია. ხაზგასმული განსხვავება **„ელექტრონულ ენას“** **„ელექტრონულ ცხვირთან“** შედარებით ანიჭებს შესამჩნევ უპირატესობას იმ თვალსაზრისით, რომ **„ელექტრონული ენა“** გამოიყენება არა მხოლოდ ქიმიურ სუბსტანციათა ამოცნობისა და იდენტიფიცირებისათვის, არამედ ქიმიური ნივთიერებების მრავალკომპონენტური რაოდენობრივი ანალიზისათვის; და ბიოლოგიური ენისაგან განსხვავებით **„ელექტრონულ ენას“** შეუძლია ნებისმიერ გარემოში მუშაობა, მათ შორის ისეთშიც რომელიც საშიშია ცოცხალი ორგანიზმებისათვის.

ხაზგასასმელია ის რეალობა, რომ აირების და სითხეების მაიდენტიფიცირებელი ელექტრონული სისტემებისათვის მნიშვნელობის მატარებელია, მხოლოდ ბიოლოგიური სისტემების სუბსტანციათა სენსორული სისტემების იდენტიფიცირების საორგანიზაციო პრინციპები, რის გამოც პირდაპირი პარალელიზმის დაშვება ხელოვნურ (ელექტრონულ) და ბიოლოგიურ სისტემებს შორის გამორიცხული და არალოგიკურია. მაგალითისათვის: ის ფაქტი, რომ ცოცხალ სამყაროში ყნოსვა უფრო სრულყოფილი სენსორული სისტემაა ვიდრე გემოს შეგრძნების სენსორიკა, არ ნიშნავს იგივე ურთიერთდამოკიდებულებას **„ელექტრონულ ენასა“** და **„ელექტრონულ ცხვირს“** შორის, რადგან ხელოვნურ სენსორულ სისტემებში სულ სხვა ტიპის სენსორები გამოიყენება, რომელთაც არაფერი აქვთ საერთო ბიოლოგიურ რეცეპტორებთან.

ხელოვნურ სენსორულ სისტემებში სამი სახის მონაცემი არის მნიშვნელოვანი: 1. ქიმიური სუბსტანციის ამოცნობა; 2. კლასიფიკაცია და იდენტიფიკაცია; 3. რაოდენობრივი ანალიზი - ნივთიერებათა კონცენტრაციის და სხვა რაოდენობითი პარამეტრების განსაზღვრა.

მონაცემთა დამუშავების პირველი ეტაპისათვის (ქიმიური სუბსტანციის ამოცნობა და მონაცემთა სტრუქტურის შესწავლა) ხორციელდება ნეირონული ქსელების და მთავარი

კომპონენტების ანალიზის გამოყენებით. კლასიფიკაციისათვის გამოიყენება ისეთი მეთოდები, როგორებიცაა Soft Independent Modeling of Class Analogy (SIMCA) [19], წრფივი დისკრიმინანტული ანალიზი, მრავალგანზომილებიანი რეგრესიული ანალიზი და ხელოვნური ნეირონული ქსელები.

საკვების სისტემების მდგომარეობის და ხარისხის იდენტიფიცირება შესაძლებელია პიეზოსენსორების მასივის გამოყენებით ისეთი სატესტო ნივთიერების მოსაძიებლად როგორებიცაა: სპირტები, კეტონები, მჟავები, რთული ეთერები, ამინები, ასევე სხვა ნივთიერება-მარკერები: ეთანოლი, ბუთანოლ-1, ბუთანოლ-2, პენტანოლ-2, ეთანის მჟავა, ეთილაცეტატი რომელთა იდენტიფიცირება გადამწყვეტია ღვინის ფალსიფიცირების კვლევისას [20].

არის კიდევ ერთი ასპექტი ქიმიურ სუბსტანციებთან დაკავშირებით, რომელსაც თანამედროვე ავტორები ნივთიერებათა ავადმობმარებას უწოდებენ [21]. ამ სფეროში (იგულისხმება ნივთიერებათა ავადმობმარება) ჩვენ, ერთმანეთისგან შეიძლება განვასხვაოთ ნივთიერებათა ავადმობმარება და დამოკიდებულება – პერსონის მდგომარეობა მხოლოდ იმ შემთხვევაში განისაზღვრება დამოკიდებულებად, თუ შეიმჩნევა ალკვითის მდგომარეობის ან ტოლერანტობის ფიზიკური სიმპტომები. ავადმობმარებასთან ან დამოკიდებულებასთან ასოცირებულ ფსიქოაქტიურ ნივთიერებათა შორის მოიაზრება ალკოჰოლი, სედაციური საძილე საშუალებები, ოპიოიდები, ამფეტამინები, კანაფი, კოკაინი და თამბაქო, რომელთა სასიგნალო გაციფრულების ამოცანები დღეს ძალზე აქტუალურია.

ავადმობმარებასთან ან დამოკიდებულებასთან ასოცირებულ ფსიქოაქტიურ ნივთიერებები ხშირად ფარმაცევტული პრეპარატებია, რომლებიც რამდენიმე ინგრედიენტისგან შედგება. ამ შემთხვევაში, აქტიურ ინგრედიენტთან ერთად კაფსულა ან აბი შეიცავს შემაკავშირებლებს, შემავსებლებს, გამხსნელებს, ფერის და გემოს მიმცემ ნაერთებს, საფარ მასალას გარსებისთვის, თუმცა „პასიური“ ინგრედიენტები, წესისამებრ, არ ახდენენ გავლენას მომხმარებელზე, ზოგ ადამიანს მაინც შეიძლება მათზე არასასურველი რეაქცია ჰქონდეს (შესაძლოა, ალერგიის ან გენეტიკური მიდრეკილების გამო). ამის შედეგად, ორ თითქოსდა ერთსა და იმავე პრეპარატს, შესაძლებელია განსხვავებული ეფექტი ჰქონდეს მომხმარებელზე პასიური ინგრედიენტების მიმართ ორგანიზმის ინდივიდუალური მგრძობიარობის გამო.

ზოგადად ტოქსიკური, ტექნოგენური და ბუნებრივი აირების აღმოჩენისათვის ყველაზე თანამედროვე მოწყობილობაა ე.წ. „ელექტრონული ცხვირი“, რაც ძალზე აქტუალურია თანამედროვე გამოწვევების ფონზე, ისეთების როგორიცაა ტერორიზმი, შხამიან და მომწამლავ ნივთიერებათა სინთეზი და სამრეწველო გამოყენება. მოწყობილობა, რომელიც ორიენტირებულია „ელექტრონული ყნოსვის“ ფუნქციის განსახორციელებლად საჭიროებს მრავალ საანალიზო არხს გაზომვის სხვადასხვა პრინციპებით, ანუ სხვადასხვა სენსორების ერთიან სისტემას, რომელიც შეასრულებს „ელექტრონული ცხვირის“ ფუნქციას - ანუ მრავალარხიანი მგრძობიარე, ანალიზური სისტემა, იგივე მულტისენსორი არის იმგვარი

ანალიზური მოწყობილობა, რომელსაც შეუძლია აღმოაჩინოს აიროვანი მინარევი ჰაერში და დაშალოს იგი შემადგენელ კომპონენტებად, რომელთა ფუნქციური მონაცემები შეტანილი უნდა იყოს ერთიან ინტერაქტიულ მონაცემთა ბაზაში.

დღეს სენსორებად მოიაზრებენ ისეთ მოწყობილობებს, რომლებიც სხვადასხვა ფიზიკურ პრინციპზე დაყრდნობით მუშაობენ, მაგალითად: ელექტროგამტარებლობა, მასის ნამატი, მუხტის გაზომვა, ფლოუორესცენცია, ინფრა წითელი (იწ) სპექტრი, მიკროფირის ანალიზი და სხვა. სენსორები შეიძლება იყოს შემდეგი ტიპის: პიეზოკრისტალური, ოპტო-ელექტრონული, ზედაპირულ აკუსტიკური ტალღების, გამტარიანი პოლიმერების [22-25]. დღემდე სერიოზული სამუშაოს წარმოადგენს „ელექტრონული ცხვირის“ პორტატული მოდელების დამზადება.

მნიშვნელოვანია აღინიშნოს, რომ „ელექტრონული ცხვირის“ სისტემა არის უსაფრთხოების ინდუსტრიის განვითარების ყველაზე პერსპექტიული მიმართულება, იმ მიზეზით, რომ მას გააჩნია გამოყენების ფართო სპექტრი და აქვს რესურსი უსაფრთხოების არსებული სისტემების ტექნიკური და ანალიზური მახასიათებლების მნიშვნელოვანი გაუმჯობესების.

„ელექტრონული ცხვირის“ დარგობრივი გამოყენების არსებული და საპროგნოზო სფეროებია:

- მედიცინა (დაავადებათა დიაგნოსტიკა ამონასუნთქის და გამონაყოფის საფუძველზე, დაავადებათა გამომწვევების, საანესტეზიო პრეპარატების, სისხლში ალკოჰოლის და ნარკოტიკების იდენტიფიცირება ამონასუნთქით);
- გარემოს ეკოლოგიური მონიტორინგი (ატმოსფეროს მდგომარეობის კონტროლი და მონიტორინგი, საწარმოთა მავნე გამონაბოლქვები, შიდაწვის ძრავების გამონაბოლქვები და სხვა);
- ქიმიური უსაფრთხოება (ასაფეთქებელი ნივთიერებების, შხამების, ნარკოტიკების აღმოჩენა, სახანძრო უსაფრთხოების სენსორები და მასობრივი განადგურების იარაღის იდენტიფიცირების სისტემები);
- აგროუსაფრთხოების ამოცანები (აგროტერორიზმის საფრთხეთა კონტროლი და მონიტორინგი, სასოფლო-სამეურნეო პროდუქციის ხარისხის განსაზღვრა, ცხოველთა კვების და სელექციის ამოცანები);
- ბიორგანული ქიმია და ბიოტექნოლოგია (ცილების ნარევის სწრაფი ანალიზი გენურ ინჟინერიაში, მცენარეთა და ცხოველთა ბიოიდენტიფიკაციის ამოცანები);
- სასარგებლო წიაღისეულის საძიებო და მოპოვებითი სტრატეგიები (ნავთობის და გაზის აქროლადების ანალიზი საბადოთა საძიებო სამუშაოებისათვის, მინერალური ნედლეულის სწრაფი იდენტიფიცირება);
- საყოფაცხოვრებო ქიმიის, სასუქების და მცენარეთა დაცვის საშუალებების უსაფრთხოების რეგლამენტირების პარამეტრების იდენტიფიცირება;

- სასამართლო ექსპერტიზა - ამ სფეროში ექსპერტს საქმე აქვს არა ინდივიდუალურ ნივთიერებებთან, არამედ სუნის ჩამომყალიბებელ ნივთიერებათა რთულ ნარევეთან, მაგალითად: ოფლის, სისხლის, თმის და სუნის განმსაზღვრელი სხვა წყაროებთან, რომელთა იდენტიფიცირებასთანაა დაკავშირებული გამოძიებისათვის საინტერესო პიროვნების დადგენა.

რაც შეეხება „ელექტრონული ენის“ სისტემურ ტოპოლოგიას - ამგვარი სისტემები შეიძლება შედგებოდნენ ნებისმიერი სახის ქიმიური სენსორებისგან [26], სითხეების საანალიზოდ, მიუხედავად იმისა თუ რა ფიზიკურ პრინციპზე დაყრდნობით ფუნქციონირებენ.

გემოს მაინდიფიცირებელი მულტისენსორული, პირველი „ელექტრონული ენა“ შეიქმნა იაპონელი მეცნიერების მიერ იაპონიის მე-20 საუკუნის 90-იან წლებში კიუსიუს უნივერსიტეტში (Kyushu University⁷) [27], სადაც გარდამქმნელებად (ტრანსდუცერებად) გამოიყენებოდა სავლე ტრანზისტორები [28], პოტენციომეტრული სენსორები ლაზერული სკანირებით და ცვლადი ზედაპირული ფოტოპოტენციალით [29-30].

ზოგადად, გემოს შეგრძნების ორგანოთა ფუნქციონირება ყნოსვის ანალოგიურია, თუმცა გემოს რეცეპტორები ადამიანს გაცილებით მცირე აქვს ვიდრე ყნოსვის. გემოს შეგრძნებები იყოფა ოთხ ძირითად მახასიათებლად:

- 1) ტკბილი.
- 2) მლაშე.
- 3) მჟავე.
- 4) მწარე.

თუმცა, ბოლო პერიოდში, გამოიყენება გემოს მეხუთე მახასიათებელი ე.წ. „უმამი“ (Umami) [31]. ტერმინი „უმამი“ (Umami) იაპონური სიტყვაა, მისი დეფინიციაა: „უგემრიელესი“, „სასიამოვნო, პიკანტური გემო“. იაპონურად „**umai**“ ნიშნავს „გემრიელს“, ხოლო „**mi**“ – „გემოს“.

„უმამი“ ასევე შეიძლება ნიშნავდეს სუპერ-გემრიელს. ეს გემოს ახალი, მე-5 სახეობაა, რომელიც უკვე ნაცნობ ოთხეულს (მჟავე, ტკბილი, მლაშე და მწარე) ემატება და სრულიად ახალ გემოვნურ სპექტრს აყალიბებს, რაც ნიშნავს იმას, რომ „უმამი“ გემოს სრულიად ახალი განზომილებაა.

ამრიგად, ზემოთ ნახსენები ხუთი ტიპის გემოს და მათ კომბინაციებს იყენებენ საკვები პროდუქტების გემოს აღწერისათვის, რაც შესაძლებელს ხდის საკვების გემოს გაციფრულების ამოცანის რეალიზებას საკვების ტექნიკური რეგლამენტირების მოთხოვნების დიგიტალიზაციის ორგანიზებისათვის, ასევე სურსათის უვნებლობის და HACCP⁸-სისტემის [32]

⁷Kyushu University - <http://www.kyushu-u.ac.jp/en/university/information/>

⁸ HACCP-ის კონცეფცია შემუშავებული იქნა მე-20 საუკუნის 60-იან წლებში აშშ-ში, ამერიკულ კოსმოსურ პროგრამაზე მუშაობისას, როდესაც აუცილებელი გახდა სურსათის უვნებლობის სფეროში შეემუშავებინათ ისეთი

(სურსათის უვნებლობის ერთადერთი ეფექტური, პრევენციული და ინტეგრირებული სისტემა საფრთხის ანალიზისა და კრიტიკული საკონტროლო წერტილების - Hazard Analysis and Critical Control Points, მეცნიერულად დასაბუთებული საფრთხის იდენტიფიკაციისა და მასზე კონტროლის განხორციელებით უვნებელი და ხარისხიანი სურსათის წარმოების საშუალების) განვითარების ახალი ეტაპის პერსპექტივის შექმნით.

დასკვნისათვის

ქიმიური სუბსტანციების იდენტიფიცირებასთან დაკავშირებული თანამედროვეობის პრობლემატიკის ფართო სპექტრის გამო განსაკუთრებულ აქტუალობას იძენს „ელექტრონული ცხვირის“, „ელექტრონული ენის“ სისტემური უზრუნველყოფის შემდგომი განვითარების ინიცირებისათვის, რომლის სტრატეგიულ მიმართულებად მოიაზრება ფუნქციონალური ჯგუფების მახასიათებელთა სენსორული გაციფრულების ამოცანები, რაც ინტელექტუალური საკუთრების თვალსაზრისით ყველაზე ძვირადღირებული მდგენელია თანამედროვე ქიმიური სენსორების კომერციალიზაციის ტექნოლოგიაში და ფაქტობრივად წარმოადგენს საზოგადოებრივი უსაფრთხოების უზრუნველყოფის ბაზრის უმნიშვნელოვანეს პერსპექტივას, რომლითაც მოცული იქნება უახლოეს პერსპექტივაში:

- ხარისხის კონტროლი;
- კვებისა და ფარმაცევტული მრეწველობის იდენტიფიცირების და კლასიფიცირების ამოცანები;
- მედიკო-ბიოლოგიური სფეროს პრობლემატიკა;
- გარემოსდაცვითი ობიექტების ანალიზური კონტროლი;
- ანტიტერორისტული უზრუნველყოფის აპარატურული ტექნოლოგიების სტრატეგიები.

თანამედროვე მსოფლიოს ინდუსტრიული განვითარების სტრატეგიები განაპირობებს ქიმიურ სუბსტანციათა იდენტიფიცირების ამოცანათა რაოდენობის გეომეტრიული პროგრესით ზრდის ტენდენციებს. უახლოეს წლებში, გაციფრულების ტექნოლოგიების სერიოზული ზრდისა და განვითარების პერსპექტივები საზოგადოებრივი უსაფრთხოების უზრუნველყოფის თანამედროვე მოთხოვნების სტანდარტის დასაკმაყოფილებლად მთავარი მოტივაცია იქნება ახალი და მოქმედი მაიდენტიფიცირებელი სენსორების გაციფრულების სტრატეგიაში.

ლიტერატურა:

1. საქართველოს გარემოს დაცვის მოქმედებათა მესამე ეროვნული პროგრამა 2017-2021 წწ.
<http://moe.gov.ge/res/images/file-manager/strategiuli-dokumentebi/strategiebi-gegmebi/2017-2021.pdf>
2. ვერცხლისწყლის შესახებ მინამატას კონვენციის პროექტი

სისტემა, რომელიც გამორიცხავდა კოსმოსში მოხმარებულ სურსათში ტოქსინების წარმოქმნასა და, შესაბამისად, უზრუნველყოფდა ასტრონავტების დაცვას კვებითი მოშხამებებისაგან.

3. დაავადებათა კონტროლისა და საზოგადოებრივი ჯანმრთელობის ეროვნული ცენტრი. ქიმიური უსაფრთხოება. Retrieved February 6, 2018, from <https://www.ncdc.ge/#/pages/content/4ab48d1a-e70f-4a64-8829-794e9568eb1d>
4. “ოქმი დამაბინძურებელთა გარემოში გაშვებისა და გადატანის რეესტრის შესახებ.” გარემოსდაცვითი ინფორმაციისა და განათლების ცენტრი, July 2014, [www.eiec.gov.ge/%E1%83%97%E1%83%94%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98/Waste/Legislation/Convention/2-\(299\)%E1%83%9D%E1%83%A5%E1%83%9B%E1%83%98-%E1%83%93%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%90%E1%83%91%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%AB%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%97%E1%83%90-%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%9B%E1%83%9D%E1%83%A8%E1%83%98-%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%A8%E1%83%95%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98%E1%83%A1%E1%83%90-%E1%83%93%E1%83%90.aspx](http://www.eiec.gov.ge/%E1%83%97%E1%83%94%E1%83%9B%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98/Waste/Legislation/Convention/2-(299)%E1%83%9D%E1%83%A5%E1%83%9B%E1%83%98-%E1%83%93%E1%83%90%E1%83%9B%E1%83%90%E1%83%91%E1%83%98%E1%83%9C%E1%83%AB%E1%83%A3%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%94%E1%83%9A%E1%83%97%E1%83%90-%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%A0%E1%83%94%E1%83%9B%E1%83%9D%E1%83%A8%E1%83%98-%E1%83%92%E1%83%90%E1%83%A8%E1%83%95%E1%83%94%E1%83%91%E1%83%98%E1%83%A1%E1%83%90-%E1%83%93%E1%83%90.aspx).
5. მოდელირება ეკოლოგიაში. მ. გოჩიტაშვილი. თსუ-ს გამომცემლობა. 108 გვერდი. 2018წ.
6. Investigation of integral indices of adaptation level of the human organism. O.N. Miroshnikova, E.G. Miroshnikov (A.V.Zhirmunsky Institute of Marine Biology, FEB RAS, Vladivostok). Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. 2010. № 4 pp. 111-116.
7. Theoretical Aspects of the Sportsmen’s Biochemical Blood Indices Change as the Index of Adaptive Processes. A.B. Lopatina - Perm National Scientific Research Polytechnic University. Pedagogical-psychological and biomedical problems of physical culture and sports, №2 (31) 2014. Pp. 117-122.
8. Bioinformation Technology in Risk Assessment from Environmental Chemicals Influence in Human Health: Analytical Review. N. Yu. Kelina, N. V. Bezruchko, G. K. Rubtsov, O. A. Kulikova, T. Yu. Mamelina. Bulletin of TSPU. 2011. Issue 5 (107); pp. 164-169.
9. Toxic-hygienic assessment of the effect of chemical elements on human health in various ways of entering the body. Meshkov N.A. Applied toxicology, No. 1 (1), 2010, pp. 28-36.
10. The Scientist and Engineer’s Guide to Digital Signal Processing. Second Edition by Steven W. Smith. California Technical Publishing, San Diego, California, 1999, pages 688.
https://users.dimi.uniud.it/~antonio.dangelo/MMS/materials/Guide_to_Digital_Signal_Process.pdf
11. G. Verrelli, L. Lvova, R. Paolesse, C. Di Natale, A. D’Amico, Metalloporphyrin-based Electronic Tongue: an application for the analysis of Italian white wines. Sensors. 2007, v. 7. pp. 2750-2762.
12. L. Tortora, M. Stefanelli, M. Mastroianni, L. Lvova, C. Di Natale, A. D’Amico, D. Filippini, I. Lundström, R. Paolesse, The hyphenated CSPT- potentiometric analytical system: An application for vegetable oil quality control. Sens. Act B.2009, v.142, pp.457–463.

13. V. Panchuk, L. Lvova, D.Kirsanov, C. Guanais Goncalves, C. Di Natale, R. Paolesse, A. Legin, Extending electronic tongue calibration lifetime through mathematical drift correction: case study of microcystin toxicity analysis in waters. *Sens. Act B.* 2016, v. 237, pp. 962-968.
14. *Electronic Noses and Tongues in Food Science.* 1st Edition. Editors: Maria Rodriguez Mendez Series Editors: Victor Preedy. Academic Press, 2016, pages 332.
15. *Food chemistry. Tutorial. For students in the specialty: Technology of production and processing of agricultural products.* D.Yu. Ilyin, G.V. Ilyina. Penza 2016, 152 pages.
16. *Handbook of Machine Olfaction. Electronic Nose Technology.* Eds. T.C. Pearce, S.S. Schiffman, H.T. Nagle, J.W. Gardner. Darmstadt: Wiley-VCH, 2003, Ch. 1.
17. Stewart G.F., Amerine M.A. *Introduction to Food Science and Technology.* New York: Academic Press, 1973.
18. Tuning the significance level of SIMCA models for reducing the impact of strong class overlap: a novel approach." R. Vitale, F. Marini, C. Ruckebusch. *Conference Chimimetrie.* 2019.
https://chemom2019.sciencesconf.org/data/chemom2019_prixGFC_Raffaele_Vitale.pdf.
19. The information content of the gas analyzer "Electronic nose" for assessing the quality of wine. T.A. Kuchmenko, R.P. Lisitskaya, A.A. *Fur coat Analytics and control* 2014, v.18, No. 4, pp. 373-384.
20. კონსულტირება ნივთიერებათა ავადმომხმარებლისას. მეოთხე გამოცემა. ჯუდიოთ ა. ლუისი, რობერტ კ. დანა, გრეგორი ა. ბლევინსი. *SUBSTANCE ABUSE COUNSELING. 4TH EDITION* by Judith A. Lewis Robert Q. Dana Gregory A. Blevins. This report is published in the frame of the project "Development of Human Resources, Evidence Base and Quality Standards in Addictology in Georgia", funded by EC, within the TEMPUS funding mechanism 544219-TEMPUS-1-2013-1CZ-TEMPUS-SMHES (2013 – 4566 / 001 – 001). თბილისი 2017. 327 გვერდი.
21. *Electronic nose makes housekeeping easier.* (2000, September 12). News Powered by Cision. <https://news.cision.com/nordic-sensor-technologies/r/electronic-nose-makes-housekeeping-easier,e28769>
22. *Chemical Sensors and Chemical Sensor Systems: Fundamentals Limitations and New Trends.* Andrea Orsini, Arnaldo D'Amico University of Roma "Tor Vergata" Dept. of Electronic Engineer, Via del Politecnico, 1 00133 Roma.
<http://www.prometheus-inc.com/asi/sensors2005/papers/damico.pdf>
24. *Electronic Sensor Technology.* <https://www.estcal.com/>
25. First company to market electronic noses, Alpha MOS. <https://www.alpha-mos.com/about-us>
26. Application of electronic nose and electronic tongue in the dairy industry. Milna Tudor Kalit, Ksenija Marković , Samir Kalit, Nada Vahčić , Jasmina Havranek. University of Zagreb, Faculty of Food Technology and Biotechnology, Department of Food Quality Control, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Croatia. M. TUDOR KALIT et al.: *Electronic nose and electronic tongue in the dairy industry, Mljekarstvo* 64 (4), pp. 228-244, 2014.
27. Hayashi K., Yamanaka M., Toko K., Yamafuji K. *Sensors and Actuators B,* 1990, v. 2, pp. 205—209.

28. Toko K., Yasuda R., Ezaki S., Fujiyishi T. Trans. IEE Japan E, 1998, v. 118, p. 1—5.
29. Kanai Y., Shimizu M., Uchida H., Nakahara H., Zhou C.G., Maekawa H., Katsube T. Sensors and Actuators B, 1994, v. 20, № 2—3, p. 175—179.
30. Sasaki Y., Kanai Y., Uchida H., Katsube T. Ibid., 1995, v. 25, № 1-3, p. 819—822.
31. Kawamura Y., Kare M.R. Umami: A Basic Taste. New York: Marcel Dekker, 1987.
32. სურსათის უვნებლობა და ხარისხი. ქ. ლაფერაშვილი, ზ. ქუჩუკაშვილი. თბილისი 2011, გვ.99.

For the problem of digitalization of the chemical substances

M. Matsaberidze¹, J. Kerkadze², I. Janelidze³, G. Jandieri⁴

¹Georgian Technical University, Doctor of Chemistry, Professor Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-3228-1447>

²Member-Corresponding of the Georgian Engineering Academy. Georgian Technical University; Faculty of Chemical Technology and Metallurgy; Department of Environmental Engineering and Ecology; Ph. Doctor, Associate Professor;

e-mail: j.kerkadze@gtu.ge

³Georgian Technical University: Faculty of Chemical Technology and Metallurgy, PhD in Chemistry, Professor (Assistant)

E-mail: i.janelidze@gtu.ge; Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0002-9961-7638>

⁴ Metallurgical Engineering and Consulting Ltd; Director, PhD (Technical Sciences),

E-mail: gigo.jandieri@gmail.com; Orcid ID: <https://orcid.org/0000-0003-2976-1201>

Abstract

Characteristics of chemical substances or functional groups can be presented with different signals. In general, the signal is called the parameter of the process we use to refresh, register and for transmission. There are lots of signal transmissions and processing example: Human sensory organs (visual, hearing sensations) signals the brains to provide information to the environment with different information and in the brain to process the signals and make decisions on the brain by the brain.

The task of processing the signal function of the chemical substance is to identify the existing data in the signal and convert them to make a decision in a convenient form that serves the determination of the chemical compound.

The signal analysis underlines not only its mathematical transformation, but also the conclusion of the conclusions of the specific processes and objects as a result of this transformation.

The goal of the signal analysis can be:

1. Determine the numerical parameters of the signal;
2. Dispersal of the signal as an elemental parameter to compare the different signal characteristics;
3. Quantification and assessment of dependence between signals.

Keywords: *Minamata convention; Biochemical demand for oxygen; Digital system; Signal intensity; Computer tomography (Ct); Magnetic resonance tomography (mrt); Chemical sensor; "Electronic nose"; "Electronic tongue".*