

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

დ. უზნაძის სახელობის ფსიქოლოგიის ინსტიტუტი

ი. ბჟაღავა

კ ი ბ ე რ ნ ე ტ ი კ ა  
და  
ფ ს ი კ ო ლ ო გ ი ა

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობა

თბილისი—1961

## წინასიტყვაობის მაგიერ

უკანასკნელ ათეულ წლებში თანამედროვე სამხედრო და სამოქალაქო ტექნიკაში ისეთი კომპლექსური სისტემებია გამოყენებული, სადაც ერთმანეთს ცვლიან მრავალი ერთმეორისაგან განსხვავებული მატერიალური, ენერგეტიკული და ინფორმაციული შენაკადები. ამ მექანიზმების მუშაობა მოითხოვს კოორდინაციასა და რეგულირებას ისეთი სისწრაფით, რომელიც მიუღწეველია ადამიანის მეხსიერებისა და ყურადღებისათვის. ამ გარემოებამ დააყენა თანამედროვე საზოგადოების წინაშე სრულიად ახალი ტიპის ავტომატის შექმნის საჭიროება, რომელმაც თავისი მოვალეობა ადამიანის მონაწილეობის გარეშე ისე უნდა შეასრულოს, როგორც ამას ცოცხალი არსების გული ასრულებს. სირბილის დროს გულს არავინ აძლევს სიტყვიერ დავალებას, მაგრამ იგი თვითონ აწოდებს კუნთებს დიდი რაოდენობით სისხლს. სირბილის შეწყვეტის მომენტიდანვე გულის კუნთების შეკუმშვა ნორმალური ძალით გრძელდება. ამ შემთხვევაში ავტომატური პროცესების ხელმძღვანელი — ინდივიდი, მისი ორგანიზმი უნდა იყოს, მაგრამ ამდაგვარი დასკვნის გამოტანას მნიშვნელოვანი წინააღმდეგობა ეღობება. გულის მოქმედებიდან ადამიანის ცნობიერების მონაწილეობა გამორიცხულია. საიდან იცის გულმა როდის რა უნდა გააკეთოს? ეს ისეთი საკითხია, რომელიც საერთოდ აყენებს მძლოლის პრობლემას, რასაკვირველია, არა მარტო გულის, არამედ ყველა მისი მსგავსი ცოცხალი ავტომატის მიმართ.

თვითრეგულაციის მექანიზმის მქონე ავტომატის შესაქმნელად, როგორც ჩანს, ორგანიზმის თავისებურების ცოდნაა საჭირო, კერძოდ, რის ნიადაგზედაც ახერხებს იგი ცნობიერების ჩარევის გარეშე გაუძღვეს მეტად რთული პროცესების მიმდინარეობას.

ამ პრობლემის გადაწყვეტით კაცობრიობა ანტიკური დროიდან არის დაინტერესებული. დიდი ხანია ადამიანის ტვინის მუშაობას აღარებდნენ მანქანას, მაგრამ ამის შესახებ დასრულებული შეხედულების წამოყენება როგორც XVIII, ისე XIX საუკუნეშიაც ვერ

მოხერხდა. საფრანგეთის განმანათლებლებს შორის, კერძოდ, ლამეტრის ეკუთვნის ტრაქტატი: „ადამიანი მანქანა“, რომელიც უყურადღებოდ არ დარჩენილა და არა ერთი ცდა ყოფილა იმისა, რომ მისი თვალსაზრისისათვის ფილოსოფიური დასაბუთება მიეცათ. ზოგი რამ არც ვულგარული მატერიალიზმის შეხედულებიდან არის მთლიანად მივიწყებას მიცემული; რაც შეეხება მექანიციკური მატერიალიზმის წარმომადგენლებს, მათ შორის ეხლაც არის ცდა, რომ ორგანიზმის მოქმედება მთლიანად დაიყვანონ მექანიკის ძირითად კანონზომიერებამდე. კარტეზიანული ფილოსოფიის მიერ დანერგილი დუალიზმის წინააღმდეგ ბრძოლაში, მექანიციკურ მატერიალიზმს მხედველობის გარეშე დარჩა ის, რომ ორგანიზმში არა მარტო კაუზალური, არამედ მასთან ერთად მიზნობრივი პროცესებიც მიმდინარეობენ და რომ მისი მოქმედება მათ ერთიანობას ემყარება.

ადამიანი, მისი ნერვული სისტემა არ არის მანქანა, თუმცა მის მოქმედებაში ავტომატურისა და მანქანურის ნახვაც არის შესაძლებელი. არც მექანიკის კანონებია ორგანიზმისთვის უცხო, მაგრამ მისთვის არსებითია არა ეს, არამედ ის, რაც ყოველი ცოცხალი არსებისთვის არის დამახასიათებელი და, რაც თავისი ბუნებით არა მანქანური, არამედ ბიოლოგიურია. ორგანიზმს ვერ წავართმევთ იმას, რომ იგი განვითარების მაღალ საფეხურზე აღმოცენებული მატერიისათვის დამახასიათებელ კანონზომიერებათა საფუძველზე მოქმედებს.

მეცნიერება ცდილობს ორგანიზმის ზოგიერთი ფუნქცია გადასცეს მანქანას, შექმნას ადამიანის თვალის, ყურის, ტვინის მოდელი. ამ მიმართულებით მას შესამჩნევი წარმატება აქვს, მაგრამ ფოტოეფექტის პრინციპზე აგებული მანქანის „თვალი“, ისე არ გავს ადამიანის თვალს, როგორც მუხა და ნაძვი. მიუხედავად ამისა მისასალმებელია მეცნიერების მიერ გადადგმული ნაბიჯი და არსებული მიღწევები. თანამედროვე ავტომატი შექმნილია ჩვენი საზოგადოების დაკვეთით არა ერთბაშად, არამედ ავტომატიზაციის, გამოთვლის ტექნიკის, კავშირების ზოგადი თეორიის თანდათანობითი განვითარების ნიადაგზე. თვითრეგულაციის მექანიზმებით აღჭურვილი მანქანის მოპოვება, როგორც არა ერთხელ ყოფილა მითითებული. არის მეორე სამრეწველო რევოლუციის დასაწყისი.

ამ რევოლუციას მიზნად აქვს — გაანთავისუფლოს ადამიანი ავტომატური პროცესების შესრულებისაგან, რასაც არც ისე მცირე ადგილი უკავია მის მოქმედებაში. ეს მას საშუალებას მისცემს მთელი თავისი ენერგია შემოქმედებით შრომას მოახმაროს და, მამასა-

დამე, მოსალოდნელია, მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების სფეროში ისეთი მიღწევები, რომლის წინაშე პირველი სამრეწველო რევოლუციის მონაპოვარი გამოჩნდება უმნიშვნელო ნაბიჯად.

აქედან ცხადია, რომ კიბერნეტიკული მეცნიერების წარმატებას უთუოდ არ მოყვება კარლ ჩაპეკის გმირების ტრაგედია. მოსალოდნელია არა რობოტების ბრძოლა თანამედროვე საზოგადოებასთან, არამედ მათი საშუალებით ადამიანის შრომის განთავისუფლება ყველა ისეთი პროცესისაგან, რომლის ავტომატიზაცია და მექანიზაცია შესაძლებელი არის. სულ მალე დაინახავთ თანამედროვე მეცნიერების ამ მიმართულებით მოპოვებული მიღწევის შესანიშნავ ნაყოფს.

რაც ზემოთ იყო აღნიშნული შეეხება მანქანა ავტომატებს, ამიტომ ბუნებრივია ვიკითხოთ—რა აქვს საერთო კიბერნეტიკული მანქანების ჩამოყალიბებას ფსიქოლოგიასთან?

ჩვენ აქვე შეიძლება გავითვალისწინოთ ამ კითხვაზე გასაცემი პასუხი. ფსიქოლოგიის ცენტრალური პრობლემა იყო და არის პიროვნება, ქცევის სუბიექტი, ქცევის ხელმძღვანელი. დღეს მხოლოდ კიბერნეტიკა არის ერთადერთი არაფსიქოლოგიური მეცნიერება, რომელმაც საგანგებოდ წამოწია წინ მძლოლის. მანქანის შიგნით მიმდინარე პროცესების მარეგულირებლის პრობლემა. ამ მეცნიერების წარმომადგენლების განცხადებიდან ჩანს, რომ მათ მანქანის არც შესავალი და არც გამოსავალი ინტერესებთ, არამედ ის შინაგანი პროცესი, რომელზედაც დამოკიდებულია მატერიალური მოვლენების გარდაქმნა ინფორმაციად. ორგანიზმის მოქმედების შინაგანი დასაყრდენი ყოველთვის იყო და არის ფსიქოლოგიის საზრუნავი საგანი. შემდეგი ძირითადი პუნქტი, სადაც ფსიქოლოგიისა და კიბერნეტიკის ინტერესები ხედება ერთიმეორეს, არის ინფორმაციის ცნება. ნ. ვინერისათვის ინფორმაცია არ არის ენერგია, იგი ინფორმაციაა და სხვა არაფერი. ინფორმაციას მოაქვს არა მატერიალური პროცესი, არამედ გარკვეული ცოდნა. თუ მხედველობაში მივიღებთ ამ განმარტებას და იმასაც, რომ ინფორმაციის თეორიას ემყარება კიბერნეტიკული კვლევა-ძიება, მაშინ ცხადად გამოჩნდება ამ ორი მეცნიერების ინტერესთა გადაკვეთი გზები. სწორედ აქ უნდა ვეძიოთ მიზეზი იმისა, თუ რატომ არიან დაინტერესებული ამ ახალი მეცნიერების მიღწევებით თანამედროვე ფსიქოლოგიის წარმომადგენლები.

ჩვენმა ეპოქამ მეცნიერების ცალკეულ დარგთა დაახლოებისა და თანამშრომლობის აუცილებლობის წინაშე დაგვაყენა, როგორც

ირკვევა, მძლოლის პრობლემა კიბერნეტიკისა და ფსიქოლოგიის თანამშრომლობის ყველაზე ნაყოფიერი ასპარეზი, სადაც მათ მოღვაწეობას უთუოდ უნდა მოჰყვეს ამ ცენტრალური პრობლემის არა მარტო უკეთ გადაჭრა, არამედ ახალი ფაქტებით ერთიმეორის გამდიდრება. რასაკვირველია, ჩვენ არც მათი განსხვავებული პოზიციები გვაქვს, როგორც ამაში დაკვირვებულ მკითხველს შეუძლია დარწმუნდეს, სრულიად უყურადღებოდ დატოვებული, მაგრამ ვიმეორებთ, მთავარია არა ეს, არამედ საერთო საკითხების გამოყოფა და მათი საერთო ღონისძიებით შესწავლა. ამაში დავინახეთ ამჟამად ჩვენ ძირითადი ამოცანა. აგრეთვე ისიც გვსურს აღვნიშნოთ, რომ წიგნში განხილულია კიბერნეტიკისა და ფსიქოლოგიის ურთიერთობის დამახასიათებელი ფაქტები ჩვენთვის მისაწვდომი წყაროების მიხედვით. უმეტეს შემთხვევაში ისინი ისე ფართოდ გვაქვს გამოყენებული, რომ არ მოვრიდებულვართ ფრაზეოლოგიურ დამთხვევასაც. ჩვენი ზრუნვის საგანი იყო არა იმდენად საკუთარი კონცეფციის, არამედ განსახილველი საკითხების ჩვენი ახალგაზრდობის გასაგებ ენაზე გადმოცემა.

წიგნს რომ დამხმარე სახელმძღვანელოს სახე მიეღო, ცხადია, გარკვეული სისტემა უნდა შეგვეტანა ჩვენი მეცნიერების განკარგულებაში არსებულ ფაქტებში; ამ საქმეში ჩვენ წინამორბედი არ გვეოლია. მასალის განხილვა ნაცადი გვაქვს განწყობის ფსიქოლოგიის პოზიციიდან, ამ მხრივ წიგნის შინაარსი არსებითად დაპირდაპირებულია გეშტალტფსიქოლოგიის იმ დებულებებთან, რომლის კიბერნეტიკაში გამოყენების ცდა ნ. ვინერს ეკუთვნის. ფართოდ გვაქვს გამოყენებული, როგორც ითქვა, ცალკეული გამოკვლევები, რომელიც ჩვენ განკარგულებაში იმყოფებოდა (ნ. ვინერი, რ. ეშბი, ესტესი, ჯ. მილერი და სხვ.), რომ მკითხველისათვის მისაწვდომი გაგვეხადა ძირითადი ფაქტები იმ სახით, როგორც ისინი მათ ავტორთა ნააზრევშია წარმოდგენილი.

რაც შეეხება სპეციალურ ტერმინოლოგიას, ახლა იწყება მისი დამუშავება და, უთუოდ, საკმაოდ დიდ ხანს გასტანს. ამ მხრივ, რასაკვირველია, ჩვენთან არც არის მოსალოდნელი, რომ ყველაფერი რიგზე აღმოჩნდეს, მიუხედავად სპეციალისტებთან ხშირი კონსულტაციისა.

## კიბერნეტიკა და მისი მოსასდგურე დარგები

### 1. კიბერნეტიკის საგანი და ამოცანები

კიბერნეტიკა (κυβερνητική) ბერძნული სიტყვაა და ნიშნავს მძღოლს, მესაძვეს. მეცნიერების ამ დარგის მიზანია შეისწავლოს კონტროლისა და კომუნიკაციის მიმდინარეობა როგორც მანქანაში, ისე ორგანიზმში. ამას უნდა მოჰყვეს ცოდნა იმისა, როგორ ხდება ორივეში ინფორმაციის გადაცემა, მისი შენახვა და გადამუშავება.

კიბერნეტიკის მიზანია მათემატიკურ ცნებებში გამოხატოს ორგანიზმში მიმდინარე პროცესები და წარმოვედგინოს მანქანისა და ორგანიზმის მოქმედების გამაერთიანებელი თეორია. ეს არის ახალი, რომლითაც კიბერნეტიკა განსხვავდება მეცნიერების დანარჩენი დარგებისაგან.

აეტომატური მართვის საკითხებით დაინტერესებული მეცნიერების მცირე ჯგუფი, როგორც ნ. ვინერის მითითებიდან ჩანს, ერთად იკრიბებოდნენ და აწარმოებდნენ აზრთა გაცვლა-გამოცვლას წაკითხული მოხსენების გარშემო. ჯგუფში არა მარტო მათემატიკოსები იყვნენ, არამედ ფიზიკოსები, ფიზიოლოგები, ექიმები და ბოლოს ფსიქოლოგებიდან კურტ ლევენი. ამას მოითხოვდა მეცნიერების ცალკე დარგის სპეციალიზაცია, რათა დროთა ვითარებაში დაგროვილი გამოცდილების განზოგადებისა და ერთმანეთთან გაზიარებისათვის მიეღწიათ. კოლექტივის წევრმა, როგორც ნ. ვინერი მიაუთათებს, უნდა იცოდეს თავისი კოლეგის გონების წყობა, უნდა შეეძლოს სხვა წევრის მიერ წამოყენებული იდეის შეფასება მანამ, სანამ იგი ზუსტ ყორმულირებას მიიღებდეს. მათემატიკოსისაგან არ უნდა მოვითხოვოთ ფიზიოლოგიური ექსპერიმენტის ჩატარება, მაგრამ მას უნდა შეეძლოს მისი მიზნისა და შედეგის გაგება, კრიტიკული შეფასება და ახალი იდეის წამოყენება. არც ფსიქოლოგებისაგან უნდა მოვითხოვოთ მათემატიკური ამოცანის ამოხსნა, მაგრამ მას უნდა შეეძლოს მათემატიკის განკარგულებაში არსებული ფაქტების თავისი თვალსაზრისით გააზრება. ასეთი წევრებისაგან შემდგარ კოლექტივს შეუძლია მეცნიერებას გაუწიოს დახმარება, რომელიც ცალკეული დარგის მიღწევათა გაერთიანებით, მათ მიღწევათა სინთეზით

არის დაინტერესებული. ამ კოლექტივის შემოქმედებითი მუშაობა მეორე მსოფლიო ომის გამო მხოლოდ 1944 წლამდე გაგრძელებულა.

მეცნიერების სხვადასხვა დარგთა ასეთი თანამშრომლობის საფუძველზეა აღმოცენებული სრულიად ახალი დარგი, რომელსაც ვინერმა კიბერნეტიკა უწოდა.

ნორბერტ ვინერი მეორე მსოფლიო ომის პერიოდში ამერიკის სამხედრო ორგანიზაციაში თანამშრომლობდა და მის, როგორც სპეციალისტის, წინაშე დადგა მტრის ავიაციის წინააღმდეგ ბრძოლის ამოცანა. ავიაციის მოქმედების სისწრაფემ საზენიტო არტილერიის ცეცხლის ზელმძღვანელ აპარატს მოქმედების ნიადაგი გამოაყალა. აუცილებელი აღმოჩნდა სწრაფგამომთვლელი ავტომატის შექმნა, რომელიც გასროლილ ყუმბარას ზუსტად გაგზავნიდა მიზნისაკენ. მთავარ სიძნელეს წარმოადგენდა ავიაციის უჩვეულო სისწრაფე, რომელიც საგრძნობლად აღემარტებოდა საზენიტო ყუმბარის მოძრაობას. პირდაპირი სროლის შავიერ ყუმბარისათვის წინასწარ ისეთი წერტილის შერჩევა იყო საჭირო, სადაც იგი თვითმფრინავს შეზღვებოდა. ამის ვანსორციელება ბევრი სხვა მომენტის გათვალისწინებასაც მოითხოვდა, რომელთა შორის მთავარია მფრინაეის როლი, რომელიც თვითონ ირჩევს მოქმედების ადგილს, ნებისმიერად ახორციელებს მანევრირებას, რომელთა გათვალისწინება გაცილებით უფრო ძნელია, ვიდრე თვითმფრინაეის ადვილმდებარეობის წერტილისა, რომელიც სწორხაზობრივად მოძრაობს.

ყუმბარას გასასროლად ადამიანი ამზადებს. იგი მსვე მოჰყავს მოქმედებაში და მანქანასაც (თვითმფრინავსაც) იგი მართავს. ფრენაც ხომ ადამიანის განზრახვას ემორჩილება. ერთი სიტყვით, აქ ყველგან ადამიანი მონაწილეობს, ამიტომ ამ პროცესების მეცნიერულ შესწავლას არ შეუძლია ადამიანის, მისი ორგანიზმის თავისებურებათა დატოვება ყურადღების გარეშე. კიბერნეტიკაა სწორედ მეცნიერება, რომელიც დაინტერესებულია გაიგოს, რაღა პროცესია ის, რაც მანქანის მოქმედებას აყენებს ადამიანის ორგანიზმის გვერდით. ასეთი პროცესი უნდა იყოს ვინერის აზრით, უკუქცევითი მოქმედება, რომლის შესახებ სპეციალურად გვექნება მსჯელობა.

კიბერნეტიკას აინტერესებს როგორც ელექტრონული, ისე ნერვული მანქანა. იგი ეძებს ყოველი სხის ავტომატის მოქმედების გამაერთიანებელ კანონზომიერებას და ცდილობს გვიჩვენოს მუშაობის პრინციპი, რომელიც საფუძვლად უდევს თითოეული ავტომატის მოქმედებას, მიუხედავად იმისა, ხელოვნურია იგი თუ ბუნებრივი.

კიბერნეტიკის შესასწავლი ობიექტია არა ცალკეული მექანიზმი, არამედ მანქანის მოქმედება, იგი როგორც სისტემური ხასიათის მთლიანი. მას აინტერესებს, როგორც ითქვა, როგორ მიმდინარეობს მექანიზმებში იმპულსების შეერთება, როგორია ამის შედეგად მიღებული ეფექტი. სწორედ ამის გამო აღნიშნავენ, რომ კიბერნეტიკის თვალსაზრისი ფუნქციონალურია, ე. ი. ბიჰევიორისტული. კიბერნეტიკა ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე კანონზომიერების ცოდნითაა დაინტერესებული. ამის მიხედვით სურს განახორციელოს მანქანის აგება, ამიტომ იგი სხეულში მიმდინარე პრო-

ცესების, მისი მოქმედების რეგულატორის (ასე უწოდებდა სეჩენოვი ფსიქიკურს) ბუნებით. მისი ცოდნითაა დაინტერესებული.

კიბერნეტიკის მკვლევართა ყურადღების ცენტრში გარემოსთან შეგუებული ქცევაა, ამიტომ ბუნებრივია, რომ მისი მხედველობის გარეშე არ დარჩენილა ცოცხალი არსების ქცევას მიზანშეწონილება. ფსიქიკურის თავისებურებაც ამ მიმართულებითაა საძიებელი, მაგრამ იგი როგორც ქცევის მძლავრი გვანტერესებს და ამ მოვალეობას ფსიქიკური, როგორც გარესინამდვილის სუბიექტური ხატი, ვერ შეასრულებს. ასე გაგებული ფსიქიკური არის სინამდვილის სურათი და მხოლოდ მას, როგორც ასეთს, არ შეუძლია ქცევის მძლავრის მოვალეობის შესრულება თვით ამ სურათის მატარებელის — პიროვნების გარეშე.

კიბერნეტიკის ძირითად ამოცანას შეადგენს ისეთი ავტომატების შექმნა, რომლებიც შეგუებული იქნება პიროვნების ინტერესებთან და გაუადვილებს მას როგორც ხელოვნურად შექმნილი, ისე საკუთარი მექანიზმების მართვას. ამ საკითხებთან დაკავშირებით არ იქნება ინტერესმოკლებული ფსიქოლოგიისა და მათემატიკის ურთიერთობის გათვალისწინება.

## 2. თანამედროვე ფიზიკა და ფსიქოლოგია

მატერიალურ სამყაროში მოქმედი კანონების აღმოჩენა ყოველთვის იყო მეცნიერების ცალკეულ დარგთა განვითარებისათვის ბიძგის მიმცემი. ჩვენ მათ შორის აქ მხოლოდ ნიუტონის მსოფლიო მიზიდულების კანონი გვანტერესებს, რომლის მიხედვით, როგორც მიკრო-, ისე მაკროსხეულებს შორის გრავიტაციული, უკეთ, მიზიდულობით განსაზღვრული კავშირი არსებობს.

ეს კანონი პირდაპირაა გადმოტანილი XIX საუკუნის ფსიქოლოგიაში და აქ წარმოდგენათა შორის ისეთივე მიზიდულობის არსებობაა ნაგულისხმევი, რომელიც ჩვენთვის ნიუტონის მექანიკაში მატერიალურ ნაწილკათა ურთიერთობიდან არის ცნობილი. მსოფლიო მიზიდულობის კანონი გაიხადა სახელმძღვანელო პრინციპად ინგლისის ცნობილმა ფილოსოფოსმა ჰიუმმა და ამის საფუძველზე ჩამოაყალიბა ასოციაციონიზმზე აგებული შემეცნების თეორია. მეორე ინგლისელი მეცნიერი ჰარტლი იყო, რომელმაც იგივე მიზიდულობის კანონი დაუდო საფუძვლად ფსიქოლოგიურ მოძღვრებას. რომელიც ცნობილია ასოციაციური ფსიქოლოგიის სახელით.



ნიუტონის მსოფმხედველობაში სრულიად განსაკუთრებული ადგილი ერგო აბსოლუტური დროისა და აბსოლუტური სივრცის ცნებას. იგი აბსოლუტური მოძრაობის დაშვებამ მიიყვანა აბსოლუტური სივრცის აღიარებამდე. ნიუტონის დეტერმინიზმზე დამყარებული აღმოჩნდა უსულო მატერიიდან სულიერისაკენ გადამსვლელი მექანიზმის ძიება. აქ როგორც მოძრაობა, ისე დანარჩენი მოვლენები წინმსწრობი საგნით, მისი იმპულსითაა დეტერმინირებული. ამიტომაც მიუთითებენ, რომ ნიუტონის საგანთა სამყაროს სტატიკურ სხეულებთან აქვს საქმე, სადაც მოვლენები უცვლელი სახით შეორდება და დროსაც შექცევადობა ახასიათებს. საგანთა შორის გრავიტაციული ძალის მიხედვით კავშირის არსებობა. დაედო საფუძვლად სამყაროს მთლიანობის კონცეფციას, რომელმაც პირდაპირი გამოხატულება ჰპოვა საფრანგეთის განმანათლებელთა მექანიცისტურ მატერიალიზმში.

ნიუტონის მექანიკა არ აღმოჩნდა სრულყოფილი და მასთან დაპირისპირებით გაჩნდა უახლოესი ფიზიკა, რომელიც აინშტაინის სახელთანაა დაკავშირებული. აინშტაინის ფიზიკას საფუძვლად უდევს შეფარდების (რელატივიზმის) პრინციპი; რომლის მიხედვით სამყაროში აბსოლუტური უძრაობის დაშვება შეუძლებელია, პირიქით, აქ ყველაფერი ფარდობით მოძრაობაშია. სხეულის მდებარეობა იცვლება არა თავისთავად, არამედ ერთმანეთთან მიმართებით. თუ ორი იზოლირებული სხეული მოძრაობს, შეგვიძლია დავაკვირდეთ, როგორი თანამიმდევრობით იცვლება მათ შორის მდებარე მანძილი. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ არც სხეული და არც მანძილი არ არსებობს ურთიერთის დამოუკიდებლად. ესენი ერთი მთლიანი პროცესის ელემენტებია, რომელთაც არსებობა მხოლოდ ამ მთლიანთან მიმართებაში გააჩნიათ. ჩვენ საქმე გვაქვს არა იზოლირებულ ელემენტთან, არამედ მთლიანი დინამიკური ხასიათის პროცესთან, რომლის ნაწილ-ნაწილად დაქუცმაცება იქნებოდა სინამდვილის დამახინჯება.

ასეთივე თანაფარდობაა, თანახმად აინშტაინის თეორიისა, დროსა და სივრცეს შორის, რომელიც სხეულების მოძრაობასთან შეფარდებით იცვლება. არ არსებობს ფიქსირებული დრო და სივრცე.

მხოლოდ ამ ორ ძირითად დებულებაზე მითითება, რომელიც ფიზიკაში მთლიანობისა და თანაფარდობის პრინციპად არის ცნობილი, საკმარისია დავინახოთ იმ ავტორების ნააზრევის სიახლოვე აინშტაინის ფიზიკასთან, რომლებმაც გეშტალტფსიქოლოგიას ჩაუყარეს საფუძველი.

გეშტალტი ეწოდება შიგნით დანაწევრებულ მთლიანს, რომელიც ავტონომიური არსებობის მქონეა. გეშტალტური მთლიანი იმიტაც ხასიათდება, რომ იგი წინ უსწრებს მასში შემავალი ელემენტების აღქმას, ხოლო ეს უკანასკნელი მთლიანისათვის დამახასიათებელ კანონზომიერებას ემორჩილება. გეშტალტში შემავალ ნაწილებს შორის დამოკიდებულება „და-კავშირების“ მიხედვით არ არის შექმნილი. მათ არც მთელისაგან დამოუკიდებელი არსებობა გააჩნიათ. ფსიქიკური სამყარო მთლიანია და აქ შეუძლებელია მისგან დამოუკიდებლად არსებული ნაწილაკების პოვნა.

ცნობიერება გეშტალტური მთლიანია, ამიტომ მისი შეგრძნებამდე დაყვანა შეუძლებელია, თუ თავს ძალა არ დაეატანეთ და სინამდვილე არ დაეამახინჯეთ. იზოლირებული შეგრძნება ფიქციაა, იგი მეცნიერული აბსტრაქციის ნაყოფია. განცდათა სამყაროსათვის დამახასიათებელია სტრუქტურული ხასიათის მთლიანობა, ამას უნდა ემყარებოდეს მასში შემავალი ელემენტების თავისებურებათა ძიება.

მთლიანობა, თუ ფიზიკურ სამყაროსათვის აღმოჩნდა დამახასიათებელი, იგი, როგორც გეშტალტფსიქოლოგიის წარმომადგენელთა მსჯელობიდან ჩანს, არა ნაკლებ დამახასიათებელი ყოფილა ფსიქიკური სამყაროსათვის. სამყაროს მთლიანობის კონცეფცია გამოსავალი პრინციპი აღმოჩნდა როგორც ფიზიკაში ფარდებითი თეორიისათვის, ისე ფსიქოლოგიაში გეშტალტთეორიისათვის.

აინშტაინის ფიზიკური კონცეფციისათვის დამახასიათებელი მეორე პრინციპის გადმოტანას ფსიქოლოგიაში უნდა ეჩვენებია რეაქციასა და სტიმულს შორის არაპირდაპირი კავშირის არსებობა. რეაქციის აღმოცენების მიზეზია არა იზოლირებული სტიმული, არამედ სტიმულთა შორის შეფარდება. ამის საუცხოო ილუსტრაციას წარმოადგენს კელერის ცდა.

კელერმა ქათამი მიაჩვია ორი ფერიდან უფრო ღია ფერის დაფაზე მარცვლის კენკვას. როცა ქათამმა „ისწავლა“ ღია დაფიდან მარცვლის აღება, მას მიაწოდეს მეორე დაფა, რომლის ერთი მხარე იმავე ფერისა იყო, ხოლო მეორე—მასზე უფრო ღია. მოსალოდნელი იყო, რომ ქათამი მარცვალს მისთვის ნაცნობი ფერის დაფისაგან აიღებდა, მაგრამ სინამდვილემ სულ სხვა შედეგი გვიჩვენა. ფერმა, როგორც იზოლირებულმა სტიმულმა, დამოუკიდებელი მოქმედების ძალა დაკარგა, ორი ფერიდან ქათამმა უფრო ღია აირჩია.

ამრიგად, მისი რეაქციის განმსაზღვრელი არა იზოლირებული ფერი აღმოჩნდა, არამედ ფერთა შორის მიმართება.

ფსიქიკური გეშტალტების ძიებამ კელერი მიიყვანა ფიზიკური გეშტალტების აღწერამდე, რამაც გეშტალტის შესახებ მოძღვრება სამყაროს მთლიანობის უნივერსალურ კონცეფციად აქცია.

ფიზიკურ სხეულთა შორის ნიუტონის მექანიკის კანონებით განსაზღვრული ურთიერთობის ეპოქაში გამოჩნდნენ ფილოსოფოსები და ფსიქოლოგები, რომლებმაც სცადეს ეჩვენებიათ ფსიქიკურ ელემენტთა შორის მიზიდულებითი ურთიერთობის არსებობა. აინშტაინის ეპოქაში, როგორც მოსალოდნელი იყო, აზრის მიმდინარეობა შეიცვალა. რელატივიზმის საფუძველზე დამდგარმა ფსიქოლოგიამ შეგრძნების აბსოლუტიზმს ბრძოლა გამოუცხადა და წარმოდგენათა ასოციაციურ თეორიას დაუპირდაპირა მოძღვრება გეშტალტური მთლიანობის შესახებ. როგორც აინშტაინისათვის, ისე გეშტალტფსიქოლოგიის წარმომადგენლებისათვის ერთდერთ მოცემულობას ორი ან მეტი სხეულის თანაფარდობა წარმოადგენს, რომლებიც ერთიმეორისკენ მოძრაობენ და ერთიმეორისაგან გათიშულ არსებობას მოკლებული არიან. შეგრძნება, როგორც მთელის სხვა შემადგენელი ნაწილებისაგან გამოთიშული ფენომენი, გეშტალტფსიქოლოგიამ ფიქციად ჩათვალა და სამყაროს ელემენტებად დაქუცმაცების წინააღმდეგ ბრძოლაში აინშტაინის რელატივიზმის საფუძველზე აგებულ ფიზიკას ამოუღვა გვერდით.

აქედანაა გადმოტანილი გეშტალტფსიქოლოგიაში ასე ფართოდ გამოყენებული ველის თეორია. კელერი, კოფკა და, განსაკუთრებით, კურტ ლევინი ელექტრონულ-მაგნიტური ველის თეორიაზე დაყრდნობით ცდილობენ ქერქში ფსიქიკური გეშტალტის იზოპორფული მოვლენების დახასიათებას. ცნებები, რომლითაც ისინი სარგებლობენ სახეუცვლელადაა ფიზიკიდან გადმოტანილი.

საერთოდ, ცნობილია, რომ ფსიქოლოგიაში ზერელე ფიზიკალიზმის დანერგვა წარმოადგენს გეშტალტფსიქოლოგიის წარმომადგენელთა უშუალო დამსახურებას. ცდა იმისა, რომ ფსიქიკური მოვლენების ურთიერთობაში დაენახათ მხოლოდ ის, რაც ფიზიკური სამყაროს მოვლენებისათვის არის დამახასიათებელი, გახდა მიზეზი იმისა, რომ სუბიექტი, რომელიც მართავს ცნობიერებაში მიმდინარე პროცესებს, ყურადღების გარეშე იქნა დატოვებული. ჩვენ ამით იმის თქმა გვსურს, რომ გეშტალტფსიქოლოგიაში სრულიად იგნორირებულია ის პრობლემა, რომელიც ესოდენ ენერგიულად დააყენა თანამედროვე მეცნიერების წინაშე კიბერნეტიკამ.

რელატივისტური ფიზიკის მკვიდრია თანამედროვე კვანტურა მექანიკა, რომლის პრინციპები თანდათან მტკიცდება ფსიქოლოგიაში. აქედან მომდინარეობს, ჩვენი აზრით, ფაქტორთა ანალიზისა და მათემატიკური სტატისტიკის დამკვიდრება ფსიქოლოგიაში.

მთლიანობას იღვას მეტად მტკიცედ აქვს ნიადაგი გადგმული თანამედროვე ბუნებისმეტყველებაში. რასაკვირველია, ამ მხრივ გამოწონაკლისს არც ფსიქოლოგია წარმოადგენს, მაგრამ საკითხი ეხება იმას, თუ როგორ იქნება იგი გაგებული. ფსიქიკურის მთლიანობა იმთავად მოცემულობას არ უნდა წარმოადგენდეს, როგორც ეს გეშტალტთეორიის წარმომადგენლებს ჰგონიათ. ფსიქიკა დინამიკური პროცესია, რომლის არსებობა, ერთი მხრივ, გარემოზე და მოკიდებული და, მეორე მხრივ, ორგანიზმის მოთხოვნილებაზე. ამ ორი ფაქტორის ერთიანობით იწყება ცოცხალი არსების მოქმედების ჩამოყალიბება. გეშტალტი, როგორც ზემოთ იყო მითითებული, უფაქტოროდ არსებული მთლიანია, რომლის არც დაშლაა შესაძლებელი და არც აღდგენა.

ორგანიზმი წარმოადგენს მთლიანს, მაგრამ იგი არც ერთ მომენტში არ არსებობს გარემოსა და მოთხოვნილების გარეშე. ორგანიზმის მოქმედება მიზანშეწონილებით ხასიათდება იმის გამო, რომ იგი გარემოსთან შეგუების საფუძველზე აღმოცენდება, რომელიც წარმოადგენს ორგანიზმის მოთხოვნილების დაკმაყოფილების ერთადერთ საშუალებას. ცვალებადია არა მარტო მოთხოვნილება, არამედ გარემოც, ამიტომ მათი ერთიანობაა საჭირო, რომ ორგანიზმმა განახორციელოს მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად აუცილებელი ქცევის აქტები.

### 3. გეშტალტური თუ სისტემური მთლიანი

ჩვენ წინაშე შემდეგი შინაარსის პრობლემა დგას: გეშტალტი თუ სისტემა? რომლის სასარგებლოდ მეტყველებს თანამედროვე ბუნებისმეტყველების განკარგულებაში არსებული ფაქტები? ორგანიზმი როგორც გეშტალტური მთლიანი უნდა იქნეს გაგებული, თუ როგორც სისტემური მთლიანი?

სისტემურობის თვალსაზრისი იმით განსხვავდება გეშტალტის თეორეტიკოსების მოსაზრებისაგან, რომ სისტემური მთლიანი არ გულისხმობს სუპერსუმაციას და არც მთელის ეფექტს მის ნაწილებზე. იგი ველის კონცეფციიდანაც განსხვავებული ცნებაა, რომელიც არც მელიუმის უწყვეტობასა და არც იმ აზრს იცავს, რომ სივ-

რცეში მოთავსებული ყოველი წერტილი ძალისა და მიმართულების მქონეა. სისტემის ცნება გულისხმობს, რომ საქმე გვაქვს დისკრეტულ მოძრაობებთან და ხლომილებებთან.

სისტემა არის ორგანიზებული მთლიანი, რომელიც შედგება ურთიერთდამოკიდებული ნაწილებისაგან. მათ შორის ურთიერთობის დამყარების ერთადერთი გზა არის კავშირი, რომელიც შეიძლება იყოს ძლიერი და სუსტი. ორგანიზაცია სისტემაში შემავალ ნაწილებს შორის კავშირის არსებობას ემყარება, ამიტომ ვამბობთ, რომ სისტემა ორგანიზებული მთლიანობაა. ამის მაგალითს იძლევა ორი სიტყვა: „მაღალი ხე“, ესეც ურთიერთდაკავშირებული ნაწილებისაგან შედგება და ქმნის პატარა სისტემას. ორივე სიტყვას ერთად ისეთი მნიშვნელობა აქვს, რომელიც ცალ-ცალკე არც ერთს არ გააჩნია. ამ სიტყვათა შეუღლებით მიღებული ცნობა (ინფორმაცია) ნაკლებია, ვიდრე თითოეულიდან ცალ-ცალკე. სხვაობა ჭარბი ინფორმაციის სახით ვლინდება და მიგვითითებს იმის შესახებ, რომ თითოეულ სიტყვაში მოცემულია ინფორმაციის ოდენობა, რომლის ნაწილი მეორეშიც არის წარმოდგენილი. სისტემაში შემავალი ნაწილების თავისებურება იმაშია მდგომარეობს, რომ ერთის შესახებ არსებული ცნობები გულისხმობს მეორეს შესახებ გარკვეული ცნობის არსებობას.

გეშტალტი ამის მსგავსი მსჯელობის შესაძლებლობას არ იძლევა იმდენად, რამდენადაც იგი თავისი ბუნებით ეწინააღმდეგება კავშირების ცნებას.

სისტემა ორი სახისაა: დ ა ხ შ უ ლ ი და ღ ი ა. იდეალურად დახშული სისტემა გარედან არავითარ ენერგიას არ იღებს და არც მისგან აქვს ადგილი ენერგიის გარემოსათვის გადაცემას. ასეთი სისტემის ბუნებაში არსებობის შესახებ არაფერი ვიცით, თუ მხედველობაში არ მივიღებთ სინჯარაში ქიმიური რეაქციების მიმდინარეობას. ამ სახით გვხვდება დახშული სისტემა, რომელშიაც მიმდინარე რეაქცია შეიცავს თვითქმენად სხვადასხვაობას, რომელსაც რეაქცია ქ ი მ ი უ რ ი წ ო ნ ა ს წ ო რ ო ბ ი ს ა კ ე ნ მიჰყავს. მაგალითად, ზოგიერთ რთულ ნივთიერებას მაღალ ტემპერატურაზე შეუძლია დაშლა ატომებად; მაგრამ ამავე ტემპერატურაზე მისი ატომები და მოლეკულები ხელმეორედ შეერთების ტენდენციას ამჟღავნებენ. ასეთი ქიმიური პროცესი შე ე ქ ც ე ვ ა დ ი ა. არავითარი შესაძლებლობა არ არსებობს წინასწარ გავითვალისწინოთ — როდის რომელი მოლეკულა დაიშლება, რომელი ატომი დარჩება ხელუხლებელი და როგორ წარმოიშობა მათი შეერთება. ჩვენ განკარგულებაშია მხოლოდ

სხედასხვა პროპორციებსა და ფაზებში წარმოდგენილი საშუალო რაოდენობანი, ამიტომ რომელიდაც ტემპერატურაზე წარმოიშობა პირობა იმისა, რომ რეაქციის მიმდინარეობაში დაშლილი ატომები და მოლეკულები მუდმივი აღმოჩნდებიან. ამის მიხედვით ასკენიან: სისტემამ წონასწორობა შეიძინა, იგი იმყოფება შედარებით სტატიკურ მდგომარეობაში.

ამის საწინააღმდეგო ცნებაა ღია სისტემა, რომელიც ცოცხალი ორგანიზმისათვის, უჭრედებისათვის არის დამახასიათებელი. იგი გარემოსთან უშუალოდაა დაკავშირებული. საიდანაც შეუწყვეტელ ნაკადად შემოდის და გადის მასში სისტემის მოქმედების პროდუქტი. ღია სისტემა არასოდეს არ არის სტატიკური წონასწორობის მდგომარეობაში, მისთვის არა წონასწორობა, არამედ, როგორც კელერს აქვს მითითებული, მყარი მდგომარეობაა დამახასიათებელი. მყარია გარემოდან მასში შემოსული და გასული კომპონენტების ურთიერთობა, მაგრამ თვითონ ღია სისტემა არასოდეს არ არის სტატიკურ და უძრავ მდგომარეობაში. იგი მუდმივ მოქმედ მდგომარეობაში იმყოფება. ღია სისტემა შეიძლება ღია ჰურჭელს შევადაროთ, რომელშიაც წყალი დგუშით აგვყავს, მაგრამ იგი ასევე გამოდის გარეთ ამ ჰურჭლის ღია ადგილიდან. მოლეკულების ერთმანეთთან და შემდეგ ჰურჭლის კედელთან ურთიერთობის შედეგად წყალი გარკვეულ დონეზე დგება, თუმცა ცალკეული მოლეკულები მუდმივ ცვლაშია.

ორგანიზმისებრ სისტემაში მყარი მდგომარეობის დაცვას ხელს უწყობს გარკვეული ფიზიკურ-ქიმიური პრინციპების მიხედვით მიმდინარე რეაქციები. სხეულის მოქმედებისათვის დამახასიათებელი ჰომეოსტაზის მოვლენები, მიუხედავად გარემოში არსებული ცვლილებისა, ხელს უწყობს წყალბადის იონების გარკვეული ოდენობით კონცენტრაციას, ტემპერატურის შენარჩუნებას და ა. შ. სისტემა ისეა აგებული, რომ იგი „თვითონვე იცავს თავის არსებობას“. ღია სისტემის თავისებურებას, განსხვავებით დახშული სისტემისა, შეადგენს ის, რომ აქ ადგილი არა აქვს შექცევადობას. — რეაქცია მხოლოდ ერთი მიმართულებით მიმდინარეობს.

ღია სისტემა, როგორცაა ორგანიზმი, მუდმივ მოქმედებაშია, რაც შეუძლებელია სათანადო ენერგიის გარეშე, რომელსაც ის საკვები ნივთიერების მიღებით, მისი დაშლის გზით ღებულობს. შეუწყვეტელი ასიმილაციისა და დისიმილაციის პროცესი, რომელსაც ორგანიზმში აქვს ადგილი, არის მისი ენერგიის — მოთხოვნისა ღებვის წყარო.

ყოველი სისტემა გულისხმობს ურთიერთდაკავშირებულ და ერთმანეთზე დამოკიდებულ დინამიკურ ელემენტთა ერთიანობას. სისტემის რომელიმე კერძო სახე შეიძლება განვიხილოთ როგორც სხვა სისტემისაგან განსხვავებული, მაგრამ იმის გარეშე არასოდეს, რომელთანაც იგი დინამიკურადაა დაკავშირებული. შეიძლება იყოს რთული, ახასიათებდეს ქვესისტემებისაგან შედგენილობაც, მაგრამ ამ შედგენილობაში მონაწილე გაცილებით ნაკლები ავტონომიური მოქმედებით სარგებლობდეს, ვიდრე მასზე მალა მდგომი მთლიანი სისტემა. ეს ხელს არ გვიშლის თითოეულის მოქმედების გარჩევას.

#### 4. ფსიქოლოგია და კიბერნეტიკა

კიბერნეტიკის ბუნებიდან გამომდინარეობს მისი კავშირი ფსიქოლოგიასთან, ვინაიდან ფსიქიკური შეიძლება განვიხილოთ როგორც ინფორმაციის კერძო ნაწილი. ცოცხალი არსება გამლიზიანების ხატს იყენებს ქცევის რეგულაციისათვის და ეს არის მისთვის ინფორმაცია იმისა, თუ რა მიმართულებით არის საჭირო გადაიდგას ნაბიჯი. მანქანის მექანიზმების რეგულაციაში ასეთივე როლი დაკისრებული აქვს ინფორმაციას. ამ შემთხვევაში ორივე მეცნიერების ინტერესები ემთხვევა ერთიმეორეს, ამიტომაც ორივეს საზრუნავი საგანია — გაირკვეს ინფორმაციის დანიშნულება როგორც ორგანიზმის, ისე მანქანის მოქმედებაში.

თანამედროვე კიბერნეტიკული მანქანების აგებულება და დანიშნულება გულისხმობს ადამიანის მსჯელობის, მეხსიერების, აღქმის, მისი გონების თავისებურებათა მხედველობაში მიღებას. ამ ინტელექტუალური ფუნქციების მოქმედებისა და ერთიანობის ბუნებრივ სფეროს ადამიანის ქცევა წარმოადგენს. ფიზიოლოგიური და ფსიქიკური ფუნქციების ერთიანი მოქმედება კონკრეტულ გამოვლინებას ადამიანის ქცევაში პოულობს. შეიძლება ამის საილუსტრაციოდ მფრინავის მოქმედების განხილვა აღმოჩნდეს ყველაზე უფრო ხელსაყრელი. თვითმფრინავის დიდ სიმაღლეზე ასვლას თან სდევს ცვლილება ადამიანის გრძნობის ორგანოებში, ამის შესატყვისად იცვლება ისიც და მისი დამოკიდებულებაც ახალ გარემოსთან. სწორედ ამან დასვა საკითხი მეხსიერების, აღქმის, სივრცეში ორიენტაციის შესწავლის შესახებ ფრენის პროცესში. ფსიქოლოგიას ევალება გავცეს პასუხი — რა გავლენას ახდენს ადამიანის მოსაზრებაზე ფრენის სიმაღლე, მის რეაქციებზე — ფრენის სისწრაფე,

ხიფათის დაძლევა, როგორ იცვლება ამ შემთხვევაში მისი ქცევა? რა როლს ასრულებს ადამიანი, როგორც მძღოლი, როგორც კავშირების ტექნიკური სისტემის წამყვანი ძალა და ა. შ.

ადამიანის ქცევის, მისი ფსიქიკის ამ თავისებურებათა ცოდნის გარეშე ავტომატების არც შორიდან მართვაა შესაძლებელი და არც მათი მუშაობისათვის აუცილებელი პირობების წინასწარი გათვალისწინება.

კიბერნეტიკის მიზანია, როგორც თავიდან იყო აღნიშნული, ისეთი ავტომატის შექმნა, რომელიც ადამიანის აღქმის, ადამიანის მეხსიერების, ადამიანის აზროვნების მოქმედებასთან არის შეგუებული. ცხადია, ასეთი დანიშნულების ავტომატის აგება არ შეიძლება განხორციელდეს თუ არ ვიცნობთ თვით ამ ფსიქიკური ფუნქციების მოქმედების წესებს, იმ თავისებურებებს, რომელიც თითოეულისათვისაა დამახასიათებელი. მაგრამ ამის ცოდნას მაშინ ექნება კიბერნეტიკისათვის მნიშვნელობა თუ შესაძლებელია ფსიქიკის მექანიზაცია. ამ საკითხზე სრულიად გარკვევით შესაძლებელია დადებითი პასუხის გაცემა. ამ მხრივ ყველაზე თვალსაჩინო მაგალითის დასახელების შესაძლებლობას იძლევა ადამიანის ჩვევები.

ადამიანი წერის დროს არ ფიქრობს, რა სახის გრაფიკული გამოხატულება მისცეს თითოეულ ასოს, მიუხედავად ამისა წერის პროცესი ნორმალურად და სწრაფად მიმდინარეობს. ასეთივე ავტომატიზებული და არაცნობიერი მიმდინარეობით ხასიათდება მეტყველებაში სიტყვათა შეუღლება. ადამიანი მისდა უნებურად იწყებს სიმღერას და შემდეგ იცნობიერებს, რომ მას ეს მელოდია წინააღმართ ნახული ფილმიდან აქვს დამახსოვრებული. ზოგჯერ ხელი თვითონ იწყებს მაგიდაზე ისეთი ტაქტით მოძრაობას, რომ თითქოს მელოდიას უკრავდეს.

ყველა ასეთ შემთხვევაში საქმე გვაქვს გარკვეულ მიზანთან დაუკავშირებელ მანქანურ მოძრაობასთან. ეს სრულიად არ ნიშნავს იმას, რომ მოძრაობათა ავტომატიზმში გამორიცხავდეს მიზანშეწონილობას. პირიქით, ჩვენ მიერ შეძენილი ჩვევები და ის მოძრაობანი, რომელიც შინაგან ორგანოებში მიმდინარეობენ, არც ერთი არ არის მიზანშეწონილობას მოკლებული. წარმოიდგინეთ აკრობატი, რომელიც გაჭიმულ მავთულზე ცეკვავს, მისი სხეულის მოძრაობამ ერთი წამით რომ დაკარგოს ვარჯიშის პროცესში შეძენილი მიზანშეწონილობა, იგი იქვე მოწყდებოდა მავთულს და იატაკზე დაენარცხებოდა.

ყოველი სახის ჩვევა, მაგრამ მათ შორის ისეთი, როგორიც ზემოთაა აწერბლი, მოითხოვს არაჩვეულებრივი სიზუსტის დაცვას,



სხეულის თითოეული ნაწილის დახვეწილ და სწრაფ მოძრაობებს, მათ შეხამებასა და სიერცეში უშეცდომო ორიენტაციას. ამის მისაღწევად დიდი ხნის ვარჯიშია საჭირო, რომელიც წარმოადგენს მოძრაობათა დიფერენციაციისა და ფიქსაციის ერთადერთ დასაყრდენს. ვარჯიშის შედეგად ადამიანი აღწევს იმას, რომ მეტად რთულ მოქმედებას, რომელსაც იგი ცნობიერების მონაწილეობით. თითოეული მისი კომპონენტის გაანალიზებით ასრულებდა, ჩვევის დაუფლების შედეგად აკეთებს ცნობიერების მონაწილეობის გარეშე და როგორც ავტომატიზებულ პროცესს ფლობს.

მავთულზე სიარულს, როგორც ცნობილია, ცხოველიც სწავლობს, თუმცა მას ცნობიერება არა აქვს. როგორ არის ეს შესაძლებელი? ცოდნის შექმნის ორი გზა არსებობს: ადამიანის ცოდნა ინტელექტის, მისი აზროვნების მოქმედებას ემყარება, ხოლო ცხოველის ცოდნა — ოპტიკური ველის მექანიზმებს. აქ ცდასა და შეცდომას ბოლო არასოდეს არ მოეღებოდა, რომ ცხოველის მოქმედება ისეთ მყარ ნიადაგს არ ემყარებოდეს, რომელსაც ქმნის ცდისა და შეცდომის მიერ დატოვებულ კვალთა გაერთიანება, მათი გარკვეული მიმართულებითი ორგანიზაცია. ასე ყალიბდება ქცევის მოდელი, რომლის შესახებ ცალკე გვექნება მსჯელობა.

ადამიანის ქცევაში ის, რაც ავტომატიზებული მიმდინარეობით ხასიათდება არ არის მათემატიკური მანქანისათვის მიუწვდომელი. ეს შეიძლება გამტკიცებულ და სათანადო საფუძვლის მქონე მოსაზრებად მივიჩნიოთ, მაგრამ თანამედროვე კიბერნეტიკა ამით არ კმაყოფილდება და თავის ძირითად ამოცანად თვლის მიაღწიოს საზოგადო პროცესების მექანიზაციასაც.

## 5. ენა და კიბერნეტიკა

აზროვნების მათემატიკური ლოგიკის სიმბოლოებში გამოხატვა, არსებითად, წარმოადგენს მის ფორმალიზაციას და სწორედ ეს უკანასკნელი ამზადებს აუცილებელ პირობას აზროვნების ავტომატიზაციის მისაღწევად. დაახლოებით იგივე უნდა ითქვას აზრის გამოხატვის საშუალებაზე, ადამიანის ენაზე. ჩვენ სადაც არ უნდა ვიყოთ ყველგან ერთ ენობრივ ფორმაში გამოვხატავთ ერთი და იგივე საგნიდან მიღებულ შთაბეჭდილებას. შავი დაფა ყველგან და ყველასათვის შავი დაფაა. ქართულ ენაზე მოლაპარაკე ადამიანი დასავლეთ თუ აღმოსავლეთ საქართველოში, რუსეთში თუ საფრანგეთში ყოფნის შემთხვევაში ყოველთვის ერთსა და იმავე ენობრივ ნიშნებში გამოხატავს იმას, რასაც „შავი დაფა“ ეწოდება. მას რომ ამის

გამოსახატავად საქართველოში სხვა სიტყვები ჰქონოდა, ხოლო რუსეთში ქართულად მეტყველების შემთხვევაში კიდევ სხვა, საერთოდ, მეტყველებისათვის დამახასიათებელ ფორმალიზაციას ვერასოდეს ვერ მივალწევდით.

გამოთვლის პროცესი სრულიად არ არის საგანთა და აზრთა თვისებებზე დამოკიდებული, მიუხედავად იმისა, ალგებრაში აქვს ამას ადგილი, თუ არითმეტიკაში. რიცხვ ერთს საგნებიდან მიღებული შთაბეჭდილების დამოუკიდებლად არსებობის ძალა აქვს. ამიტომ შეიძლება ერთი იყოს მსხალიც და ვაშლიც. ორი ხე. ორი ქვა, ორი ავტომობილი, ორი გზა, ორი ადამიანი, — ყველგან ერთი გარკვეული ოდენობის აღმნიშვნელია და ამიტომაც არ გვკირდება თითოეულის ოდენობას განსხვავებული ფორმულა მოუენახოთ ასეთთა არითმეტიკული აზროვნების კანონი და ამიტომაც ითვლება იგი ფორმალურ მეცნიერებად.

ენაში დამკვიდრებული ფორმულები იმდენად გამტკიცებულია ჩვენში, რომ ხშირად ცნობიერების მონაწილეობის გარეშე განაგებენ მეტყველების პროცესს. S არის P; თუ S არის M, მაშინ M ყოფილა P. ეს ასეა დამოუკიდებლად იმისა, თუ რა შინაარსის გამომხატველია S, M, P. ამ სახის მიმართებანი დამახასიათებელია არა მარტო აზროვნებისათვის, არამედ ენისათვის, ე. ი. განსაკუთრებით იმ აპარატისათვის, რომელიც ადამიანს საკუთარი აზრის გამოსახატავად აქვს.

ამ მსჯელობის დროს მხედველობაში გვაქვს აზროვნება არა ყველა თავისებურებით, არამედ მისი ერთი მხარე, რომელიც ფორმალიზაციის შესაძლებლობას იძლევა. მას მრავალი სხვა მხარეც გააჩნია, რომელთა შორის მთავარი ადგილი ენობრივ მოქმედებას აქვს დათმობილი.

ყოველი ენა სიტყვებისაგან შედგება. სიტყვებისაგან შემდგარი წინადადებებით აზრის გამოხატვა არის მეტყველება, მაგრამ იგი სრულიად არ გულისხმობს სიტყვების ერთიმეორის გვერდით ნებისმიერად ჩამოთვლას. უგუნურობა იქნებოდა ენის შესასწავლად მიგვემართა ლექსიკონისათვის, რათა სიტყვები იმავე თანამიმდევრობით დაგვეზებირებია. როგორც ისინი იქაა დალაგებული. შეიძლება სიტყვების მარაგი საკმაო ჰქონდეს ადამიანს, მაგრამ ენა არ იცოდეს, — ვერ გამოიყენოს ისინი საკუთარი აზრის სხვისთვის გასაზიარებლად. სიტყვებით აზრის გამოსათქმელად არა მარტო სიტყვების გაზებირებაა საჭირო, არამედ იმის ცოდნაც, თუ როგორ უნდა იქნას ისინი გამოყენებული.

როგორც ითქვა, სიტყვების შეწყვილება და წინადადებების შედგენა, ნებისმიერად არ მიმდინარეობს, მაგრამ იგი ამავე დროს არც სულ შემთხვევითი და ქაოტურად მიმდინარე პროცესია. მეტყველებას ადამიანი სწავლობს და ამ გზით მიღებულ ცოდნას იყენებს აზროვნების გამოსახატავად საჭირო წინადადების ჩამოსაყალიბებლად. აქ არ არის მსჯელობა ცოდნის ცნობიერად გამოყენების შესახებ, ვინაიდან არავინ არ ფიქრობს როგორი უნდა იყოს სიტყვათა თანამიმდევრობა, იგი არაცნობიერად მიმდინარე პროცესია. ერთი სიტყვით, ადამიანი არაცნობიერად ხელმძღვანელობს იმ წესით, რომლის საფუძველზე სიტყვები მეტყველების პროცესში გარკვეული თანამიმდევრობით უკავშირდება ერთიმეორეს. თუ გვითხრეს: „თბილისი, მტკვარი, მდინარე“, მივხვდებით, რომ საქმე ეხება თბილისს, მტკვარს, მდინარეს. მაგრამ შეიძლება ვერ გაეარკვიოთ, რომ ამით ნათქვამია: „თბილისში მდინარე მტკვარია“. შეიძლება ამ აზრის ასე გამოსატყუც: „მტკვარია თბილისის მდინარე“. ეს უკანასკნელი წინადადებაა და არა თავიდანვე შესიტყვების გარეშე ჩამოთვლილი სიტყვები. წინადადების შესადგენად სიტყვების ერთმანეთთან დაკავშირებაა საჭირო, რომელიც ყოველ ენაში არსებითად ერთხელ და სამუდამოდ ჩამოყალიბებული წესის მიხედვით მიმდინარეობს. ამ წესის მიხედვით იკავებს თითოეული სიტყვა წინადადებაში გარკვეულ ადგილს, რომელსაც ყოველთვის აქვს გარკვეული ფორმა. წინადადებაში სიტყვების გარკვეულ ფორმაში გამოცხადება ქმნის აღმნიშვნელსა და აღსანიშნს შორის კონკრეტული სახის მიმართებას.

წინადადებაში სიტყვას გარკვეულ ფორმას აძლევს ბრუნვაა და უღლილების მაჩვენებელი ნაწილაკები: სიტყვა „წერა“ თუ მესამე პირში დავსვით, მივიღებთ — წერს, „კითხვა“ მესამე პირში — კითხულობს. ამ ორი სიტყვის სხვაგვარი წარმოება შეუძლებელია. ნაწილაკ „ს“ და „ობს“ არა მხოლოდ ეს ორი, არამედ ამ კატეგორიის ყველა სიტყვა შეიძენს მესამე პირის აღსანიშნავად. ამ მხრივ მათ შორის არავითარი განსხვავება არ არსებობს. განსხვავებას სიტყვის შინაარსი ქმნის, რომელიც ამა თუ იმ ბგერათა კომპლექსითაა ჩვენში ფიქსირებული. „წერს“ სულ სხვა მოქმედებას ნიშნავს და „კითხულობს“ კიდევ ამასთან შედარებით სულ სხვას.

ჩვენ შეგვიძლია რიგი სიტყვების დასახელება, რომელთაც პირველი პირის აღმნიშვნელი პრევერბი ერთნაირი აქვთ: ვ-წერ, ვ-კითხულობ, ვ-ხატავ, ვ-ფრინავ, ვ-აგორებ და ა. შ. შინაარსის მიხედვით ეს სიტყვები განსხვავებული მნიშვნელობისაა, მაგრამ პირველი პირ-

რის აღმნიშვნელი ნაწილაკი „ვ“ ყველგან მონაწილეობს, მიუხედავად იმისა, თუ რა სახის მოქმედებას ასრულებს სუბიექტი.

ახლა ავიღოთ ზედსართავი სახელი: შაქრიანი, მარილიანი, რძიანი, ხორკლიანი... თითოეული სიტყვა საგნის განსხვავებულ თვისებაზე მიუთითებს, მაგრამ მათ შორის საერთოც არსებობს. ამის დასანახავად თავი უნდა მოვარიღოთ თითოეული სიტყვის მნიშვნელობას და იქვე დაინახათ ისეთ ფორმალურ ელემენტს, რომელიც ყველასათვის საერთოა. ასეთი ფორმალური ნიშანია დაბოლოება „ანი“.

შეიძლება სიტყვა სრულიად უაზრო იყოს, მაგრამ ფორმალური ნიშნის მიხედვით ვიცნოთ არსებით სახელთან გვაქვს საქმე თუ ზედსართავთან, ზმნაა იგი თუ ნაცვალსახელი. ასეთი სიტყვებიდან აგებულ წინადადებებს ხშირად სულით ავადმყოფებს შორის ვხვდებით, როგორც ნეოლოგიზმის გამოვლინებას. საინტერესოა, რომ ასეთი მსჯელობის დროს წინადადების შინაარსი გაუგებარია, მაგრამ სიტყვათა შეუღლების ფორმალური წესი სავსებით დაცული: „...რის შესახებ არის მათი ჰაეროვნება, შემაწუხებელი ჰაეროვნება. ოჰ! და ის ნაწილაკები, რომელნიც მთლიანად განაკრეფებულა ჰაერობით, მათ სუფთა სუნთქვა სურთ...“ აქ ყველგან დაცულია წინადადებისათვის დამახასიათებელი გრამატიკული წყობა. მისი უაზრობა სრულიად არ გვიშლის ხელს ვიცოდეთ, ავადმყოფი „ჰაეროვნების“ შესახებ მსჯელობს, რომელიც შემაწუხებელია. ეს სიტყვა არსებითი სახელის დანიშნულებას ასრულებს. ასეა მეორე წინადადებაც, სადაც კავშირის აღმნიშვნელი ნაწილაკიცაა გამოყენებული და შორისდებულიც. სიტყვა „ნაწილაკები“ დაკავშირებულია „განაკრეფებული ჰაერობასთან („...ის ნაწილაკები, რომელნიც მთლიანად განაკრეფებულია ჰაერობით“), სადაც მესამე პირის ნაცვალსახელთან დაკავშირებით ნახმარი არის ნაწილაკები და რომელიც თურმე „მთლიანად განაკრეფებულია ჰაერობით“. გრამატიკული ფორმების ხმარებაში ავადმყოფს ბრალს ვერ დავდებთ. ეს ფაქტი მეტად მნიშვნელოვან მოვლენაზე მიგვითითებს, სახელდობრ, რომ არსებობს, ლექსიკურ შინაარსთან შედარებით, ენობრივ ფორმათა დამოუკიდებლობა.

გრამატიკული წესების ძალა, მიუხედავად იმისა, რომ ამ დანიშნულების შემსრულებელ ნაწილაკებს ფორმალური როლის შესრულება აქვს დაკისრებული, მიგვითითებს — როგორი გზით წარიმართება სიტყვების შეკავშირება. ეს იძლევა შესაძლებლობას დაუმრთავრებელი წინადადება სწორად იქნეს დამთავრებული: „ის გულ-

მოსული წავიდა და კარები ისე...“ ცხადია, ამ წინადადების შინაარსის მიხედვით უნდა თქმულიყო: „ის გულმოსული წავიდა და კარები ისე მაგრად მოიხურა...“ უკანასკნელი ორი სიტყვა „მაგრად მოიხურა“ აკლდა წინადადების დამთავრებას. საერთოდ ვულგარული კაცი კარების მაგრად მოხურვას მიმართავს და არა ნელა. ამრიგად, სიტყვა „გულმოსული“ რომ არ გვექონოდა ვერ განვსაზღვრავდით ნელა იყო კარი მიხურული. თუ მაგრად.

ქართული ენა 33 ბგერის (ასოს) კომბინაციით შედგენილი სიტყვებით სარგებლობს. ენის ყველაზე მცირე ერთეული არის ბგერა (ა, ბ, გ...დ, ე...), რომელიც გარკვეული წესითაა ერთმანეთთან დაკავშირებული. წერით გამოთქმული ბგერებია ასოები და თითოეული გარკვეული ბგერის აღმნიშვნელია, რომელთა კომბინაცია იმდენად მრავალფეროვანია, რომ ასე შედგენილი სიტყვათა მარაგი საკმაოდ მდიდარი წარსულის მქონე ენებში 120-დან 160 ათასამდე აღწევს. ამიტომ ამბობენ, რომ ყოველ ენაში უსაზღვროდ მრავალი ბგერა ისმარება. შეიძლება ვერც კი მოინახოს ორი აღამიანი, რომელიც ერთნაირად გამოთქვამდეს ამა თუ იმ ბგერას. მიუხედავად ამისა, სხვადასხვა ბგერა ენაში ერთსა და იმავე ფუნქციას ასრულებს.

ყოველი ბგერა მეორესაგან აკუსტიკურად განსხვავებულია, მაგრამ საეხებით მსგავსებია სხვა ბგერებთან ზიმართების თვალსაზრისით. ასო „ე“-ს მნიშვნელობა არ იცვლება, ვიტყვით მას გაჭიანურებით „ეეე მოდი აქ“, თუ შეკუმშულად „ეი მოდი აქ“. ორივე შემთხვევაში „ე“ გვესმის და მისი მნიშვნელობაც არ იცვლება. ბავშვმა შეიძლება „საშა“ წარმოთქვას, როგორც „შაშა“, „პაპა“ — „ბაპა“, „ტრიალი“ — „თრიალი“ და ა. შ. ჩვენთვის მაინც ცნობილია თუ რა უნდა ეთქვა ბავშვს და რომელი ბგერის წარმოთქმა ვერ შეძლო სწორად. ეს იმიტომ, რომ ჩვენთვის ყოველი ბგერა მასში მტკიცედ ფიქსირებული მნიშვნელობის მატარებელია და მისი ეს მნიშვნელობა, მიუხედავად წარმოთქმის ნაირობისა, არ იცვლება. იგი, როგორც იტყვიან, კონსტანტურია. ასეთ უცვლელი მნიშვნელობის მატარებელ ბგერებს ენათმეცნიერებაში ფონემა ეწოდება. შეიძლება ასო „ტ“ წარმოთქმის დროს „დ“-ს დაუახლოვდეს ან „თ“-ს, მაგრამ ჩვენს აღქმაში იგი ყველგან ინარჩუნებს „ტ“-ს მნიშვნელობას. ფონემა ყველა ვარიაციაში ერთ ფუნქციას ასრულებს. ბგერები ა, ო, ე, ვ, პ, თ სხვადასხვა ფუნქციებს ასრულებს, ამიტომ მათ გადასმას და შეცვლას მოჰყვება აზრის დამახინჯება. ერთიმეორისაგან განსხვავებული ფონემებია და თითოეული თავისებურ გამოხატვას ით-

ხოვს. ერთი სიტყვით, ფონემის აღქმაში მთავარი მნიშვნელობა აქვს არა ბგერების ფიზიკურ თვისებას, არამედ მის დამოკიდებულებას მეორე ბგერასთან.

ენობრივ ელემენტებს შორის ასე იქმნება ფორმალური კავშირების ერთიანობა, რაზედაც დამოკიდებულია ენის სტრუქტურა.

სხვა მხარეთა შორის ენაში უნდა გავარჩიოთ ფორმალური მხარე, რომელსაც განსაკუთრებულ ყურადღებას უთმობს ენის სტრუქტურული ანალიზი. აქედან გაჩნდა მიმართულება ენათმეცნიერებაში, რომელსაც სტრუქტურალიზმი ეწოდება.

სტრუქტურულმა ენათმეცნიერებამ ბევრი რამ გააკეთა ენაში ფორმალური ნიშნების განსახორციელებლად, რომელიც ლოგიკასა და მათემატიკაში რიგი უპირატესობის შემომტანი აღმოჩნდა. ფორმალური ნიშნის თან მოაქვს ენობრივი ოპერაციები: სისულაზე ხელის შემშლელი მოვლენებიდან განთავისუფლების გზით. აზრის სიმბოლოებით გამოხატვამ, რომელიც სტრუქტურულმა მიმდინარეობამ განამტკიცა ენათმეცნიერებაში, ხელი შეუწყო გაითავისუფლებია ენობრივი მოვლენების შესწავლა ადამიანის ემოციებისა და სურვილების გათვალისწინებისაგან. ამით საფუძველი მოენახა ერთი ენიდან მეორე ენაზე თარგმანის მანქანური წესით განხორციელებას.

## 6. ნეიროფიზიოლოგია და კიბერნეტიკა

თავის ტვინის მანქანური მოქმედების განსახილველად მეტად ხელსაყრელია განვიხილოთ მასში მიმდინარე ნერვული პროცესები, როგორც რეფლექსი.

თუ რეფლექსის იმ განსაზღვრის ფარგლებში დაერჩით, როგორც იგი დეკარტეს მიერაა მოცემული, მაშინ საქმე გვექნება ასახულ მოძრაობასთან, რომელიც ფიზიოლოგიაში აგზნებისა და შეკავების სახითაა დახასიათებული. ამრიგად, აგზნება და შეკავება ტვინის ქერქში ასახული მოძრაობაა და ნერვული იმპულსის ორ განსხვავებულ სახეზე მიგვითითებს. ამ ძირითად ფიზიოლოგიურ პროცესებს შორის, თანახმად ივ. პავლოვის მითითებისა, ისეთივე ხასიათის მიზიდულება არსებობს, როგორც ამას ფიზიკაში მატერიალის ნაწილაკებს შორის აქვს ადგილი. დადებითი და უარყოფითი ინდუქციის მოვლენების განხორციელების საფუძველიც მიზიდულების კანონია.

ამრიგად, ცნებები, რომლის მიხედვით არის ნაცადი ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში მიმდინარე პროცესების დახასიათება (აგზნება, შეკავება, ინდუქცია, მათ შორის მიზიდულება), ფიზიკიდანაა ფიზიოლოგიაში გადმოტანილი.

აგზნება წარმოადგენს, თანახმად ივ. პავლოვის მითითებისა, დინამიკურ პროცესს, რომელიც ქერქის ერთი ადგილიდან მეორესაკენ მიემართება. აგზნების ირადიაცია ექსპერიმენტულად დადგენილია, რომლის მიხედვით შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა — თუ რა როლს ასრულებს ეს ელემენტარული ფიზიოლოგიური პროცესი ტვინის ნაწილების დაკავშირების მიმართულებით. ქერქის ნაწილებს შორის გზის გაკაფვას ექსპერიმენტის ხელმძღვანელი აგზნების გამოწვევით ახორციელებს. სავსებით აგზნებაზეა დამოკიდებული აფერენტული და ეფერენტული პროცესების ჩართვა (замыкание), ე. ი. დროებითი კავშირის ჩამოყალიბება.

დროებითი კავშირი პავლოვის მოძღვრებაში არის ცოცხალი არსების ქცევის ელემენტარული ფიზიოლოგიური მექანიზმი. მის ჩამოსაყალიბებლად „საჭიროა, რომ ახალი ინდიფერენტული აგენტი, როგორც პავლოვი მიუთითებს, რამდენიმეჯერ დაემთხვას იმ აგენტის მოქმედებას, რომელიც ორგანიზმთანაა დაკავშირებული. ასეთი დამთხვევის შემდეგ ახალი აგენტი იგივე კავშირს ამყარებს და იგივე მოქმედებას იწყებს“. აქ ინდიფერენტული აგენტის როლი ფიზიკურ გამლიზიანებელს აქვს დაკისრებული. მოქმედებაში მისი მოყვანა წინ უნდა უსწრებდეს მშვიერი ძაღლის ხორციით კვებას. ამ ცდის 8—10-ჯერ გამეორება საკმარისია, რომ ზარის გაგონებაზე ძაღლის პირის ღრუში იმდენი ნერწყვი გამოიყოს, რამდენიც გამოიყოფა ხორცის კამის დროს.

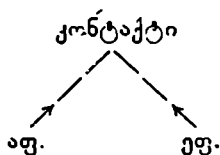
როგორ არის ეს შესაძლებელი? ზარს თავისთავად არაფერი ჰქონია საერთო პირში ნერწყვის გამოყოფასთან, — ამჟამად კავშირი ამ ორ მოვლენას შორის არსებობს და იგი ექსპერიმენტულ პირობებშია განხორციელებული. ცხოველის სმენის ნერვში აღმოცენებული აგზნება, როგორც გარკვეული ნერვული იმპულსი, ტვინის იმ ნაწილს გადაეცემა, სადაც სანერწყვე ჯირკვლის საინერვაციო ნერვია მოთავსებული (რასაკვირველია, ქერქის სათანადო პუნქტში გავლით). აქედან ეს იმპულსი ენისქვეშა ნერვით მიემართება სანერწყვე ჯირკვლისაკენ, რასაც თან სდევს ჯირკვლის შეკუმშვა და ნერწყვის პირის ღრუში გამოყოფა.

ორგანიზმის ამდაგვარი მოქმედების დასახასიათებლად სრულებით არ არის საჭირო მივმართოთ ფსიქოლოგიურ ცნებებს, თუ მხედ-

ველობაში გვაქვს ნერვული იმპულსის მოძრაობა, რომლის შესახებ ზემოთ გვქონდა საუბარი. ასევე არის შესაძლებელი. პავლოვის აზრით, ყოველი ქცევის, ცხოველის იქნება იგი თუ ადამიანის, ფიზიოლოგიური ცნებებით დახასიათება.

რამდენად შეეფერება მისი ასეთი მსჯელობა საქმის ნამდვილ ვითარებას, ამის შესახებ ორიოდ შენიშვნით დავკმაყოფილდეთ.

პირობით-რეფლექსური რკალი, რომელიც ნერვული იმპულსის მოძრაობის გზას გვიჩვენებს, არის რეფლექსური თეორიის თვალსაზრისით შექმნილი ქცევის მოდელი. მის გაცნობას შეუძლია გაგვეცეს პასუხი, რამდენად სწორადაა ასახული რეფლექსური თეორიის მიერ ორგანიზმში ქცევის ჩამოყალიბება და მიმდინარეობა.



1 სქემა

აფერენტული (აფ.) იმპულსი შემოდის ქერქში და აქედან ეფერენტული (ეფ.) გზით გადაეცემა შემსრულებელ ორგანოს (კუნთებს). აქ იმპულსის მოძრაობისათვის რკალი ღიაა. ქერქი შემოსული იმპულსიდან მთლიანად იცლება. რეფლექსურ რკალში, როგორც ვხედავთ, თავის ტვინის სენსორული ნაწილი არ არის გათვალისწინებული, ამდენად, რასაკვირველო, არც გამლიზიანების ფსიქიკური ასახვა. ყოველ შემთხვევაში არსად ჩანს, თუ რა როლი აქვს მას დაკისრებული.

აფერენტული გზით შემოსული იმპულსიდან ქერქში თუ არაფერი დარჩა, იგი ყოველთვის უნაშთოდ დაიცალა მისგან, მაშინ როგორღა არის შესაძლებელი რაიმე ცოდნის შექმნა! ასეთი პრინციპით მოქმედმა ტვინის პატრონმა 100 წელიც რომ იცხოვროს, მას მესხიერებისა და წარსულში მიღებულ შთაბეჭდილებათა საფუძველზე აღმოცენებული გამოცდილების ნასახიც არ აღმოაჩნდება. სინამდვილეში ჯერ არავის უნახავს ასეთი ცოცხალი არსება, რაც იმის მაჩვენებელია, რომ ამგვარად გაგებულ რეფლექსურ რკალში, რომელიც დეკარტეს ეკუთვნის, ქცევის ჩატევა ყოველად შეუძლებელია.

რეფლექსის ასე გაგების საწინააღმდეგოდ მეტყველი ფაქტები უხვადაა წარმოდგენილი თვითონ პავლოვის ფიზიოლოგიურ ლაბო-



რატორიებში. გამოირკვა, რომ გამლიზიანებლის ზემოქმედება უჯ-ზრ-უველოდ არ იქარგება, იგი ქერქში სტოვებს კვალს, რომელიც საფუძვლად ედება გარეთ განლაგებულ გამლიზიანებელთა შესატყვისი სტერეოტიპის ჩამოყალიბებას. სტერეოტიპი უმაღლესი ნერვული მოქმედების ფიზიოლოგიაში აგზნებათა და შეკავებათა სისტემურობის აღმნიშვნელი ცნებაა. იგი, თუ შეიძლება ასე ითქვას, ქცევის ჩამოყალიბების ფიზიოლოგიური მოდელია, მაგრამ ქცევის ჩამოყალიბება ხომ ამით არ მთავრდება. არსებობს მისი ფსიქიკური საფეხური, სადაც ხდება ფიზიოლოგიურის ფსიქოლოგიურში გადასვლა — შინაგან და გარეგან გამლიზიანებელთა ფსიქიკური ასახვა. ამ საფეხურზე გვექნება არა ფიზიოლოგიური, არამედ ქცევის ფსიქოლოგიური მოდელი, რომელიც, როგორც თავის დროზე იქნება ნახვენები, წარმოადგენს ფიზიოლოგიური და ფსიქიკური პროცესების მზაობას გარკვეული მოქმედებისათვის.

ვფიქრობთ, ყოველი იმპულსი ერთვის ორგანიზმის ამ წინასწარ-შემუშავებულ მდგომარეობას და მის საფუძველზე გადამუშავების შემდეგ მიემართება შემსრულებელი აპარატისაკენ. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ გამლიზიანებელზე საპასუხო რეაქცია არ არის უშუალო, როგორც ეს პავლოვის შემდეგი სიტყვებიდანაც ჩანს: „ძველი სტერეოტიპი რამდენიმე ხანი დაუშლელად განაგრძობს არსებობას, ხოლო შემდეგში ადგილს ახალს უთმობს“. თუ სტერეოტიპი, მისივე სიტყვებით რომ ვთქვათ, მტკიცედაა ფიქსირებული, შეუძლია განახლდეს და მისთვის არაადეკვატურ გამლიზიანებელზე ძველი შტამპით განსაზღვრული პასუხი მოგვეცეს, ცხადია, იმპულსიც გარეთ გაუკუღმართებული სახით გამოვლინდება.

ჩანს, სტიმულზე არა უშუალოდ, არამედ ორგანიზმის მდგომარეობის (სტერეოტიპის) საფუძველზე გადამუშავების შედეგად მიიღება საპასუხო რეაქცია. ქცევის ორწევრიანი ფორმულა: „სტიმულ-რეაქცია“, როგორც ვნახეთ, უნდა შეიცვალოს სამწევრიანი ფორმულით: სტიმული-ორგანიზმი-რეაქცია.

ასეთია ქცევის სტრუქტურა, ამიტომ მისი კიბერნეტიკული მოდელი სრულყოფილი არ იქნება, თუ ზემოაღნიშნული მხედველობაში არ იქნა მიღებული.

## მეთოდები

### 1. ექსპერიმენტი

ადამიანის მოქმედების სფეროში ინფორმაციის თეორიის გამოსაყენებლად გარკვეული პირობების დაცვაა საჭირო. ერთ-ერთი ასეთი პირობაა ის, რომ კომუნიკაციის როლი აქ უნდა შეასრულოს გარეშე პირმა და არა თვითონ იმ სუბიექტმა, რომლის ქცევის შესწავლა გვსურს. ინფორმაციის თეორია აგრეთვე ემყარება არა იზოლირებულ, არამედ მრავალრიცხოვან ხდომილებათა არსებობას. თუ, გავითვალისწინებთ იმასაც, რომ ქცევის სუბიექტი ამ თეორიისათვის ინფორმაციის გადამცემი არხია, მაშინ სრულიად გასაგები აღმოჩნდება თავისებურებანი, რომელიც განსხვავებულ ნიადაგს უქმნის კიბერნეტიკის სფეროში ფსიქოლოგიური ექსპერიმენტის დაყენებას.

ექსპერიმენტის ხელმძღვანელთა მოვალეობაა, დააკვირდეს მოკლენათა მიმდინარეობას ისე, რომ თვითონ არავითარი ცვლილება არ შეიტანოს შესასწავლ ექსპერიმენტულ სიტუაციაში, იმ ასტრონომის მსგავსად, რომლის ტელესკოპს ცვლილება არ შეუტანია ვარსკვლავების განლაგებაში. ასეთი ობიექტურობის დაცვა კიბერნეტიკულ ექსპერიმენტშიც ვერ ხერხდება, განსაკუთრებით ამ შემთხვევაში, როცა დამკვირვებელს უხდება ერთ-ერთი კომუნიკატის როლში გამოსვლა. გაცილებით უფრო მოიკოვლებს ამ მხრივ ფსიქოლოგიური ექსპერიმენტი, ვინაიდან აქ ცდისპირი ადამიანია, რომელსაც თვითონ შეუძლია ინფორმაციის მიწოდება. ფსიქოლოგიურ ექსპერიმენტში ცდისპირისა და ცდისხელმძღვანელის ურთიერთობის საშუალება ენაა, ეს იმ დროს, როცა შენონის კომუნიკაციის (ინფორმაციის) თეორია, მხოლოდ გარედამკვირვებლის გათვალისწინებითაა. ჩამოყალიბებული, გარედამკვირვებლის მეტა-ენისათვის, ან ტექნიკური მეცნიერების ტერმინით რომ ვისარგებლოთ, მეტა-არხისათვის.

ლიტონის არხსა და ორგანიზმს შორის უფრო მნიშვნელოვანი განსხვავებაა. ყოველ ინდივიდს გააჩნია გამოცდილება მარაგი, მასში შემოსული სტიმული, მის ამ გამოცდილების საფუძველზე გადამუშავებული, პოულობს გარეთ გამოხატულებას. საპასუხო რეაქცია ყოველთვის პირველადი სტიმულის მიერ დატოვებულ ცვლილებასთანაა დაკავშირებული, რაც დაღს ასვამს ადამიანის მიერ გადაცემულ ინფორმაციას. შენონის ინფორმაციის თეორია ამას ანგარიშს არ უწევს. ადამიანზე დაყენებული ექსპერიმენტი თაც შეიძლება მივალწიოთ პასუხების ერთგვარობას, თუ თავიდანვე შევარჩევთ ერთი ასაკის, ერთნაირი განათლების, ერთი სოციალური წრის ადამიანებს.

თანამედროვე ლინგვისტიკაში გამოყენებულია მასალის ისე მიწოდება, რომ მხედველობაში მიღებულია წინადადების მხოლოდ სინტაქსური მხარე და მასალის გააზრების მომენტი თავიდანვეა მოხსნილი. ცდისპირის პასუხიც დამოკიდებულია მწკრივის არჩევაზე, თანხვედრ ხდომილებათა აღბათობაზე. შედეგების ამ გზით ასხნა გაცილებით უკეთაა შესაძლებელი, ვიდრე „გააზრების“ მომენტზე მითითებით. მაშასადამე, ერთგვარი საწინდარიც არსებობს იმისა, რომ ლინგვისტიკური სტიმულების ინტერპრეტაციის შემთხვევაშიაც ნდობით მოვეპყრათ კომუნიკაციის სტატისტიკურ თეორიას.

როცა ადამიანის ორგანიზმს ვსახავთ საკომუნიკაციო არხად, შეუძლებელია მხედველობაში არ მივიღოთ ის, რომ თითქმის მიუღწეველია მისი იზოლირებული განხილვა. ეს არც იმ შემთხვევაში უნდა იყოს შესაძლებელი, როცა მას თეორიული მსჯელობის საგნად ვაქცევთ და გვსურს განვიხილოთ როგორც გაურკვეველი შინაგანი მოწყობილების შემცველი „შავი ყუთის“ ტრანსლექტორი. საგანგებო მსჯელობის გარეშეც ცხადია, რომ შეუძლებელია ორგანიზმის ცალკე ელემენტებად დანაწილება. რასაც ასე წარმატებით მიმართავენ საკომუნიკაციო არხის განხილვის შემთხვევაში.

მაშ, როგორ უნდა იყოს შესაძლებელი ფსიქოლოგიური ექსპერიმენტის გამართვა? ამის საილუსტრაციოდ ავირჩიოთ ერთ-ერთი ტიპური მაგალითი. ვთქვათ, ექსპერიმენტის ხელმძღვანელი ალტერნატივთა რიგიდან ირჩევს ერთ სიგნალს და მას მხოლოდ ერთხელ იყენებს სტიმულად. იგი ისეთ სიტუაციაშია, რომ იძულებულია მიმართოს ხმაურით გაბუნდოვანებული სტიმულის გაიგივებას მის მიერ არჩეულ სიგნალთან. მაგალითად, არჩეული სიგნალი თუ სიტყვაა, მაშინ სტიმული იქნება აკუსტიკური ხმაურის პირობებში წარმონათქვამი. ცდისხელმძღვანელს მეტი გზა არა აქვს და სიტყვაც მან იმ ბგერებიდან უნდა ამოიკითხოს, რომელიც ხმაურთან ერთად ესმის.

ხმაურის დროს მიღებული სტიმული ცდისხელმძღვანელისათვის არის მასალა, საიდანაც აწარმოებს იგი სიგნალების შერჩევას (ალტერნატიული ჰიპოთეზის მიღება), შერჩეული სიგნალების გამოყენებას თავისი ჰიპოთეზის შესამოწმებლად (ალბათობის ფუნქცია). მხოლოდ ამის შემდეგ მიდის იგი საბოლოო გადაწყვეტილებამდე (არ არის სავალდებულო ცნობიერებად). ამ რთული პროცესის მიმდინარეობა მის ქცევასე დაკვირვებით არ ჩანს, ვინაიდან გადაწყვეტილება არ არის მარტო მასალაზე დამოკიდებული, მასში გარკვეული წვლილი ადამიანის გამოცდილებას უდევს. ჩანს ადამიანის ტვინში მიმდინარე სრული ალბათობის ფუნქცია არ შეიძლება პირდაპირი დაკვირვების საგანს წარმოადგენდეს, მაგრამ უთუოდ მაინც უნდა იყოს შესაძლებელი მის მხედველობაში მიღება, თუ ამისთვის მივმართეთ სათანადო ნიშნების გამოყენებას. სანამ სტიმული მოქმედებას დაიწყებდეს, სუბიექტს შეიძლება აღმოაჩნდეს არაერთი ჰიპოთეზი, რომელიც მის მიერ სტიმულთან მიმართებაშია შემუშავებული. ასეთია, სხვა მრავალთა შორის, მოლოდინის მდგომარეობა, რომელიც წინ უსწრებს სტიმულის მიღებას. ეს „მოლოდინის თანმხლები მდგომარეობა“ თავის ბუნებით ისეთია, რომ ცნობაერებაში არ არის მოცემული, ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ სტიმულთა აღქმაში, მათ განაწილებაში არსებული ცვლილება უნდა ემყარებოდეს არა მას, არამედ ინდივიდის განწყობას (set). ამ შემთხვევაში მხედველობაში გვაქვს სუბიექტის ისეთი მდგომარეობა, რომელიც, ალბათობის ფუნქციის მსგავსად, არა მარტო შესაძლებელია აღწეროთ, არამედ სათანადო ცნებებით დახასიათდეს. დღეს ჩვენთვის ცნობილია განწყობის კავშირი ორგანიზმის ამა თუ იმ ფუნქციასთან ან, როგორც კიბერნეტიკის წარმომადგენელი იტყოდა, მატრიცებთან, რომელთა მოქმედება ემყარება ნეირონთა კავშირების გარკვეულ სისტემას. ფსიქოლოგიურ ექსპერიმენტებში ამ ფაქტორის მონაწილეობის გარეშე სრული რეაქციის მიღება წარმოუდგენელია, ამიტომაც თვლიან მიღებულ პასუხს დამოკიდებულად არა მარტო სტიმულზე. არამედ სუბიექტის მდგომარეობაზე (მის განწყობაზე).

არის თუ არა შესაძლებელი იმ ცვლილებების გათვალისწინება, რომელიც საპასუხო რეაქციის მიმდინარეობაშია მოსალოდნელი? ამაზე პასუხს იძლევა ზიკის ერთ-ერთი ექსპერიმენტის სტატისტიკური ანალიზი, რომლის მოკლედ აღწერაზე აქვე შეეჩერდებით.

ცდისპირის წინ ყუთია, რომელშიც მოთავსებულია ელნათურები, თითოეულის განათება ღილაკზე თითის დაჭერითაა შესაძლებ-

ბელი. ელნათურის განათება მიმდინარეობს 5 წამი ინტერვალით და თანაბარი სიხშირით. ცდისპირი ხედავს, როგორ მიმდინარეობს ელნათურის განათება და თან თითოთ ეხება ღილაკს. პასუხისათვის საჭირო დრო იზრდება ელნათურათა რაოდენობის ლოგარითმთან დამოკიდებულებაში. ერთი ელნათურა იმდენად მოგვაგონებს მეორეს, რომ ისინი სემანტიურად ნეიტრალური აღმოჩნდნენ. ხიკის ამ ცდაში ელნათურით განათება შენელებული სისწრაფით მიმდინარეობს, ამიტომ ცდა უშეცდომოდ პოულობს გადაწყვეტას და არც „ხმაურისა“ და არც „ორაზროვნობის“ შესახებ დასმულა კითხვა. შედეგების მეთვალყურედ გარყვანა დამკვირვებლის შემოყვანით მან სცადა კომუნიკაციის თეორიის მიერ დასმული პირობები მაქსიმალურად დაეცვა.

ექსპერიმენტის მეორე სერიაში ცდისპირებმა რეაქციის დრო უნდა ცვალონ იმ შემთხვევაშიაც, როცა ამას თან სდევს მცდარი პასუხი. ამით ხინკმა მიაღწია საკომუნიკაციო არხში ხმაურის შესატყვისი სიტუაციის შექმნას. მიღებული შედეგების დასამუშაებლად მას შემდეგი სტატისტიკური წესი აქვს გამოყენებული.

თუ  $X$ -ით აღვნიშნავთ გადაცემულ ინფორმაციას (სტიმულებს), ხოლო  $y$ -ით მიღებულ ინფორმაციას („ხმაურის შემცველ“ პასუხებს), მაშინ ინფორმაციის გადაცემის სისწრაფეს ( $R$ ) შეიძლება ასეთი სახე მივცეთ:

$$R = H(x) - H(x/y),$$

სადაც  $H(x)$  და  $H(x/y)$  არის ინფორმაცია, რომელიც შეიძლება შეფასდეს ალბათობის სიხშირის მიხედვით: ( $P(x)$ ,  $P(x/y)$ ).  $R$  ამ შემთხვევაში არის  $x$  სუბიექტის საშუალებით გადაცემული ინფორმაციის სისწრაფე, ისეთ პირობებში, თითქოს სუბიექტი იყოს ხმაურის წარმომშობი. ამის გათვალისწინება საცვებით კანონიერია, რაც შენონის კომუნიკაციის თეორიაში, როგორც ხიკი მიუთითებს, არ არის ანგარიში გაწეული.

როცა ადამიანი ღებულობს ცდაში მონაწილეობას, ეს კომუნიკაციის თეორიის წარმომადგენლებს ავალებს ანგარიში გაუწიონ ცოცხალი არსების ორგანიზმის;—ამ საკომუნიკაციო არხის ტევადობას. კომუნიკაციის ტექნიკურ თეორიაში, როგორც ითქვა, ჯერჯერობით არაფერია გაკეთებული ამ ხარვეზის შესავსებად.

განწყობის ფსიქოლოგიის წარმომადგენლები გაცილებით უკეთეს მდგომარეობაში არიან იმ მხრივ, რომ ისინი არა მარტო იცნობენ ორგანიზმის თვისებებს, რომელიც თავისებურ დაღს ასვამს საპასუხო რეაქციას, არამედ შეუძლიათ მისი ექსპერიმენტულ პირო-

ბებში გამოწვევა, სათანადო ცნებებით დახასიათება და საბოლოო შედეგების შეფასების შემთხვევაში ამის მხედველობაში მიღება.

## 2. სტატისტიკური მეთოდი

სტატისტიკა მათემატიკის გამოყენებითი დარგია, რომელიც მასობრივი დაკვირვების შედეგებს აშუაავებს. აქაც ერთი და იგივე ფორმულა, სავსებით ისე, როგორც ამას მათემატიკაში აქვს ადგილი, ერთიმეორესგან განსხვავებული მატერიალური ობიექტების მიმართ პოულობს გამოყენებას. სტატისტიკას საქმე აქვს არა თვითონ ობიექტთან, არამედ მის აბსტრაქციის შედეგად მიღებულ წარმოდგენასთან, რომლის აღსანიშნავად გამოყენებულია განზოგადებული ნიშნები. ამ მეთოდით მოპოვებული შედეგიც განყენებულია, რაც შემდეგი მაგალითიდან ჩანს. მოსახლეობის რაოდენობრივი ზრდის სტატისტიკური მეთოდის გამოყენებით მიღებული მასალა გამოდგება თვითონ ზრდის და არა მოსახლეობის დასახასიათებლად. ამ მეთოდით მუშაობის მიმდინარეობაში ინდივიდუალური რჩება ყურადღების გარეშე, ამიტომ სტატისტიკურ არგუმენტაციას ემყარება მეცნიერების ისეთი დარგები, რომელთაც საქმე აქვთ ერთობლიობითი ხასიათის ცვლილებებთან, როგორცაა: გაზის კინეტიკური თეორია, სელექცია, მასათა მოქმედების თეორია და ა. შ. ამ მეცნიერების წარმომადგენლები როგორც კი გვერდს აუვლიან სტატისტიკას, ვერ ახერხებენ შეცდომის თავიდან მოშორებას, რომლის თვალსაჩინო მაგალითს იძლევა ქვანტური მექანიკა.

მასიური ხასიათის მოვლენები, სადაც სტატისტიკური მეთოდი წარმატებითაა გამოყენებული, სხვადასხვა ბუნებისაა, ამიტომ წარმოდგენს თითოეული ცალკე შესწავლის საგანს. მაგალითად, მოსახლეობის ეროვნული შემადგენლობა, ასაკი, ჰურქელში მოლეკულების რაოდენობა, მოძრაობის სისწრაფე, განვრცობა, ტრაექტორია და ა. შ. მათი სტატისტიკური მეთოდით შესწავლას ხელს უწყობს ისიც, რომ თითოეულს რამდენიმეჯერ შეუძლია გამეორება და ასევე რამდენიმეჯერ შეიძლება გავხადოთ ხელმეორედ შესწავლის საგნად. მკვლევარი ხშირად მიმართავს ექსპერიმენტის გამეორებას და ამ გზით მიღებულ შედეგებში უნდა გამოჩნდეს ის საერთო, რომელიც ყოველ ცალკეულ ცდაში მეორდება. რა უნდა იყოს იგი, ამის გასაგებად ყველაზე უფრო ხელსაყრელია საშუალო არითმეტიკული ოდენობის, საშუალო კვადრატული გადახრის ცოდნა.

მეცნიერულად დამაჯერებელი პასუხის მისაღებად საშუალო რიცხვის ძიება სანდო არ არის. იგი არც იმისთვისაა საკმარისი, რომ მეცნიერულად დასაბუთებული პასუხი მივიღოთ. საქმე ისაა, რომ ერთობლიობა, რომელსაც სტატისტიკა იხილავს, არასოდეს არ არის ერთგვაროვანი, იგი მრავალის მხრივ განიკდის ცვალებადობას. აქედან გამოსავალს მასალის ვარიაციული ანალიზი იძლევა, რომლის შესახებ რ. ა. ფიშერი წერს: „ყოველი ცვლადი სიდიდის ცვალებადობის მიზეზის შესწავლა, დაწყებული ხორბლის მოსავლითა და დამთავრებული ადამიანის ინტელექტით, უნდა გავხადოთ გაზომვისა და ვარიაციული ანალიზის საგნად“. როდის და რა გზით ხორციელდება მასალის ვარიაციული ანალიზი. ეს არ შეიძლება აქვე მივიჩნიოთ სათანადო განხილვის ობიექტად.

მასალის სტატისტიკური ანალიზი მოითხოვს შესასწავლი მოვლენისათვის ხელსაყრელი ფორმის მიცემას, მის შეკუმშვას. მკვლევარმა უნდა სცადოს ოდენობაში წარმოადგინოს მის განკარგულებაში არსებული ინფორმაციის ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი ნაწილი. ყველაზე მეტი ყურადღება მასალის იმ ნაწილის ანალიზს უნდა დაეთმოს, რომელიც დასმულ ამოცანაზე იძლევა პირდაპირსა და რაც შეიძლება ამომწურავ პასუხს. უნდა შევიძლოთ მასალაში პირველხარისხოვანისა და მეორეხარისხოვანის გარჩევა. სტატისტიკური ანალიზი მეორეხარისხოვან ინფორმაციას რიცხავს და ძირითადი მნიშვნელობის ცნობებს აგროვებს.

ინფორმაციის თეორიაში ძირითადად საშუალო რიცხვის მიხედვით მიმდინარეობს მსჯელობა, რომლის თანახმად შეიძლება დავუშვათ ხმაურის წყაროსა და მის სტატისტიკურ თვისებათა გაიგივება, უკეთ, გარკვეულ ელემენტარულ პირობებში ხმაურის სულ არ არსებობა. ეს უზრუნველყოფდა როგორც გადაცემული სიგნალის სინშირეთა ალბათობას, ისე მის სწორად მიღების შეფასებას. ასევე აპრიორულადაა დაშვებული კომუნიკანტების ურთიერთობაში ისეთი ნიშნების გამოყენება, რომელთაც გამეორება გარკვეული რაოდენობით ხდება (ასოები). დაშვებულია ისიც, რომ მათი სინშირე უცვლელად რჩება დროის მიმდინარეობაში, ე. ი. სტატისტიკა სტაციონარულია, კოდის შემადგენელი ნიშნების სისტემა  $X_1, X_2, \dots, X_n$  უცვლელი.

ორგანიზმი შენონის ინფორმაციის თეორიის მიხედვით, როგორც ეთქვა, კავშირის დამამყარებელი არხია, ამიტომ ორგანიზმისა

და საპასუხო რეაქციათა ურთიერთობის განხილვის დროს ისევე აუცილებელია სტატისტიკური მეთოდის გამოყენება, როგორც თვით ინფორმაციის თეორიაში. როგორ და რანაირად, ამის ერთ-ერთი მაგალითის გარჩევაზე აქვე შევჩერდებით.

ვთქვათ, ფსიქოფიზიკური ცდის მიმდინარეობის შემთხვევაში ცდისპირი აღმავალი ცდის დროს ერთ თითს ზევით წევს. ხოლო დაღმავალი ცდისას—მეორე თითს. ცდის მიმდინარეობის დროს ამ სუბიექტის არა ყველა პასუხის ჩაწერა ხდება, არამედ მხოლოდ იმის, რომელიც თითის აწევასთანა დაკავშირებული. ამის მიხედვით შეიძლება განვანორციელოთ საკითხების ქვეჯგუფებად დანაწილება — R, რომელიც ორ ჯგუფად შეიძლება გაიყოს: 1. A ქვეჯგუფში გვექნება პასუხები თითის აწევასთან დაკავშირებით — a. B ქვეჯგუფში გვექნება b, ანუ 2 პასუხი. S<sub>1</sub> ქვეჯგუფში იქნება წარმოდგენილი S<sub>1</sub> სტიმულის ზემოქმედებით გამოწვეული პასუხები. S<sub>2</sub> ქვეჯგუფში — S<sub>2</sub> სტიმულით გამოწვეული პასუხები, S<sub>3</sub> ქვეჯგუფში — S<sub>3</sub> სტიმულით გამოწვეული პასუხები. ამგვარად, მოცემულ პასუხების კორელაციას მოჰყვება შემდეგი ქვეგანაყოფის აღმოცენება: A<sub>1</sub>S<sub>1</sub> არის a თითზე მიღებული პასუხებზე მწკრივი, როცა S<sub>1</sub> სტიმულია მოცემული. A<sub>1</sub>S<sub>2</sub>-თან გვექნება a თითზე მიღებული პასუხების მწკრივი, როცა S<sub>2</sub> იყო მოცემული და ა. შ. საბოლოო ნაბიჯს უნდა მოჰყვეს თითოეულ ქვეგანაყოფში პასუხების სისშირის მიხედვით დიფერენციაცია.

საკითხების ასეთი კლასიფიკაცია ძირითადი დასაყრდენია შემდგომი მანიპულაციებისა. რადგანაც იგი უნდა შეიცავდეს გარკვეული კლასების გარდა, ისეთ ცნობებსაც, რომელიც ექსპერიმენტის ანალიზისათვისაა საჭირო. თუ კლასიფიკაცია სრულია, მაშინ აწავითარი დამატებითი ცნობის მიღება არ არის მოსალოდნელი.

თანამიმდევრობითი ინფორმაციის მისაღებად აუცილებელია წინასწარ ვიცოდეთ, თუ როგორი პასუხების ჩაწერას უნდა მივმართოთ. ვთქვათ, პასუხებით შემდეგი მწკრივი გვაქვს: A, B, C, D, E, F. შემდეგი ნაბიჯის გადასადგმელად საჭირო პასუხების მწკრივში მოვნახოთ A მწკრივი, რომელსაც თან სდევს პასუხი A. A პასუხებზე მწკრივში მოვნახოთ B პასუხები; ისევე A პასუხების მწკრივში, რომელსაც თან სდევს C პასუხების მწკრივი და ა. შ. ჩვენ შემთხვევაში 36 კომბინაციის მიღებაა შესაძლებელი.



ჩაწერილი პასუხების მწკრივის გაყოფა შეიძლება  $A, B, C \dots$ , რომლის თითოეული ქვეჯგუფი იქნება  $AA, AB, AC \dots, BA, BB, BC \dots, CA, CB, CC \dots$  შემდეგში თითოეული განაწილება  $AAA, AAB, AAC \dots, ABA, ABB, ABC \dots, ACA, ACB, ACC$  და ა. შ. თანამიმდევარი ინფორმაციის შესანარჩუნებლად ცხრილში შეიძლება გვქონდეს წარმოდგენილი 4,5 ანუ 6 პასუხისაგან შემდგარი სტრიქონი.

თანამიმდევრული ინფორმაციის უყურადღებოდ დატოვება ეკვივალენტურია იმის დაშვებისა, რომ პასუხები ერთიმეორესაგან დამოუკიდებელია. თუ ასეთი დაშვება სწორია, მაშინ პასუხების თანამიმდევარი განაწილება ცხრილში იქნება ინფორმაციათა მცირე რაოდენობის მომცემი. პასუხებს შორის დამოუკიდებლობის დაშვების შესატყვისად, თუ  $A$  პასუხების შედარებითი სიხშირე შეადგენს  $P(A)=0,5$ , ხოლო პასუხი  $B$  შეადგენს  $P(B)=0,5$ , მაშინ ჩვენ შეგვიძლია დავუშვათ, რომ შედარებითი სიხშირე  $AA, AB, BA, BB$  ერთად იქნება  $0,25$ , ხოლო საშუალო სიხშირე —  $0,125$  და ა. შ.

თუ დავუშვებთ, რომ ექსპერიმენტი ორი პასუხის განსაზღვრას 1-ისა და 0-ის მიხედვით იძლევა, ხოლო თითოეული პასუხი თანამიმდევრობით მიღებული 10 ასეთი პასუხისაგანაა შედგენილი, ეს მოგვცემდა კლასიფიკაციის დასრულებულ სახეს. ათი პასუხის სხვადასხვა თანამიმდევრობას თუ რიცხვებში გამოვხატავთ, გვექნება  $2^{10}$ , ანუ 1024. თუ კლასიფიკაცია ბოლომდე გავაგრძელებთ, მაშინ იგი ყველა 1024 შემთხვევას შეიცავდეს იქნება, რასაც, მოსალოდნელია, ადგილი ექნება ექსპერიმენტის მიმდინარეობაში.

### 3. მოდელთა შემუშავების მეთოდი

მოდელის შემუშავება, ამის მიხედვით დასახული მიზნის განხორციელება, შეიძლება ითქვას, მხოლოდ კიბერნეტიკის ფარგლებში პოულობს სისტემატურ გამოყენებას. მართალია, ყოველი ექსპერიმენტი წარმოადგენს იმ მოვლენის მოდელს, რომლის გამოწვევა გვსურს და ხელოვნურ სიტუაციაში შესწავლა, მაგრამ სულ სხვა იგივე მიზნის წინასწარშემუშავებული მოდელის მიხედვით განხორციელება. ექსპერიმენტის შემთხვევაში თავიდანვე გამორიცხულია მათემატიკური და საბუნებისმეტყველო სიმბოლოების გამოყენება, ეს იმ შემთხვევაში, როცა ჩვენი აღწერის საგნად ქცეული მეთოდი

არსებითად ამ ცნებების გამოყენებას ემყარება. აქ დაკვირვება იმ-დაგვარადაა ორგანიზებული, რომ მათემატიკური და საბუნებისმეტყველო სიმბოლოების სათანადოდ მანიპულაციის გზით უნდა წარმოვიდგინოთ ის, რაც მანამდე არ ყოფილა ჩვენი დაკვირვების საგანი. ფსიქოლოგია ამ შემთხვევაში ფიზიკის მაგალითს მიყვება და, როგორც ქვემოთ დაეინახავთ, არც სახეებით ბრმად და უსარგებლოდ.

მოდელის გაგებასა და დასაბუთებას სიძნელეს უქმნის ის, რომ იგი ყოველთვის რაიმე ჰიპოთეზს ემყარება, რომელსაც თან არ ახლავს დეტალიზაცია. მეტ წილად ამის გარეშე ხდება მოდელის ადგილისა და ფუნქციის განსაზღვრა. ყველაზე უფრო ხელსაყრელია, თუ მოდელის შინაგანი ორგანიზაციით ვიხელმძღვანელებთ, ამის მიხედვით შევუდგებით თეორიის განხილვას.

მოდელის დანიშნულებაა — სწრაფად მიგვიყვანოს საძიებელ მიზნამდე, გაგვიადვილოს მისი ფუნქციის გათვალისწინება.

ვთქვათ, გვსურს  $A$  ამოცანის გადაწყვეტა, რომლის მისაღწევად სხვადასხვა გზა არსებობს. აქ იმ შემთხვევაში მოხერხდება მოდელთა მეთოდის გამოყენება, თუ მოინახა  $A_1$ , რომლის ელემენტების  $A$ -თან შესატყვისობაში მოყვანა შესაძლებელია.  $A$  და  $A_1$ -ს შორის მსგავსებამ უნდა მოგვცეს  $a$  და  $a_1$ -ის მსგავსება, მათ ელემენტებს შორის შესატყვისობა. ამ შემთხვევაში  $A_1$ -ში ვეძებთ  $a_1$ -ის ელემენტებს და თუ ამის მონახვა მოხერხდა, მაშინ შებრუნებით მივიღოთ  $a_1$ -ის  $a$ -სთან შესატყვისობისაკენ, რაც გვეუბნება, რომ ამოცანა გადაწყვეტილია.

ახლა, ვნახოთ, რა ფუნქციას ასრულებს მოდელი.

მოდელი არის ორგანიზებული სისტემა, რომელიც სრულიად ახალ წარმოდგენებს გვიმუშავებს იმ მოვლენის დასახასიათებლად, რომელიც ჩვენ წარმოდგენაში გვაქვს ჩამოყალიბებული. მოდილირებული სინამდვილე ახალი შინაარსის შემცველია და მისი განხილვის ახალი საშუალება გვაქვს მოპოვებული. მისი შედგენა მოვლენაზე დაკვირვებით იწყება და ამ გზით მოპოვებული მასალის თეორიული გააზრებით მთავრდება. მხოლოდ ამის შემდეგ მივმართავთ ჩვენ მიერ შექმნილი და ჩვენ წარმოსახვაში დამკვიდრებული მოდელის შემოწმებას, მის მიყენებას ემპირიულად მოცემული სინამდვილის მიმართ. ამრიგად, მოდელი გულისხმობს მოვლენის ისეთ ორგანიზაციას, როგორცაა მისი სქემა ჩვენ წარმოსახვაში. თუ შესასწავლი მოვლენის ამ გზით განხილვა შესაძლებელია, იგი სწორად ყოფილა გააზრებული.

მოდელის თავისებურება იმაშია, რომ მისი გამოყენება მოსახერხებელია, როგორც ისეთი წესის, რომლის მიხედვით ვახერხებთ დასკვნის გამოტანას. ამის შესაძლებლობას იძლევა ის, რომ შეიძლება დაკვირვების საგნად ქცეული მოვლენის წინასწარი განსაზღვრა, მისთვის წინასწარ გარკვეული ფორმის მინიჭება. ამ შემთხვევაში წესი თვითონვეა მოდელი, რომლის მიხედვით ვაწარმოებთ თეორიული სიმბოლოების მანიპულაციას, რათა მივალწიოთ მოვლენათა შორის ასალი ურთიერთობის დამყარებას. აქედან ჩანს, რომ მსჯელობა ეხება ისეთი წესის შემუშავებას, რომელიც თეორიების დანიშნულებას ასრულებს.

ალბათობის გამოანგარიშება, რომელსაც ესტესის გამოკვლევაში ვნახულობთ და რომლის შესახებ სათანადო ადგილზე გვექნება მსჯელობა, წარმოადგენს სწავლის მათემატიკურ მოდელს. პირობითი რეფლექსიკ მოდელია ქცევის, რომელიც თეორიის გამოყენებას ემყარება. იგივე უნდა ითქვას განწყობის შესახებ, რომელიც ინდივიდის მოქმედების მოდელს წარმოადგენს. საერთოდ, მოდელთა თეორიის ხელშესახები ინტერპრეტაცია იმდენად გვეხმარება კოორდინირებული განსაზღვრის ჩამოყალიბებაში, რომ ხიდს დებს თეორიასა და ექსპერიმენტს შორის. იგი საფუძვლად ედება თეორიის როგორც გამოცდას, ისე მის ახსნას.

არსებობს მოდელის მეორე ფორმა, რომლის მიზანია შესასწავლი მოვლენის დასურათებული ვიზუალიზაცია. მკვლევრის მისწრაფებაა—წარმოსახვის ხატად აქციოს შესასწავლი მოვლენის თეორიული საფუძვლები. ამის მიღწევა არც ისე ძნელია, ამიტომ ამ სახის მოდელის გამოყენება ფართოდაა გავრცელებული. ამას მოყვა მოდელებისადმი ზერელე დამოკიდებულება, რამაც საგრძნობლად გაუტეხა მას სახელი. უკანასკნელად გაჩნდა საერთოდ მოდელით მუშაობის წინააღმდეგ რეაქცია და იმის ცდაც იყო, რომ წარმოედგინათ იგი როგორც სუსტი გონების ადამიანთა გატაცების ნაყოფი. მოდელს, კარნაპის აზრით, არა აქვს არსებითი მნიშვნელობა თეორიის გამოყენებისათვის. ზოგიერთი თეორიული ნამუშევარი მართლაც იმსახურებს გაკიცხვას, მაგრამ მთლიანად კარნაპის პოზიციის გაზიარება არ იქნება მართებული. ვიზუალურად დასურათებული მოდელის გამოყენება კვლევის დასაწყისში სასარგებლო ღონისძიებაა, აი ამის ერთ-ერთი მაგალითი. თანამედროვე კვანტური თეორიის დასაყრდენია „ბორის ატომი“, რომლის ჩამოყალიბებაც კოგერენტული ვიზუალიზაციისთანაა დაკავშირებული. მისი განვითარება წარმატებით გრძელდება. ატომის ბირთვის შესწავლისკენ

მიმართულ განზოგადებაში სრულიად განსაკუთრებული ადგილი უკავია წყლის წვეთის, გარსის მოდელს. ალბათ, იმის გამო, რომ თეორიის სრული აქსიომატიზაცია განუხორციელებელი აღმოჩნდა. რა რიგ ნაკლის შემცველი არ იყოს ეს მოდელი, ის ხომ ცხადია, რომ მისი დიდაქტიკური მიზნით გამოყენება წარმატებით არის შესაძლებელი: რაც შეეხება მოდელს, რომელიც ინტუიციის, ე. ი. არათვალსაჩინო აზრის მონაპოვარს წარმოადგენს, მისი გავლენა თეორიის შემუშავებაზე და გამოყენებაზე იმდენად მნიშვნელოვანია, რომ შეფასების მოცემა ძლიერ შორს წაგვიყვანდა.

მოდელის ღირებულების შეფასების დროს მხედველობაში აქვთ, რამდენად არის შესაძლებელი მისი გაშლა. ეს მაჩვენებელია იმისა, თუ რამდენადაა გამოსადეგი პირველად გამოყენებული მოდელის შემადგენელი ელემენტები ახალ პირობებში. ასეთივე საზომს წარმოადგენს მასშტაბი, რომლის ფარგლებში შესაძლებელია მოდელის გამოყენება. ამ შემთხვევაში მხედველობაშია მიღებული მოვლენების მწკრივი და ფაქტების რაოდენობა, რომელთა მიღება შესაძლებელია მოდელის გამოყენებით. ეს გავლენას ახდენს თეორიის პირველად მიღებულ ფორმულირებაზე და ხელს უწყობს უფრო ფართო მასშტაბის მქონე თეორიის შემუშავებას. მნიშვნელობა აქვს მოდელის სიზუსტეს, რადგანაც ამის მიხედვით ვასკენით — სწორია იგი და ემპირიულად გამოსადეგი, თუ არა. მოდელს აქვს მეტ-ნაკლებად გავრცელების შესაძლებლობა, გარკვეული მასშტაბი და სიზუსტის ხარისხიც, მაგრამ შეუძლებელია ჰქონდეს სწორისა და მცდარის მაჩვენებელი კრიტერიუმი.

პოზიტივისტების შეხედულება განსხვავებულია, ისინი ასე მსჯელობენ: თუ სინამდვილე არსებობს, იგი მოდელის შესატყვისად უნდა მოქმედებდეს, მხოლოდ მოდელს შეუძლია მოგვცეს მისი ნამდვილი აღწერა. ამრიგად, მოდელი სინამდვილის მიხედვით კი არ ყალიბდება, არამედ, პირიქით, სინამდვილე უნდა ჩამოყალიბდეს მოდელის მიხედვით. ეს ისეთი მოსაზრებაა, რომელიც საკმაოდ შერყეულია იმ მიღწევათა საფუძველზე, რომელიც თანამედროვე ფიზიკასა და ფსიქოლოგიას მოეპოვება. შეიძლება არა ერთი მოდელის დასახელება, რომელიც მხოლოდ ერთი მოვლენის განსახიერებას ემსახურება. პირიქითაც შეიძლება დავუშვათ, ერთი მოდელი რამდენიმე ერთიმეორისაგან დამოუკიდებელი მოვლენის გამოსახულებას იძლეოდეს.

მკვლევარი ყოველ შემთხვევაში ერთი გარკვეული წესით უდგება მოდელის შემუშავებას, თუ მას ნერვულ სისტემასთან აქვს

საქმე, მისი მოქმედების შესახებ გარკვეულ წარმოდგენას იმუშავებს. ამის შემდეგ აგებს მანქანას, რომელსაც მოეთხოვება ნერვული სისტემის სტრუქტურის აღდგენა, მისი მსგავსი მექანიზმებით აღჭურვა. შემდეგი ეტაპი, როგორც იტყვა, შედარებას მოითხოვს შექმნილი „ერზაცისა“ და ცოცხალი არსების „მოდელის“ მოქმედებათა შორის.

აქ შეიძლება მთლიანი მსგავსება არ გვექონდეს, მაგრამ გარკვეული ნიშნის მიხედვით ორივე მოდელის მოქმედების მხრივ ჩანდეს მსგავსება. შეიძლება მივიღწიოთ იმას, რომ მანქანამ გააკეთოს იგივე, რაც ნერვული სისტემის მოქმედებიდანაა ჩვენთვის ცნობილი, მაგრამ ეს არ იძლევა უფლებას გამოვიტანოთ დასკვნა. — ორივე ამ მოქმედებას ერთისა და იმავე საშუალებით ასრულებს. ამის მაგალითს იძლევა სმენის რეცეპტორული აპარატი, როგორც ეს პ. კოსას აქვს მითითებული. ერთ დროს თვლიდნენ, რომ შიდა ყურის აპკში ისეთივე სახის ვიბრაციასთან გვაქვს საქმე, რომელიც ტელეფონის ყურმილის სავიბრაციო აპკიდან არას ჩვენთვის ცნობილი. ევალდს შეუქმნია სავსებით ისეთი მემბრანა, როგორიც ჩვენ სასმენ ორგანოშია მოთავსებული და ჩაუსვია „აქუსტიკურ კოლოფში“. მან შეძლო ჩაეწერა ამ კოლოფში მოთავსებული აპკის ვიბრაცია და უჩვენა, რომ ამ შემთხვევაში ჰაერის ტალღის სიგრძე 16 მმ-დან 1/1000 მმ-მდე იცვლება. ამ კოლოფსა და ყურში მოთავსებული აპკების მოქმედება განსხვავებულია, ვინაიდან იგი წამში 32 000 იმპულსის გადაცემას ახერხებს, რაც სმენის აპარატის ფიზიოლოგიურ შესაძლებლობას აღემატება. ახლა ცნობილია, რომ ბგერების ანალიზს არა ცენტრი აწარმოებს, არამედ ლოკოკინა, როგორც ამის შესახებ თავის დროზე ჰელმჰოლცი მიუთითებდა. ყურის აპკი ვიბრაციის შემთხვევაში იძლევა არა სტაციონარულ, არამედ პროგრესიულად მოქმედ ტალღებს (ფლექტერი, ფონ-ბეკენზი).

სრული იგივეობა, როგორც ვხედავთ, არ ყოფილა აუცილებელი მეცნიერების მონაპოვრის საფუძველზე შექმნილ მოდელსა და ემპირიულ მოდელს შორის.

#### 4. ანალოგიის მეთოდი

ანალოგიის მეთოდი როგორც ბიოლოგიაში, ისე ფსიქოლოგიაში საკმაოდ დიდი ხანია ცნობილია, მაგრამ რა მხრივ შეუძლია ამ მეთოდის გამოყენება კიბერნეტიკული მანქანის კონსტრუქტორს?

იგი მანქანის ამა თუ იმ ნაწილის სტრუქტურას, ადარებს ნეირონების სტრუქტურას და ამის მიხედვით გამოაქვს დასკვნა ამ ორი აგრეგატის მოქმედების მხრივაც იგივეობის შესახებ. ამ მეთოდის გამოყენებამ სრულიად გარკვეული წვლილი შეიტანა კიბერნეტიკის განვითარებაში, ამის მიხედვით მოპოვებულია მსგავსება რეგულაციის სისტემასა და უკუქცევით ინფორმაციას შორის. ანალოგიის მეთოდს, რომლის შესახებ აქ გვაქვს მსჯელობა, არაფერი აქვს საერთო ეგრეთ წოდებულ „ფსიქომორფოლოგიზმთან“, რომელიც გულისხმობს, რომ ტვინის განსხვავებულ ზონას გარკვეული ფსიქიკური მოვლენა შეესატყვისება. ერთ დროს ფიქრობდნენ, რომ სტრუქტურათა შორის მსგავსება საკმარისი აღმოჩნდებოდა დასკვნის გამოსატანად ფუნქციონების იგივეობის შესახებ, მაგრამ ამან ვერ გამოიღო სათანადო ნაყოფი.

მიუხედავად ამისა, სტრუქტურისა და ფუნქციის ურთიერთობა, როგორც ჩვენთვის ცნობილია, ემყარება ანალოგიის მეთოდის გამოყენებას. ამ მეთოდით მუშაობას უნდა ეუმადლოდეთ, რომ დღეს ჩვენ მოგვეპოვება ტვინის ქერქის ტოპოგრაფიული რუკა სათანადო ფუნქციებზე მიათითებით. ვის შეუძლია იმის უარყოფა, რომ ტვინის ქერქში ფსიქომორფოლოგიური ცენტრებია მოთავსებული. ესეც რომ არ იყოს, საკმაოდ კარგადაა ცნობილი საპროექციო გზები. რომელთა მისხედვით სხეულის თითოეული ნაწილი ცალკეა ქერქში წარმოდგენილი. ამავე დროს ჩვენ როდი ვიცით ყველაფერი, რაც ტვინის მოქმედებას შეეხება, ისეთი სიზუსტით, რომ ფსიქიკური მოვლენები ისე გავანაწილოთ მის ზედაპირზე, რომ არ მივემართოთ ანალოგიით მსჯელობას.

კონსტრუქტორი, რომელსაც განზრახული აქვს აავსოს ადამიანის ნერვული სისტემის მსგავსად მომუშავე ავტომატი, იძულებულია ანალოგიის მეთოდს მიმართოს და ამ გზით ეძიოს მათ შორის მსგავსება და განსხვავება. იგი მანქანას უსახავს მიზნად: „დაინახოს“, „გაიგოს“. „დაიმახსოვროს“, რომლის განხორციელებას ვერასოდეს ვერ მიაღწევს, თუ ადამიანის ფსიქიკური ორგანოების მუშაობის შესახებ არ ექნა გარკვეული წარმოდგენა. ამჟამად ძნელია ავტომატის დასახელება, რომელსაც „მეხსიერებისა“ და „მსჯელობის“ მექანიზმები არ ჰქონდეს; რაც შეეხება გრძნობის ორგანოებს, მათი რაოდენობა ასეულს აღწევს.

ვინც ცდილობს მანქანას გაუკეთოს მხედველობის ანალოგიური ორგანო, ცხადია, მან უნდა იცოდეს, რა თავისებურებით ხასიათდება იგი როგორც წაკითხულის, ისე საკუთარი გამოცდილების მიხედვით. რაც უფრო მოხერხებულად შეძლებს ტექნი-

კოსი თავისი გამოცდილების, საკუთარი თვითდაკვირვების გზით შექმნილი ცოდნის ჩაქსოვას მანქანის დეტალების ჩამოყალიბებაში, მით უფრო სრულყოფილი აღმოჩნდება მსგავსება ადამიანის გრძნობის ორგანოებთან. ცხადია, მსგავსება შეეხება არა მექანიზმის გარეგან ფორმას, არამედ ფუნქციის შესრულებას, მის მოქმედებას.

ფსიქოლოგიაში ანალოგიის მეთოდი სხვა დანიშნულებისათვის არის გამოყენებული. აქ საკუთარი თვითდაკვირვების მასალას ადამიანი იყენებს იმისთვის, რომ სხვისი გამოსახვით მოძრაობებში ამოიკითხოს იგივე განცდები, რაც მას ასეთ ვითარებაში ჰქონია. მაგალითად, ტირილის დროს სახის გამომეტყველებიდან შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ეს ადამიანი მწუხარებას განიცდის, რადგანაც ისევე ტირის როგორც მე მწუხარების დროს მიტირია. მიმიკური კუნთების მოძრაობა, სახის გამომეტყველება, თვალებიდან ცრემლის დენა წარმოადგენს ობიექტურ მონაცემს იმისა, რომ მწუხარების განცდას ყოველ ადამიანში თავისი შესატყვისი გამომხატველი მოძრაობანი გააჩნია.

რაც შეეხება მანქანას, მას განცდები არა აქვს და არც მკვლევარი ეძებს მასში ამას. იგი არც იმითაა დაინტერესებული, რომ საკუთარი თვითდაკვირვების მასალა შეამოწმოს, არამედ მანქანის „გრძნობის“ ორგანოს მოქმედება მაქსიმალურად დაუახლოოს თავის გრძნობის ორგანოს მოქმედებას. ამისთვის მიმართავს მკვლევარი ანალოგიის მეთოდს, როცა მანქანას სმენის ორგანოს უკეთებს ან მხედველობის მოვალეობის შემსრულებელი დეტალების დამუშავებას ცდილობს. ადამიანს რომ თვითონ არ ჰქონოდა განცდილი მხედველობის გზით მიღებული შთაბეჭდილებები, შეიძლება არც იმის განზრახვა გაჩენოდა, რომ გაეკეთებია მანქანისათვის ფოტოეფექტის პრინციპზე აგებული აპარატი. თვალის საფუძვლიანი ცოდნა უძღევს საფუძვლად თანამედროვე ფოტოაპარატს, რომელიც წარმოადგენს თვალის მეტად მიახლოებულ მოდელს.

კიბერნეტიკით დაინტერესებული მკვლევარი არ შეიძლება დაკმაყოფილდეს ანალოგიით, რომელიც არსებობს თვალსა და ფოტოაპარატს შორის. მისი მიზანი უფრო შორსმწვდომია და ცდილობს ამ „გრძნობის ორგანოდან“ მიღებული იმპულსი საფუძვლად დაუდოს მანქანის მოქმედებას. ფოტოაპარატი მხოლოდ ამონაბეჭდს იძლევა, კიბერნეტიკოსი მიზნად ისახავს ამ ამონაბეჭდის მიხედვით მანქანამ გარკვეული მოქმედება შეასრულოს, დაახლოებით, ისე როგორც ამას ჩვენი სხეული აკეთებს. თვალი სხვა შემთხვევაში იძლევა სიგნალს იმისა, რომ სხეულის მოძრაობას მიმართულება შეუცვა-

ლოთ. თანამედროვე კიბერნეტიკულ მანქანას შეუძლია ხიფათს გვერდით ჩაუაროს და ნორმალურად განაგრძოს გზა.

აქ მსჯელობა მანქანის შესახებაა, რომელიც ადამიანის ორგანიზმის, მის ცალკეულ ორგანოებთან ანალოგიის გზითაა აგებული და, როგორც თანამედროვე ტექნიკის განვითარება გვიჩვენებს, მისი მოქმედება სულ უფრო და უფრო უახლოვდება მას. აქაც ანალოგიის მეთოდის გამოყენებაა საჭირო, რომ მანქანის სხეულს რომელიმე ორგანოსთან მსგავსების შესახებ ვიქონიოთ მსჯელობა.

შეიძლება დანამდვილებით ითქვას, რომ საკმარისი აპრიორული საფუძველი არასოდეს არ გაგვაჩნია იმისა, რომ წინასწარ გავითვალისწინოთ, რამდენად კარგად შეძლებს მოქმედებას მოვლენათა სხვა სფეროში თეორიული გზით მიღებული მოდელი. გამჭრიახი თეორეტიკოსი თავიდანვე ამჩნევს — რამდენად მიახლოებული ანალოგია არსებობს ცალკეულ სისტემათა შორის. ანალოგიის მეთოდის წარმატებაც ამაზეა დამოკიდებული და სანდო ადამიანის ხელში მას არა ერთი წარმატება მოუტანია მკვლევრისათვის, რაშიაც შეუძლია დაგვარწმუნოს დებროილის ტალღათა მექანიკისა და აინშტეინის რელატივისტური თეორიის განხილვამ.

ანალოგიის მეთოდი ადამიანს დიდი ხანია გამოყენებული აქვს სინამდვილის შემეცნების სხვადასხვა სფეროში. ბუნების მოვლენათა ანალოგიის მეთოდით ინტერპრეტაციის შედეგად შექმნილია ბაბილონისა და ძველი საბერძნეთის მითოლოგია. მართალია, ამ მეთოდს ბევრი სუსტი მხარეები ახლავს, მაგრამ იგი ისევე განუყრელი თანამგზავრია ჩვენი აზროვნების როგორც ფანტაზია. შეუძლებელია ისეთი მკვლევარის დასახელება, რომელიც მოდელის შემუშავების პროცესში არ მიმართავდეს ანალოგიის მეთოდს.

## 5. პროგრამის შედგენის მეთოდი

პროგრამის შედგენა გარკვეულ სიძნელეს შეიცავს, რომელიც ერთი მხრივ, დამოკიდებულია ამოცანაზე და, მეორე მხრივ, პროგრამის შემდგენელის გამოცდილებაზე, რომლის წინასწარ გათვალისწინება თითქმის შეუძლებელია.

პროგრამაში ალგორითმის სახით წარმოდგენილია ინფორმაცია, რომელიც შეიცავს ზუსტსა და სრულ აღწერას იმისა, რომელი ოპერაციის შემდეგ რა სახის მოქმედების შესრულებაა საჭირო, რასაკვირველია, არა ჩვენი, არამედ მანქანაში ოპერაციებისათვის განკუთვნილ ტერმინებში.



ალგორითმი ბრძანების თანამიმდევრობითი გაშლის შედეგად შედგენილი პროგრამაა. მათემატიკაში მას ხშირად მიმართავენ იმდენად, რამდენადაც მის ერთ-ერთ ძირითად თავისებურებას შეადგენს რთული პრობლემების დაყვანა მარტივად. ჩვენ ვიცით, რომ რიცხვების გამრავლება გაცილებით უფრო რთულია, ვიდრე მიმატება, მაგრამ მათემატიკაში ეს ოპერაცია ისეა გამარტივებული, რომ მისი წარმოება ზედმიწევნით გაადვილებულია. 125-ის 5-ზე გასამრავლებლად სრულიად არ არის საჭირო 125 ერთმანეთს 5-ჯერ მივეუმატოთ. ჩვენი მიზნისათვის საკმარისია ერთნიშნის რიცხვების გადამრავლება და შემდეგ დაეწყოთ გამრავლების შეკრება.

ახლა გავეცნოთ ერთ-ერთი ამოცანის ალგორითმის სრულ შინაარსს, რომელიც გვიჩვენებს მანქანაში მიმდინარე ოპერაციების ანალოგიურად გაშლილ მოვლენათა თანამიმდევრობას. არითმეტიკულ პროგრესიაში თითოეული რიცხვი დამოკიდებულია წინა რიცხვზე, იმის გამო, რომ სხვაობა ( $d$ ) უცვლელად რჩება და ყოველთვის მომდევნო რიცხვს ემატება: 0, 3, 6, 9, 12, 15. ამ შემთხვევაში ასეთი უცვლელი რიცხვი ( $d$ ) უდრის 3-ს. იგივე ოპერაცია შეიძლება ასოებით გამოვსახოთ და მივიღებთ:  $a, a+d, a+2d, a+3d\dots$  თუ  $d > 0$ , მაშინ არითმეტიკული პროგრესიის ყოველი მომდევნო რიცხვი მეტია მის წინა რიცხვზე (აღმავეალი პროგრესია). თუ  $d < 0$ , ეს იმას ნიშნავს, რომ ჩვენ მიერ მოწოდებული პროგრესია დაღმავალი წესით მიმდინარეობს.

ზემოგანხილული არითმეტიკული პროგრესია 6 რიცხვისაგან შედგება და თუ გვსურს გამოვიანგარიშოთ, რას უდრის მისი ჯამი, მაშინ მას ასეთი სახე უნდა მივცეთ: 0 3 6 9 12 15

$$+ 15 12 9 6 3 0$$

---


$$15+15+15+15+15+15$$

ამის მიხედვით შეიძლება გამოვიტანოთ დასკვნა: არითმეტიკულ

$$15.6$$

პროგრესიაში მისი წევრების ჯამი უდრის  $\frac{15 \cdot 6}{2}$ . თუ ასოებით გა-

მოვსახავთ პროგრესიის წევრების რაოდენობას, ე. ი.  $n$ -ის მაგიერ  $n$

ასოს ჩავსვათ, მივიღებთ ასეთ ფორმულას:  $S_n = \frac{(a + a_n)n}{2}$ , სადაც  $a_n$

არის ბოლო წევრი. ეს პროგრესიის ალგორითმია, რომლის მიხედვი-

თაც ხდება ყოველთვის და ყველა შემთხვევაში ამ სახის ამოცანის ამოხსნა, რასაკვირველია, ოდენობისათვის ანგარიშის გაწევის გარეშე. ალგორითმი არა მხოლოდ სწორ პასუხს განსაზღვრავს, არამედ იმ წესსაც, რომლის მიხედვითაც შეიძლება მისი მიღება.

აქ წარმოდგენილი ოპერაციები მანქანის სათანადო უჯრედში არის ჩალაგებული თანამიმდევრობის სრული დაცვით. მანქანა ღე-

$$(a + a_n)_n$$

ბულობს პროგრესიის დაყვანილ სახეს  $sn = \frac{\quad}{2}$ , ხოლო ყვე-

ლა დანარჩენი ოპერაცია, რომელთა თანამიმდევრობით გაშლას უნდა მოყვეს ამოცანის გადაწყვეტა, ჩვენგან ფარულად მიმდინარეობს. ამრიგად, ალგორითმის თავისებურებას შეადგენს ისიც, რომ აქ საბოლოო შედეგის მისაღებად არც ცნობიერების მონაწილეობა და არც მათემატიკის ცოდნა საჭირო, რასაკვირველია იმის შემდეგ, როცა ადამიანს ალგორითმის შესადგენად სრულიად გარკვეული წინასწარი მუშაობა აქვს ჩატარებული.

ამოცანის გადაწყვეტა, რომელიც ოპერაციების თანამიმდევრობას ემყარება, მეხსიერების მონაწილეობის გარეშე შეუძლებელია განხორციელდეს. სწრაფგამომთვლელი მანქანა უჯრედებისაგან შედგება. თითოეულ უჯრედში ერთი რიცხვია მოთავსებული და ზედ მიკრული აქვს თავისი ნომერი, რომელიც ლათინური ასოებითაა (a, b, c, d...) წარმოდგენილი. როცა სურთ აჩვენონ a უჯრედში რა რიცხვია მოთავსებული, ამას ასეთ გამოსახულებას  $(a) = a$  აძლევენ. მეხსიერების a უჯრედს, რომელშიაც a რიცხვი მოვითავსეთ, ეწოდება მისამართი. თუ K რიცხვს მისამართად 173 აქვს, მაშინ მისი გამომსახველი ფორმულა იქნება  $173 = (K)$ .

ახლა შემდეგი შინაარსის ბრძანება შეიძლება შევადგინოთ. (ბრძანება სიმბოლოების მიხედვით შედგენილ სტრიქონს ეწოდება): „a ნომრის ქვეშ მოთავსებულ უჯრედში შეიტანეთ შიგთავსი, რომელსაც აქვს ნომერი b და ჩაწერეთ იგი y-ით დანომრილ უჯრედში“. ამ ბრძანების სიმბოლური გამოსახულებაა  $+ aby$ .

ამ სახით მანქანაში შეყავთ ინფორმაცია, რომელიც მისთვის განკუთვნილი ოპერაციების მიხედვით თანამიმდევრობით იშლება. იგი მიმატების შემთხვევაში ასეთ სახეს იღებს:

ცხრილი 1

1 მისამართი	2 მისამართი	3 მისამართი	ოპერაცია
a	b	y	$a + b = y$

ამავე სახითაა წარმოდგენილი დანარჩენი არითმეტიკული ოპერაციები, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ თუ გამოკლება გვსურს გამოკლების ნიშანს ვსვამთ, თუ გაყოფა — გაყოფის ნიშანს, თუ გამრავლება გვსურს გამრავლების ნიშანს.

მანქანაში (AP(x)K უფრო რთული წინადადებებიც შეყავთ, მაგალითად, შემდეგი შინაარსის ბრძანება: „მე-6 უჯრედში შენახული რიცხვი გადაეცით ცარიელ რეგისტრში და შემდეგ შეუდევით იმ ბრძანების შესრულებას, რომელიც მე-7 უჯრედში იხახება“. ამ ბრძანების სიმბოლოებად გამოსახული ფორმულაა:

$$M(6) \rightarrow CR(7), \text{ ანუ } (6) \rightarrow CR(7).$$

ვთქვათ, ამ ბრძანების ჩასაწერი ბარაბანი გამოიცვალა, იგი d ბარაბანით უნდა ჩაიწეროს, ამასთან დაკავშირებით ბრძანების შინაარსიც შეიცვლება: „რეგისტრში (d) ბარაბანზე შენახული რიცხვი გადაეცით M(x) უჯრედში, ამის შემდეგ გადადით M(y) უჯრედში მოთავსებული ოპერაციის შესრულებაზე“. ამ ბრძანების სიმბოლოებით გამოსახვა ასეთ სახეს მიიღებს:

$$R \rightarrow M(d+x)(y), \text{ ანუ } R \rightarrow (d+x)y.$$

ერთზე მეტი მისამართებიანი ბრძანების შესრულებელი მანქანის მექანიზმების უჯრედი სიგრძეზე მატულობს, აგრეთვე მისი ცენტრალური მართვა გართულებულია. მიუხედავად ამისა მას, ერთმისამართიან მანქანასთან შედარებით, მეტად შესამჩნევი უპირატესობა გააჩნია. სამმისამართიან მანქანას ერთი ბრძანებით შეუძლია მეტად რთული ოპერაციების შესრულება, ამის გამო მუშაობის დრო მცირდება და ოპერაციების შესრულებაც სწრაფად მიმდინარეობს. ეს ორი ისეთ თავისებურებაზე მიგვიითითებს, რომელსაც მეტად არსებითი მნიშვნელობა აქვს სწრაფგამომთვლელი მანქანისათვის. ამით აიხსნება ის, რომ ამჟამად თითქმის ხმარებაში არც არის ერთმისამართიანი მანქანა.

სწრაფგამომთვლელი მანქანა ოპერაციებს გაცილებით უკეთ აწარმოებს, როცა რიცხვების მიხედვით მიმდინარეობს გამოთვლა. ციფრების ერთი ჯგუფი მას მიუთითებს რა სახის არითმეტიკული ოპერაცია არის შესასრულებელი, მეორე ჯგუფი — მექანიზმების რომელი უჯრიდანაა რიცხვი ასაღები და ა. შ. რაკი მანქანა ოპერაციებს ციფრების მიხედვით აწარმოებს ისიც გავითვალისწინოთ,

რასაკვირველია ზოგადად, როგორც დგება თითოეული ოპერაციის ეკვივალენტური ციფრები.

სწრაფგამომთვლელ მანქანაში მიმდინარე ოპერაციების ეკვივალენტურ ციფრებს ასეთი სახე შეიძლება მიეცეთ:

ა. მიმატება	1 (ორობითი 001)
ბ. გამრავლება	2 (            010)
გ. გაყოფა	3 (            011)
დ. უპირობო გადასვლა	4 (            100)
ე. პირობითი გადასვლა	5 (            101)
ვ. მანქანის გაჩერება	6 (            „    110)

როცა დადებითი აბსოლუტური რიცხვია ასაღები (+აბს), მის წინ სვამენ 2-ს. ხოლო უარყოფის (—აბს) შემთხვევაში — რიცხვ 3-ს.

ვთქვათ, შემდეგი შინაარსის ბრძანების შესატყვისი კოდია შესაღებნი: „146-ე უჯრედში მოთავსებულ რიცხვს მოაკვლით 250-ე უჯრედში არსებული რიცხვის აბსოლუტური ოდენობა და შედეგი ჩასწერეთ 225-ე უჯრედში“. სამშისამართიანი სტრუქტურის შემთხვევაში ამ ბრძანების კოდი ასე შეიძლება ჩაიწეროს:

2 250 1 3 146 225

პირველი ოპერაციის შემთხვევაში ამ კოდის მიხედვით 250-ე უჯრედიდან ამოღებული სიდიდე დადებითია, რადგანაც მის წინ რიცხვი 2-ია მოთავსებული.

მეორე ოპერაციის შემთხვევაში 146-ე უჯრედიდან ამოღებული რიცხვის აბსოლუტური სიდიდე უარყოფითია, როგორც ამას მის წინ დასმული რიცხვი 3 გვიჩვენებს.

მესამე ოპერაციის დროს 250-ე უჯრედიდან ამოღებულ რიცხვს უნდა გამოაკლდეს 146-ე უჯრედში არსებული რიცხვი და მიღებული შედეგი მოვათავსოთ 225-ე უჯრედში.

როგორც ვხედავთ, მსჯელობის აქ წარმოდგენილი რთული სახე, თუ იგი ციფრებით არის წარმოდგენილი, ისეთ მოკლე წინადადებაში ეტევა, როგორცაა ჩვენ მიერ განხილული ექვსი რიცხვის მარტივი განლაგება. მანქანისათვის ეს რიცხვები საკმარისია ისე წარმართოს ოპერაციები. როგორც ამას მსჯელობის ეტაპური თანამიმდევრობა გვიჩვენებს. თითოეული წინადადების შედგენის დროს მანქანის მოქმედება ასობით თვლას ემყარება, ამიტომ ჩვენ მიერ განხილული ბრძანების კოდიც ორობით თვლის სისტემაზე უნდა იქნეს გადაყვანილი. როგორ მიმდინარეობს ორობითი თვლის სისტემაზე გადასვლა, ამის შესახებ თავის დროზე გვექნება მსჯელობა.

საერთოდ, რაც ზემოთ იყო აღნიშნული ზოგად ფარგლებში იძლევა წარმოდგენას იმის შესახებ, თუ როგორ აწარმოებენ მანქანისათვის პროგრამის შედგენას. ამიტომ ჩვენ მიერ მოყვანილ მაგალითებს მხოლოდ საილუსტრაციო მნიშვნელობა აქვს იმის გასაცნობად, თუ როგორ დგება პროგრამა და როგორ წარმოებს მისი თანდათანობითი გაშიფრვა. ყოველ ცალკე ამოცანაზე ამ ზოგადი წესის მიხედვით მიმდინარეობს პროგრამის შედგენა, მაგრამ აქ ისიც უნდა ითქვას, სხვადასხვა ტიპის მანქანას განსხვავებული წესით შედგენილი პროგრამით შეუძლია თავისი მოვალეობის შესრულება.

საერთოდ მანქანისათვის პროგრამის შედგენა მოითხოვს საქმის მეტად საფუძვლიან ცოდნას და, აგრეთვე, როგორც ითქვა საკმაოდ დიდი ხნის გამოცდილებას.

## მათემატიკა და ლოგიკა

### 1. სიმბოლოებითი აზროვნების ელემენტები

მათემატიკურმა აზროვნებამ აბსტრაქციის უმაღლეს საფეხურს. ჩანს, იმიტომ მიაღწია, რომ სხვა მეცნიერულ დარგთა შორის, იგი ერთადერთია, რომელმაც შეძლო საკუთარი ენის ჩამოყალიბება, მათემატიკის მიერ გამოყენებული სიმბოლოები არსებით განსხვავდება სიტყვებისაგან. ისინი სავსებით დაცლილია ფიქსირებული შინაარსისაგან, რაც მათი ნებისმიერი გამოყენების განუსაზღვრელ შესაძლებლობას იძლევა.

მათემატიკური სიმბოლოების განვითარების სრულიად მოკლე მიმოხილვას შეუძლია გვიჩვენოს — თანდათან როგორ ამაღლდა მათემატიკური აზროვნება აბსტრაქციის თანამედროვე საფეხურამდე. აზროვნება აქაც კონკრეტულიდან ზოგადისკენ მიემართება. ასე რომ, აზროვნების განვითარების გენერალური ხაზიდან მათემატიკას არ გადაუხვევია. იყო დრო, როცა ადამიანი იმდენის დათვლას ახერხებდა, რამდენი თითიც ჰქონდა. თანამედროვე იტალიურ ენაზე *le dita* (ლე დიტა) ნიშნავს ათსაც და თითსაც. ბავშვობაში ყველა ჩვენთაგანს ხელის თითებით აქვს ნასწავლი დათვლა. თანამედროვე ციფრების მოხაზულობაც მიგვითითებს, რომ დათვლა ადამიანს თითების დახმარებით შეუთვისებია.

ჩინელ ხალხს ყველაზე ძველი მათემატიკური კულტურა აქვს, რომლის დამოწმებას, სრულიად ნათლად შეუძლია დაგვანახოს. რომ ჩინეთში არითმეტიკა თვალსაჩინოების საფუძველზეა განვითარებული. ჩინელი რიცხვს არ წერდა, არამედ ხატავდა. ჩინური სიტყვები იეროგლიფებია, ისევე როგორც ჩინური დამწერლობა. ამის საილუსტრაციოდ აქვე მოგვყავს რიცხვის გამომხატველი ჩინური ნიშნები, რომელიც არც ისე დიდი ხანია იხმარებოდა სახელმძღვანელოებში.

I, II, III, IIII, V, VI, VII, VIII, IX  
 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9

X, XX, XXX, XXXX, XXXX, L, L, L, L  
 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90

ძველი რომაელების მიერ მოცემული რიცხვებიც მოგვაგონებს ხელზე თითების განლაგებას. აქაც ერთი თითი ნიშნავს 1-ს, ორი თითი — 2-ს, სამი თითი — 3-ს, ოთხი თითი — 4-ს და ხუთი თითი — 5-ს.



სურ. 1

V-ის გამოხატვა თითებით

ხუთის შემთხვევაში თითების განლაგება სავსებით ანალოგიურია გაშლილი თითებისა —  $\rightarrow V$  და ბუნებრივია, რომ ორი ასეთი ნიშანი —  $\nabla \rightarrow X$  ათის გამომხატველად არის გამოყენებული.

ამრიგად, რიცხვების განვითარება მიგვითითებს, რომ ანგარიში თავიდან კონკრეტულ საგნებთან იყო დაკავშირებული და მათი გამომსახველი ციფრებიც ასევე კონკრეტული საგნების ასლია. ამასვე გვიდასტურებს ლურსმული წარწერის განხილვა, აქაც ერთას აღმნიშვნელია 1 ლურსმანი, ორის აღმნიშვნელია 2 ლურსმანი და ა. შ.

ის, რაც აქ ანგარიშის, ე. ი. არითმეტიკის განვითარების შესახებ ითქვა ეხება არა მარტო ციფრებს, არამედ ადამიანის აზროვნებას. იგი მაჩვენებელია იმ საფეხურის, რომელიც მის აზროვნებას აქვს განვლილი. პრიმიტიული ადამიანი მეტყველებს, მას სიტყვების დიდი მარაგი გააჩნია და სიტყვაც საგნებისა და მოვლენების აღ-

მნიშვნელი ხატია. ამ ადამიანთა სიტყვების ანალიზს შეუძლია გვიჩვენოს, რომ საგნისათვის სახელი იმის მიხედვითაა მინიჭებული რა შთაბეჭდილებაც მას დაუტოვებია. ამიტომაცაა, რომ პრიმიტივის მეტყველება მოვლენის დახატვას ემსახურება და ამ ხატის გარეშე მისთვის სიტყვა მნიშვნელობას კარგავს. მაღალი მისთვის არის არა ყოველი ამ თვისების მატარებელი საგანი, არამედ „მაღალი როგორც ფეხი“. ასევე მაგარი მისთვის არის მაგარი „როგორც ქვა“. მრგვალია ის, რაც „მთვარესავითაა“, თუ როილი ვაჩვენებთ „ყუთია ევმისას რომ ყვირის“ და ა. შ. ინდივიდუალური შთაბეჭდილების გამომხატველად გამოყენებულია სიტყვა, ამიტომაცაა, რომ სამხრეთ აფრიკაში მცხოვრებ ერთ-ერთ ტომს სიარულის აღსანიშნავად 12 სხვადასხვა სიტყვა აქვს. ეს ტომი ქანაობით სიარულს ერთი სიტყვით აღნიშნავს, მეორე სიტყვით — უკანგადახრილ სიარულს, მესამე სიტყვით — წინგადახრილ სიარულს და ა. შ., მიუხედავად ამისა, ამ ტომის არც ერთ წარმომადგენელს არ გააჩნია თვით სიარულის აღმნიშვნელი ცნება, რომელშიაც განზოგადებულია სიარულის თითოეული სახე.

აზროვნების განვითარების ამ საფეხურზე ადამიანს არც რიცხვის ცნება ჰქონდა და არც მეტყველებაში შთაბეჭდილებათა განზოგადებული სახელი. თურნვალდს მოჰყავს შემდეგი მაგალითი: აფრიკის ერთ-ერთი ტომის წარმომადგენელმა ევროპიელს მიჰყადა ცხვარი, მაგრამ არ მისცა მანამ, სანამ ფული ცხვრის ზურგზე დაწყობილი არ დაითვალა. ტამანაკის ტომი (გრელანდია) 18 რიცხვს ასე გამოთქვამს: „მეორე ფეხიდან სამი“, ე. ი. 10 (ორივე ხელი) + 5 (პირველი ფეხი) + 3 თითი მეორე ფეხიდან. ვისაც მრგვალის ცნება არა აქვს, იგი ასეთ საგანს მთვარისებრს უწოდებს.

ჩუკოტკაში მხოლოდ საბჭოთა ხელისუფლების დროს გახსნილ სკოლებში ყველაზე მეტ სიძნელეს არითმეტიკის მასწავლებელი წააწყდა. მოსწავლეს მისცეს დავალება: 7 ხეს მიუმატოს 6 ხე. ბავშვი, რომელსაც ხის ცნება არ ჰქონდა, მასწავლებელს შეეკითხა: როგორ ხეს? გრძელს თუ მოკლეს? ამოცანის გადაწყვეტამდე ბავშვს უნდოდა ხის ნამდვილი სურათი წარმოედგინა.

ჩუკოტკელი მოსწავლეები ამოცანის გამოყვანაზე უარს აცხადებდნენ იმის გამო, რომ იგი სინამდვილეს არ შეეფერებოდა და ხშირად სიცილსაც იწყებდნენ. ბავშვები თხოულობდნენ, როგორც ი. დეპმანი აღნიშნავს, ამოცანას საფუძვლად დადებოდა ფაქტი, რომელიც სიმართლეს შეეფერებოდა, ხოლო სიმართლე იყო მათთვის ის, რისი თვალთ ხილვაცაა შესაძლებელი.



ადამიანის აზროვნების განვითარება ამ სტადიაზე არ შეჩერებულია, იგი დიდი ხანია გასცილდა თვალსაჩინოების საფუძველზე მიმდინარე აზროვნების საფეხურს და თანდათანობით ამალდა თანამედროვე ადამიანის ცნებით აზროვნებამდე. ხატოვანი აზროვნება შესცვალა ცნებებით, ე. ი. ლოგიკური აზროვნების საფეხურმა. ამიერიდან რიცხვებს იგი არა თვალსაჩინოდ მოცემულ საგანთა დასათვლელად იყენებს, არამედ განყენებული ოდენობის აღმნიშვნელ სიმბოლოდ. ჩვენთვის 100, როგორც ოდენობა არსებობს დამოუკიდებლად იმისა, იგულისხმება მასში 100 ცხვარი, 100 ხე, 100 ადამიანი. ამიტომ ეწოდება არითმეტიკას ფორმალური მეცნიერება.

მათემატიკური აზროვნების განვითარების შემდეგ საფეხურზე გაჩნდა ხარისხის ცნება, ხარისხი მიგვითითებს იმაზე, რომ ერთი და იგივე რიცხვი თავისთავზე გამრავლებულია იმდენჯერ, რამდენიცაა ხარისხის მაჩვენებელი:  $100 = 10 \times 10 = 10^2$ . ამრიგად, ათი მეორე ხარისხში ნიშნავს იმას, რომ  $10 \times 10$ -ზე, ამის მიხედვით  $10^3 = 10 \cdot 10 \cdot 10$ ;  $10000 = 10^4$  და ა. შ.

თანამედროვე მათემატიკაში აბსტრაქტულმა აზროვნებამ იმ დონემდე მიაღწია, რომ რიცხვებით წარმოდგენილი ოდენობა შესცვალა ასოებისაგან შემდგარ სიმბოლოებით. ალგებრაში ასო შეიძლება 1000-საც ნიშნავდეს და 10 000-საც. რიცხვების მაგიერ ასოების შემოღებით მათემატიკა ოდენობას სრულიად არ იღებს მხედველობაში, რამაც საშუალება მისცა მას აბსტრაქტულ ფორმაში მოკლედ და ზუსტად გამოეთქვა მათემატიკური კანონები. ამ გზით სწორი დასკვნის გამოტანა გაცილებით მარტივი და სანდო აღმოჩნდა. ორი წევრის ჯამის კვადრატი იწერება არა კონკრეტულ  $(2+3)^2$  ფორმაში. არამედ მათი შემცვლელი ასოების, სიმბოლოების საშუალებით:  $(a+b)^2$ , რაც უდრის  $a^2 + 2ab + b^2$ . ეს არის ორი წევრის ჯამის კვადრატის დაყვანილი სახე. მაგრამ აქედან სრულიად არ ჩანს, რომ იგი, მაგალითად, 25 უდრის. ეს არც აინტერესებს თანამედროვე მათემატიკურ აზროვნებას, ვინაიდან მიღწეულია ისეთი წესის შემუშავება, რომელსაც, რა რიცხვსაც არ მიუყენებთ, ყოველთვის შეუძლია უზრუნველყოს სწორი პასუხის მიღება.

მათემატიკაში სიმბოლოების დამკვიდრებას თავისი ისტორია აქვს და პირდაპირ დაკავშირებულია მათემატიკური აზროვნების განვითარებასთან. აქ სამ საფეხურს არჩევენ: რიტორულს, სინკოპურსა და სიმბოლურს.

რიტორული მათემატიკა იყო იგივე ვერბალური და იგი სიმბოლოებით სარგებლობდა. ამ ეტაპზე იღვა მათემატიკა საბერძნეთში დიოფანტემდე (ჩვენი ეპო-

ქის III საუკუნე), არაბეთისა და ევროპის მათემატიკა თითქმის მთლიანად XIV საუკუნემდე. ეგვიპტელებს და ბაბალონელებს აქვთ იეროგრაფული.

დიოფანტის დროიდან, რიცხვის აღმნიშვნელად სიტყვის დასაწყის ასოს ხმარობენ, მაგალითად,  $ap$  იყო სიტყვის აღმნიშვნელი და აღებულია სატყეა აპითოდან, რომელიც ბერძნულად ნიშნავს რიცხვს. ამ დროს მიმატების აღმნიშვნელი ნიშანი არ იყო. გამოკლების მოვალეობას გადაბრუნებული ასო  $\psi$  (ფსი) ასრულებდა, ხოლო გაყოფა სიტყვიერად იწერებოდა.

ინდური მათემატიკა სინკოპური იყო, იგი მათემატიკურ ცნებებს სათანადო სიტყვის პირველი ასოს მიხედვით აღნიშნავდა.

სიმბოლური მათემატიკის ისტორია XV საუკუნიდან იწყება, თუმცა ლუკა პიჩიოლი (1494) ჯერ კიდევ  $P$  და  $w$  ასოთი აღნიშნავს პლუსსა და მინუსს და მხოლოდ ამ საუკუნის ბოლოს გამოჩნდა ნაბეჭდი ნიშანი  $+$  და  $-$ .

დეკარტეს დროიდან დამკვიდრდა უცნობი რიცხვის აღმნიშვნელად  $x$ -ისა და  $y$ -ის ხმარება. გამრავლების ნიშანი ( $\times$ ) 1631 წლიდან არის დამკვიდრებული. დაახლოებით ამავე დროსაა შემოტანილი გაყოფის ნიშანი ( $:$ ). მე-16 საუკუნეში დამკვიდრდა ტოლობის ( $=$ ) ნიშანი, რომელიც დიდხანს არ ყოფილა მიღებული; რაც შეეხება უტოლობის ნიშანს ( $>$   $<$ ), მას შემოღებიდანვე ადგილი მტკიცედ დაუჭერია. მრავალნიშნა რიცხვის ამოფესვასთან არის დაკავშირებული ფრანსუაზის ხმარება.

მათემატიკამ, როგორც მეცნიერების სრულიად გარკვეულმა დარგმა, თავიდანვე სცადა ისეთი სიმბოლოების შექმნა, რომელიც სიტყვას შეცვლიდა და თან ადეკვატური იქნებოდა მათემატიკური ცნებების გამოსახატავად. დანამდვილებით შეიძლება ითქვას, რომ ამან მეტად შეუწყო ხელი მათემატიკური მეცნიერების განვითარებას.

მეცნიერების ამ დარგის მეორე და, შეიძლება ითქვას, ძირითად თავისებურებას შეადგენს ის, რომ მას აინტერესებს არა თვითონ ოდენობანი, არამედ სიმბოლოთა შორის მიმართების ისეთი წესის მოცემა, რომელსაც შეუძლია სწორ დასკვნამდე მიგვიყვანოს.

ამ თავისებურებით ხასიათდება მათემატიკური მსჯელობა, რომელიც დღეს არაერთი მეცნიერული დარგისათვის გამზადარა მისაბაძი. მაგალითად, ასე მომზადდა ნიადაგი მათემატიკური ლოგიკის ჩამოყალიბებისათვის.

მეცნიერების ამ დარგის ელემენტების გაცნობამდე, აქვე შეიძლება ვიკითხოთ: მხოლოდ გამოცდილებათა მათემატიკური აზროვნების საფუძველი? პასუხი ამ კითხვაზე შეიძლება იმ შემთხვევაში მოინახოს, თუ მათემატიკური აზროვნების იმ თავისებურებასაც გავითვალისწინებთ, რომ მისი სქემები არა მხოლოდ არსებულ ფიზიკურ სტრუქტურებს ასახავენ, არამედ ახერხებენ მის ანტიციპირება-

საც. რაკი ეს ასეა, ცხადია, რომ არ არის იმის ცოდნა საკმარისი, რასაც წარმოდგენს უშუალოდ რეალობა, საჭიროა ამაზე მაღლა დგომა და, მასასადამე, არც იმ გამოცდილებით დაკმაყოფილება იქნება საკმარისი, რომელიც უშუალოდ აქედანაა გამოტანილი.

მათემატიკური აზროვნება თავისი განვითარების უმაღლეს საფეხურზე არა უშუალო გამოცდილებას ემყარება, არამედ მის ისეთ დონეს, რომლის საფუძველზეა გაზოგადებული სუბიექტის აქტიუბის პროდუქტი. მხედველობაში გვაქვს აქტიუობის მაღალი ფორმა, შემოქმედება, რომელიც ამოდის მოქმედებიდან და ობიექტიდან ამოსულ აბსტრაქციას უპირდაპირდება. ვთქვათ, ჩვენ წინ არის სხვადასხვა ფორმის წითელი გეომეტრიული ფიგურა. სიწითლე იქნება მათი ისეთი რეალურად არსებული ნიშანი, რომელიც ყველასათვის ერთნაირად არის დამახასიათებელი. ამ ნიშნის აბსტრაქცია, როგორც ვხედავთ, რეალურად მოცემული ფიგურების ფერის გამოყოფის გზით არის მიღებული. ისმება საკითხი, ასეთივე აბსტრაქციის გზით არის მიღებული რიცხვი?

ჩვენ ვიცით, რომ  $4+3=7$ , მაგრამ არც ოთხსა და არც სამს მოეპოვება ისეთი ნიშანი რეალურად, რომელიც შვიდის გამოყოფის უფლებას გვაძლევდეს. რეალურად მოცემული ნიშნის მიხედვით 4-ს არაფერი აქვს საერთო შვიდთან და არც სამს. ერთი სიტყვით, 4-ისა და 3-ის შვიდის ჯგუფში მოთავსებისათვის არ არსებობს თვალსაჩინო ნიშანი. არც 7-ს მოენახება 4-თან და 3-თან საერთო ნიშანი. მსჯელობა ეხება ისეთ აბსტრაქციას, რომელიც თვითონ სუბიექტის აქტიურობის პროდუქტია. სუბიექტის მოქმედებისათვის ამ შემთხვევაში არ არსებობს თვალსაჩინო დასაყრდენი, თუმცა 4-იც და 3-იც თვალსაჩინოდ არის წარმოდგენილი. ამათ გარეშე არ მომხდარა ახალი მოქმედების შემუშავება, რომელიც ამჟამად როგორც ცნებების აქტიური კონსტრუქცია გამოიყურება. თუ თავიდან ერთის სიმბოლო ერთი თითი იყო, ორის სიმბოლო — ორი თითი და ა. შ. საბოლოოდ ადამიანის აზროვნება ამაღლდა იმ საფეხურამდე, რომ თითებს მოწყვეტოდა და თავისი მათემატიკური აზროვნების გამომხატველი სიმბოლოები შეემუშავებინა, დაახლოებით ისე, როგორც ამას ხატვიდან წერაზე გადასვლის შემთხვევაში ჰქონდა ადგილი. წერის დროს ადამიანი მაგიდას არ ხატავს, არამედ ისეთი ნიშნებით გამოხატავს მას, რომელსაც არაფერი აქვს საერთო თვითონ მაგიდის ნამდვილ სურათთან.

რიცხვიც ასეთი აბსტრაქციის გზით არის კონსტრუირებული. სწორედ ამიტომ მხოლოდ „შინაგან გამოცდილებიდან“ არ გამოიყ-

ვანება, მაგრამ არც მხოლოდ ობიექტებიდანაა გამოყვანილი. იგი ორივეს გონიერ გამოყენებას ემყარება, უკეთ, დაჯგუფებას, რომელიც შინაგანი გამოცდილების გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა გარეგანი ობიექტების მიმართ. გამოცდილება რომელიც ფსიქიკურია თავის ბუნებით, არ არის ციდან ჩამოვარდნილი, მას თავისი წინაპირობა გააჩნია. ასეთია, პიაჟეს აზრით, კოორდინაცია, რომელიც როგორც აქტიური მოქმედება ამდიდრებს შინაგანი და გერეგანი გამოცდილების ობიექტებს. ცხადია, რიცხვის ასეთ წარმოშობას არ ეგუება აპრიორისტული თვალსაზრისი, რომლისთვისაც რიცხვი არის გონის შინაგანი სტრუქტურა და, რომელიც თავზეა მოხვეული გარეგანი რეალობისათვის. იგი მზა სახით არ არის მოცემული არც გონსა და არც საგნებში, ამდენად არც ემპირისტული თეორიაა საკმარისი, თუ არ იქნა მხედველობაში მიღებული სუბიექტის აქტივობა, რომელიც გარემოსთან მისი ურთიერთობით, ამ ურთიერთობის პროდუქტის გადამუშავებით იწყება. პიროვნების მონაწილეობის გარეშე გაუგებარი ჩანს შესატყვისობა, რომელსაც ვნახულობთ ლოგიკურ-მათემატიკურ ოპერაციებსა და საგნებს შორის.

რიცხვის მოქმედებაში არაჩვეულებრივად მოწესრიგებულ ჩანს შინაგანსა და გარეგანს შორის ადეკვატურობა. განზოგადების ზრდას თან სდევს უნივერსალური ობიექტისაგან განთავისუფლება, მაგრამ ეს ხელს არ უშლის იმას, რომ რიცხვი სულ უფრო უკეთ და უკეთ შეესატყვისებოდეს გონის ოპერაციებს და უკეთ შეგუებას იჩენდეს სამყაროსადმი. სწორედ ამის გამო წარმოადგენს იგი ინტელექტუალური შეგუების, ყველაზე უფრო არსებით და ყველაზე უფრო ცენტრალურ ფორმას, რომელიც პიროვნების სპეციალური აქტიურობის შუამავლობით აგრძელებს ყოველი ახლის ასიმილაციას (პიაჟე).

## 2. მათემატიკური ლოგიკა

ლოგიკის მოქმედების სფერო აზროვნებაა, შეიძლება ასედაც გვეთქვა, მსჯელობა, რომელიც წინადადების სახით არის მოცემული. მათემატიკური ლოგიკისათვის წინადადება წარმოადგენს ატომს, რომელიც მეორე ატომთან დაკავშირებულია გარკვეული წესით. აზრი არ არსებობს წინადადების გარეშე, იგი მსჯელობის, ე. ი. წინადადების სახითაა მოცემული. „აზრი არის გააზრებული წინადადება“ (ლ. ვიტგენშტაინი). იგი რიგ შემთხვევაში მოცემულია ისეთი დებულების სახით, რომელიც თვითონვე შეიცავს კემპარიტების

გახსნის საშუალებას. ასეთ კეშმარიტ დებულებას ეწოდება ლოგიკაში აქსიომა, რომლის სისწორეში მტკიცების გარეშე ვართ დარწმუნებული. აქსიომა, შეიძლება გვეთქვას, რომ არის მსჯელობის ალგორითმი.

წინადადებასა და მის შინაარსს, ე. ი. მნიშვნელობას შორის ყოველთვის იყო ლოგიკის მიერ ნაგულისხმევი ერთმნიშვნელოვანი დამოკიდებულება. წინადადება ყოველთვის მნიშვნელობის მატარებელი იყო, მაგრამ ლოგიკური სინტაქსი, რომელიც მათემატიკური ლოგიკის საფუძველზეა ჩამოყალიბებული, ცდილობს ამას გვერღო აუაროს. სემანტური ლოგიკის წარმომადგენლებისათვის „წინადადება არის ნიშანთა სტრუქტურა, იგი შეიძლება ან კეშმარიტი იყოს ან მცდარი“.

ლოგიკური სინტაქსი სხვა რა უნდა იყოს თუ არა ენის კანონების სისტემატური ჩამოყალიბება. წესები, რომლითაც მათემატიკურ ლოგიკაზე ჩამოყალიბებული სინტაქსი სარგებლობს, არის ფორმალური, როგორც ამის შესახებ კარნაპი მიუთითებს. მათ არა სიმბოლოების მნიშვნელობასთან (სიტყუასთან), წარმოთქმულ აზრთან აქვთ კავშირი, არამედ სიმბოლოების სახეებთან, მათ განლაგებასთან. აქედან გამომდინარეობს დასკვნა, რომ ლოგიკური მიმართებათა მხოლოდ წინადადების სტრუქტურაზე დამოკიდებული და ლოგიკური ამოცანაც, კარნაპის აზრით, ისეთი წესის ჩამოყალიბებაში მდგომარეობს, რომლის მიხედვით დასკვნა ყოველთვის წინამძღვრისგან უნდა გამომდინარეობდეს.

სხვაგვარად არც ფორმალურ ლოგიკაშია წარმოდგენილი მსჯელობა.

ფორმალური ლოგიკის გამოსავალ პუნქტს წარმოადგენს ეს, რომ ერთი და იგივე ფორმა შეიძლება მივცეთ კონკრეტული შინაარსით განსხვავებულ აზრებს. „ყოველი ადამიანი მოკვდავია“ ერთი აზრია, სოლო „ყოველი ხე მცენარეა“ მეორე, რომელნიც შინაარსის მხრივ განსხვავდებიან. პირველი ადამიანის თვისებას ეხება, მეორე—მცენარის, მაგრამ მათ ერთნაირი ფორმა აქვთ. უკეთ, ერთსა და იმავე ფორმაში არიან წარმოდგენილი. თითოეულ აზრში საგანთა კლასი საერთო ნიშნის მიხედვითაა გაერთიანებული. ხშირად ერთი მსჯელობიდან გამოგვყავს მეორე, რომელიც დასკვნის სახით ხორციელდება. სტრუქტურის მიხედვით ერთნაირი მსჯელობა, შეიძლება მასალის, ე. ი. შინაარსის მიხედვით განსხვავებული იყოს. არც ისე იშვიათად მიმართავენ ასეთ მსჯელობას: „ყველა A საგანს აქვს

B თვისება: „ყველა B თვისების საგანს აქვს C თვისება, აქედან დასკვნა: ყველა A საგანს აქვს თვისება C. ეს სილოგიზმის ერთ-ერთი ფორმაა, რომელიც ერთიმეორისაგან განსხვავებული შინაარსის მსჯელობის შემთხვევაში გვხვდება. ახლა A, B, C მაგიერ ჩავსვათ „ადამიანი“, „ძუძუმწოვარი“ და „ხერხემლიანი“, მივიღებთ მსჯელობას: „ყველა ადამიანი ძუძუმწოვარია. ყველა ძუძუმწოვარი — ხერხემლიანია“. როგორი შინაარსის არ უნდა იყოს ჩვენი მსჯელობა, იგი ყველგან ამ ფორმას შეინარჩუნებს.

განვიხილოთ კიდევ ერთი საერთოდ გავრცელებული სილოგიზმი.

ყოველი ადამიანი მოკვდავი

ივანე ადამიანია

მაშასადამე, ივანე მოკვდავია.

აქ მსჯელობის ისეთი ფორმა გვაქვს, რომ ყოველი ადამიანი მოკვდავთა კლასში უნდა ჩაირიცხოს, ამიტომ იქნება: ივანე, პეტრე თუ პავლე შეუძლებელია არ მოკვდეს. ამრიგად, ჩვენი მსჯელობა ივანეს მოკვდაობის შესახებ ზოგადი დებულების კერძოულ შემთხვევას წარმოადგენს, მის აუცილებელ რეალიზაციას. საჭიანთა კლასის შესახებ გამოტანილი დასკვნა (ადამიანთა მოკვდაობის შესახებ) ვრცელდება ამ კლასში შემავალ ცალკეულ საგანზე, ყოველ მათ ჯგუფზე.

ყველა ამ სახის მსჯელობისათვის შეიძლება მოინახოს მათი შემცველ სიმბოლოთა სისტემა:

$$\begin{array}{c} M-P \\ S-P \\ \hline S-P \end{array}$$

M ყოველი ადამიანის აღმნიშვნელი სიმბოლოა, P მოკვდავს აღნიშნავს, S — ამა თუ იმ ადამიანს, სოკრატეს, პეტრეს, ივანეს და ა. შ. აქ აზრის მსვლელობა ზოგადიდან უფრო ნაკლები ზოგადისაკენ მიემართება: მოკვდავი → ადამიანი → სოკრატე, უკეთ რომ ვთქვათ, S შედის M-ში, ხოლო M-ში შედის P, მაშასადამე, S შედის P-ში. რაც M-ის შესახებ დასტურდება, აგრეთვე M-ში შემავალ ყველა საგანზე (S) ვრცელდება.

აზრის სიმბოლოებში გამოსახვა, რაც ფორმალური ლოგიკის ფარგლებში ჩაისახა, სულ უფრო მეტად და მეტად ათავისუფლებდა ადამიანს გრძნობად ანუ თვალსაჩინო შინაარსისათვის ანგარიშის გაწევისაგან და მიჰყავდა იგი მსჯელობის ფორმალრიზაციის

ი ს ა კ ე ნ. ამ სახის მსჯელობის უპირატესობას შეადგენს ის, რომ ოპერაციები, რომლითაც აზროვნება სარგებლობს მატერიალურია (ციფრი, ასო), ხოლო გამოანგარიშების პროცესი კი უცვლელად რჩება.

აზროვნების ასეთ მაღალ საფეხურზე ასვლამ მისცა სემანტურ ლოგიკას საშუალება ჩაწვდომოდა ისეთი პრობლემების სიღრმეს, რომლებიც დაკავშირებულია მათემატიკის დაფუძნებასთან. სიმრავლისა და ალბათობის თეორიასთან. ამ გზით მიადწია მათემატიკურ-მა ლოგიკამ, თავისი მსჯელობის საგნად ქცეული ცნებებისათვის მიეცა მაქსიმალურად გამოხატული აქსიომატიკური სახე. მხოლოდ ამდაგვარ ნიადაგზე დამდგარ ლოგიკას შეეძლო გაეწია სამსახური სხვა მეცნიერული დისციპლინებისათვის, ეჩვენებია ჩვენთვის, რა სახისაა მათემატიკის, ბუნებისმეტყველების, ტექნიკური მეცნიერების ლოგიკური სტრუქტურა. მათემატიკურ ლოგიკას, როგორც მათემატიკასა და ფილოსოფიას შორის მდებარე მეცნიერებას, უთუოდ დიდი დახმარების აღმოჩენა შეუძლია რიგი კერძო დისციპლინებისათვის, საკუთარი საგნისა და მეთოდის ლოგიკური დასაბუთების სფეროში, რამდენადაც როგორც ყოველი სხვა ლოგიკა, არც ის არის მოწყვეტილი შემეცნების თეორიას<sup>1</sup>.

მათემატიკური ლოგიკის მონაპოვარს ემყარება თანამედროვე ტექნიკურ მეცნიერებებთან ლოგიკის უახლოესი კავშირი, მაგრამ სანამდის მიადწევს ეს კავშირი, ამისი წინასწარი განსაზღვრა ძნელია. აქ წინსვლა დამოკიდებულია იმაზე, შესძლებს თუ არა თანამედროვე ლოგიკა ყოველგვარი სახის აზროვნების ფორმალიზაციას. მათ გამოხატვას ისეთ უნიფიცირებულ სიმბოლოებში, რომ მანქანამ შეძლოს მისი ავტომატური რეალიზაცია. რაც უფრო მეტი წარმატება ექნება ლოგიკას ამ მიმართულებით, მით უფრო მკვიდროდ დაუკავშირდება იგი კიბერნეტიკის ინტერესებს.

მათემატიკური ლოგიკა ჭერჭერობით წარმატებით მიემართება წინ და, ფორმალური ლოგიკის მსგავსად, მსჯელობას შლის შემადგენელ ელემენტად და მათ შორის ისეოივე დამოკიდებულების დამყარებას ცდილობს, როგორც არითმეტიკაში რიცხვებს შორის არაის მოცემული. მისი სამეტყველო ენა ჭილბერტის მტკიცების თეორიაში დამკვირებელ ცნებებს ემყარება, რომელიც საშუალებას იძლე-

<sup>1</sup> ჩვენ მხედველობაში გვაქვს აზრის სიმბოლოებში გამოსახვა, მისი დადებითი მნიშვნელობა და არა თანამედროვე სემანტური ლოგიკის შემეცნების თეორია, რომლის რეაქციონული შინაარსი ყველასათვის ცნობილია.

ვა ყოველი მათემატიკური წინადადება ფორმულის სახით ჩაიწეროს. აქ წინადადებას შინაარსს არ ექცევა ყურადღება, არამედ მხოლოდ მათ შორის მიმართებას.

ავიღოთ ორი წინადადება: 1. „2 ნაკლებია 3-ზე“, 2. „თოვლი შავია“. ამ ორ წინადადებას შორის შესაძლებელია კავშირის დამყარება: „და“, „ან“, „მაშ“, „თუ“ ნაწილაკების გამოყენებით. ამ გზით მიღებული პირველი წინადადება იქნება: „2 ნაკლებია 3-ზე და თოვლი შავია“; მეორე წინადადება იქნება: „2 ნაკლებია 3-ზე ან თოვლი შავია“; მესამე: „თუ 2 ნაკლებია 3-ზე, მაშინ თოვლი შავია“; მეოთხე: „2 მხოლოდ მაშინ და მხოლოდ იმ შემთხვევაში არის 3-ზე ნაკლები, თუ თოვლი შავია“. ამ ორ წინადადებათა შორის ფორმალურად სწორი ურთიერთობაა დამყარებული, თუმცა შავი თოვლი ჭერჯერობით არაფის უნახავს. მიუხედავად ამისა, რომელიმე ერთი დებულების გაზიარებას აუცილებლად თან სდევს მეორე დებულება, რომელიც მასთან ლოგიკურ დამოკიდებულებას ამჟღავნებს. თვითონ ამ დამოკიდებულების ბუნებაა ისეთი, რომ მას, გრამატიკის მსგავსად, სრულიად არ აინტერესებს იმ წინადადებათა შინაარსი, რომელიც შესაკავშირებლად არის აღებული.

მათემატიკურ ლოგიკაში კავშირები გამოხატულია სიმბოლოებით, რომლის მიხედვით:

1. ხაზი (—) არას ნიშნავს, თუ ასეა  $\bar{x}$  წინადადება შედგენილი. იგი ნიშნავს  $x$  არის არა  $x$ ;

2.  $\wedge$  — იხმარება კავშირი „და“-ს მაგივრად.  $x \wedge y$  იკითხება:  $x$  და  $y$ . ამ სახის კავშირს კონიუნქცია ეწოდება. ამ სიმბოლოებით გამოსახული მსჯელობა ასეთ წაკითხვას მოითხოვს: „ზარი დაირეკა და მოწაფეები კლასში შევიდნენ“.

3.  $\vee$  — იხმარება „ან“-ს შემცვლელად.  $x \vee y$  უნდა წავიკითხოთ: „ $x$  ან  $y$ “. კავშირის ამ სახეობას დისიუნქცია ეწოდება: „ზარა  $x$ -ის ან  $y$ -ის ღილაკზეა თითი დაჭერილი“.

4.  $\rightarrow$  (D) იხმარება „მაშინ“-ის შემცვლელად.  $x \rightarrow y$  თხოულობს; წაკითხვას, თუ  $x$ -ია, მაშინ  $y$ -ცაა. ამ სახის კავშირი იმპლიკაციად არის წოდებული: „თუ ღილაკზე თითი დაჭერილია, მაშინ მოტორი ბრუნავს“.

5.  $\sim$  ცვლის წინადადებას: „თუ ღილაკზე თითი დაჭერილია, მხოლოდ მაშინ და მხოლოდ ამ შემთხვევაში ბრუნავს მოტორი“.  $x \sim y$  სახით გამოსახული წინადადება შემდეგნაირ წაკითხვას მოითხოვს: „ეს წინადადება მხოლოდ მაშინ და მხოლოდ იმ შემთხვე-



ვაში არის ჰეშმარიტი, თუ  $x$ -იც ჰეშმარიტია და  $y$ -იც“, მაშინაც თუ ორივე მცდარია.

ახლა უფრო ახლო გავეცნოთ მსჯელობის თითოეულ ფორმას.

კონიუნქცია, დიზიუნქცია და უარყოფა აჩის სიმბოლური ლოგიკის ძირითადი მოქმედება, დანარჩენი ლოგიკური ოპერაციები ამათზე დაიყვანება, ისევე, როგორც სხვადასხვა ალგებრული ოპერაციები დაიყვანება მიმატებასა და გამოკლებაზე. მაგალითისათვის ავიღოთ ლოგიკური მიმართება, რომელსაც იმპლიკაცია იწოდის სახელით აღნიშნავენ. ორ აზრთა შორის ასეთი მიმართება ნაგულისხმევი, რომლის შემთხვევაში პირველის მიღების შემდეგ არ შეიძლება მეორის უარყოფა. მაგალითად მსჯელობა: „მას მაღალი სიცხე აქვს“ და „იგი ავადმყოფია“, ერთმანეთთან იმპლიკაციის ურთიერთობაში თუ არიან, მაშინ პირველი წინადადების მიღებით, რომ „მას მაღალი სიცხე აქვს“ უნდა მივიღოთ მეორეც — „ის ავადმყოფია“. მეტყველებაში ასეთი მსჯელობა გამოიხატება კავშირით: „თუ... მაშინ“, მაგალითად, „თუ მას მაღალი სიცხე აქვს, მაშინ იგი ავადმყოფია“.

სიმბოლური ლოგიკისათვის წინადადების კონკრეტულ შინაარს მნიშვნელობა არა აქვს. შეიძლება ასეთი წინადადება გვექონდეს: „ორჯერ ორი არის ოთხი“ და „მტკვარი თბილისში გადის“. თუ ჩვენ უკანასკნელი წინადადების ჰეშმარიტებაში ეჭვი არ გვებარება, მაშინ ვალდებული ვართ აუცილებლად მივიღოთ იმპლიკაცია — „თუ ორჯერ ორი არის ოთხი, მტკვარი თბილისში გადის“. თუმცა ჩვეულებრივ ლოგიკის თვალსაზრისით აქ არავითარი ლოგიკური კავშირი არ არსებობს. სიმბოლური იმპლიკაცია ასეთი ფორმულით  $A \rightarrow B$  გამოიხატება.

თუ  $A \rightarrow B$ , ესე იგი თუ ყოველთვის, როცა  $A$  არის, მაშინ  $B$ -ც არის მოცემული, ეს იმას ნიშნავს, რომ  $B$  თუ არ არის, მაშინ არც  $A$  არის ( $A$  რომ ყოფილიყო  $B$ -ც იქნებოდა). ეს ისეთი მსჯელობაა, რომელსაც ისეთივე ძალა აქვს, როგორც კონიუნქციის უარყოფას  $\bar{B} \wedge A$  არა გვაქვს  $B$ , არც  $A$  შეიძლება გვექონდეს. ამრიგად, იმპლიკაცია შეიძლება ჩვენთვის ცნობილი კონიუნქციის უარყოფამდე დავიყვანოთ:  $\bar{B} \wedge A$ .

„ნანამ უმაღლესი განათლება მიიღო“, „ნანას აქვს წარჩინების სიგელი“. კავშირი „და“-ს გამოყენებით შესაძლებელია ამ წინადადებათა ერთმანეთთან დაკავშირება. მათი შეერთების შედეგად მივიღებთ ახალ წინადადებას: „ნანას აქვს უმაღლესი განათლება და წარჩინების სიგელი“.

ლოგიკაში ასეთ ოპერაციას კონიუნქცია ეწოდება. ორი მსგავსი წინადადება აღნიშნოთ A და B-თი, მათ კონიუნქციას ასეთი გამოხატულება ექნება:  $A \wedge B$ , სადა  $\wedge$  არის კონიუნქციის მაჩვენებელი ნიშანი.

კავშირი იმ შემთხვევაში იქნება ჰეშმარიტი, თუ მასში შემავალი კომპონენტები ჰეშმარიტია. ჩვენი მაგალითის მიხედვით ჰეშმარიტია ის, რომ „ნანას უმალლესი განათლება აქვს მიღებული და ისიც, რომ „ნანას აქვს წარჩინების სიგელი“. თუ ერთ-ერთი გამოსავალი აზრი მცდარია, მასთან დაკავშირებული დანარჩენიც მცდარი იქნება.

კონიუნქციის სქემატური გამოხატვის შესაძლებლობას იძლევა შემდეგი ცხრილი (ჰეშმარიტი კ, მცდარი—მ).

ცხრილი 2

A	B	$A \wedge B$
მ	მ	მ
მ	მ	მ
მ	მ	მ
მ	მ	მ

პირველი სტრიქონი ასე წაკითხვას მოითხოვს: თუ A და B გამოსავალი მსჯელობა ჰეშმარიტია, მაშინ კონიუნქცია  $A \wedge B$  არის ჰეშმარიტი. მეორე სტრიქონის მიხედვით A ჰეშმარიტია, ხოლო B მცდარი, ამის შედეგად კონიუნქცია  $A \wedge B$  არის მცდარი და ა. შ.

აზრის დასაკავშირებლად არა მარტო „და“ ნაწილაკი გამოიყენება, არამედ „ან“ გამოთიშავი ნაწილაკიც. მაგალითად, მსჯელობა „ნანას უმალლესი განათლება მიღებული აქვს“ და „ნანას მიღებული აქვს წარჩინების სიგელი“. ამ ორი მსჯელობის გაერთიანება ასედაც არის შესაძლებელი: „ნანა სწავლაში წარჩინებულია“ ან „მიღებული აქვს წარჩინების სიგელი“. მსჯელობათა ასეთი გაერთიანება დიზიუნქციის სახელითაა ცნობილი და, როგორც ითქვა, აღნიშნავენ V-ნიშნით. ნაწილაკი „ან“ მათემატიკურ ლოგიკაში გამოიყენება როგორც გაბიშავ-გამაერთიანებელი, რაც მსჯელობას ასეთ მიმართულებას აძლევს „ან“ ეს, ან „ის“ და ყოველთვის იგულისხმება ერთიც და მეორეც ერთად.

დიზიუნქციის ჰეშმარიტებისათვის აუცილებელია მასში შემავალი აზრიდან ერთ-ერთი იყოს ჰეშმარიტი. ჩვენი მაგალითის მიხედვით დიზიუნქცია მაშინაც სწორია, თუ „ნანას აქვს სწავლაში

წარჩინების სიგელი“. თუ ეს უკანასკნელი ჭეშმარიტია, მაშინ მასთან დაკავშირებული მეორე მსჯელობაც სინამდვილეს შეეფერება, ამიტომ დიზიუნქციის ჩვენ მიერ მოყვანილი მაგალითიც მთლიანად ჭეშმარიტია. მცდარი აღმოჩნდებოდა იგი, რომ მასში შემავალი ორივე მსჯელობა მცდარი ყოფილიყო. ცხრილის მიხედვით ამის გამოხატვაა:

ცხრილი 3		
A	B	$A \wedge B$
პ ყ მ ო	პ ყ მ ო	პ ყ მ ო

კონიუნქციასა და დიზიუნქციას მეტად არსებითი მსგავსება აქვს მიმატებასა და გამრავლებასთან. აქ ერთი წესის მოქმედებასთან უნდა გვეკონდეს საქმე. ძირითადი მიმართებანი, რომლის მიხედვით განსაზღვრულია ყველა ჩვენთვის ცნობილი ალგებრული ოპერაციები, შემდეგი სახისაა:

$$\text{I. } a + b = b + a \\ a \cdot b = b \cdot a$$

ამ მიმართებაშია წარმოდგენილი გამრავლებისა და მიმატების კომუტატურობა.

$$\text{II. } (a + b) + c = a + (b + c) \\ (a \cdot b) \cdot c = a \cdot (b \cdot c)$$

ასეთია მიმატებისა და გამრავლების ეგრეთ წოდებული ასოციაციურობა.

$$\text{III. } a \cdot (b + c) = (ab) + (ac)$$

მესამე მაგალითი გვიჩვენებს მიმატების დისტრიბუტიულობას გამრავლებასთან მიმართებაში.

ამასვე აქვს ადგილი ლოგიკურ ოპერაციებში. მიმატება რომ დიზიუნქციით შევცვალოთ, ხოლო გამრავლება კონიუნქციით, მივალდებით:

$$A \vee B = B \vee A \\ A \wedge B = B \wedge A \\ (A \vee B) \vee C = A \vee (B \vee C) \\ (A \wedge B) \wedge C = A \wedge (B \wedge C) \\ A \wedge (B \vee C) = (A \wedge B) \vee (A \wedge C)$$

კონიუნქციისა და დიზიუნქციის ჰეშმარიტობა არ არის დამოკიდებული თუ როგორი თანრიგითაა განლაგებული მასში შემავალი კომპონენტები. შესაძლებელია მათი ფრჩხილებში ნებისმიერად მოთავსება. ზემოწარმოდგენილი ფორმულებიდან ყველაზე უფრო რთული უკანასკნელია და ისიც ჰეშმარიტი. მაგალითად, ვთქვათ, A-თი აღინიშნება ის, რომ „ნანას აქვს უმაღლესი განათლება“, B-თი „ნანას მიღებული აქვს სწავლაში წარჩინების სიგელი“, C-თი „ნანა წარმოებაში სამუშაოდ გაგზავნას ელოდება“.

ფორმულის მარცხენა მიუთითებს, რომ „ნანას აქვს უმაღლესი განათლება ან მას აქვს წარჩინების სიგელი, ან უცდის წარმოებაში სამუშაოდ გაგზავნას“.

ცხადია, ეს იქნება ეკვივალენტური შემდეგი მსჯელობისა: მას აქვს უმაღლესი განათლება ან სწავლაში წარჩინების სიგელი, ან წარმოებაში სამუშაოდ გაგზავნას უცდის.

ცხადია, რომ ეს ეკვივალენტური იქნება შემდეგი გამოთქმისა: „ან მას აქვს უმაღლესი განათლება და სწავლაში წარჩინების სიგელი, ან უმაღლესი განათლება აქვს და წარმოებაში სამუშაოდ გაგზავნას ელოდება“.

აქედან ცხადი უნდა იყოს, რომ ყოველ ალგებრულ ფორმულას, რომელიც მიმატებისა და გამრავლებისთვისაა შედგენილი, შეიძლება დავუპირისპიროთ სათანადო დიზიუნქციისა და კონიუნქციის შემცველი ლოგიკური ფორმულა. მაგალითად, შევადგინოთ ასეთი ალგებრული გამოთქმა:  $abc + bcd = (a + d)bc$ . სიმბოლოების  $a$ ,  $b$ ,  $c$  ჰეგვიერ ჩავსვათ მსჯელობანი, ხოლო გამრავლების ნიშნის ადგილზე — კონიუნქცია, მიმატების ადგილზე — დიზიუნქცია, მივიღებთ ჰეშმარიტ ლოგიკურ მსჯელობას.

საერთოდ, კონიუნქციას უწოდებენ ლოგიკურ გამრავლებას, ხოლო დიზიუნქციას — ლოგიკურ მიმატებას.

აქედან სრულიად არ არის შესაძლებელი გამოვიტანოთ დასკვნა. რომ ალგებრულ და ლოგიკურ მიმატებასა და გამრავლებას შორის სრული ანალოგია არსებობს. ლოგიკურ მიმართებას ისეთი თვისებები ახასიათებს, რომელიც ალგებრულ მიმართებას არ გააჩნია. ალგებრაში ერთისა და იმავე სიდიდის გამრავლება და მიმატება განსხვავებულ შედეგებს იძლევა:  $a \cdot a = a^2$ ;  $a + a = 2a$ . ლოგიკაში ორი ერთისა და იმავე აზრის კონიუნქცია იძლევა ისეთივე შედეგს, როგორც მათი დიზიუნქცია:  $a \wedge a = a$ ;  $a \vee a = a$  („ოთახში ცხელა“ და „ოთახში სიცხეა“ = „ოთახში სიცხე დგას“; „ოთახში ან სიცხეა“, „ან სიცხე დგას“ = „ოთახში ცხელა“). ალგებრული წარმოებულ

და რომელიმე ოდენობის ჯამი თავისთავად არ არის ერთმანეთთან იგივეობის მიმართებაში. ლოგიკური წარმოებულნი და აზრთა ჯამი არის იმავე აზრისადმი იგივე, ამიტომ ლოგიკა არ იცნობს აზრის ახარისხების ცნებას.

მეორე მხრივ, ლოგიკაში არის ისეთი მოქმედება, რომელსაც ელემენტარულ ალგებრაში პირდაპირი ანალოგია არ მოეპოვება.

ასეთია მეტად მარტივი, მაგრამ ამასთანავე მეტად მნიშვნელოვანი უარყოფის ოპერაცია. ეს იმაში მდგომარეობს, რომ ერთის მტკიცებით ხდება მეორის უარყოფა. „მან შექამა მსხალი“, — „მას მსხალი არ უქამია“ = „სწორი არ არის, რომ მან მსხალი შექამა“ (უარყოფა გამოიხატება სათანადო სიმბოლოზე ზედ მოკლე ხაზის გავლებით. თუ გამოსავალი მსჯელობა  $A$  არის, მისი უარყოფა იქნება  $\bar{A}$ ).

როცა  $A$  ჭეშმარიტია  $\bar{A}$  მცდარია და, პირიქით, მათი მიმართება ცხრილით ასე გამოიხატება:

ცხრილი 4

A		$\bar{A}$
ჰ		მ
მ		ჰ

მათემატიკურ ლოგიკაში სახელები მარტივი სიმბოლოებია, რომელსაც ვიტგენშტაინი ცალკეული ასოთი („x“, „y“, „z“) აღნიშნავს. ელემენტარულ წინადადებას იგი სახელის ფუნქციად აქლის და ასეთ ფორმაში გამოხატავს „fx“, „φ(x,y) და ა. შ. ამ ელემენტარული წინადადების გამომხატველი სიმბოლოა მისთვის p, q, z. წინადადება შეიძლება ჭეშმარიტი (ჰ) იყოს და მცდარი (მ).

ცხრილი 5

p		q		z
ჰ		ჰ		ჰ
მ		მ		მ

p		q
ჰ		მ
მ		ჰ

p
ჰ
მ

რაც მეტია წინადადებათა რიცხვი, მით უფრო მეტი გვექნება მცდარი და ჭეშმარიტი წინადადების კომბინაცია. როგორც ამას პირველი, მეორე და მესამე ცხრილის შედარება გვიჩვენებს.

სიმბოლოების გამოყენებით ზემოგანხილულ ცხრილს შეუძლია ასეთი სახე მიიღოს:

ქქქქ (p, q) ტავტოლოგია (თუ p, მაშინ p თუ q, მაშინ q)  
( $p \supset q \cdot p \supset q$ )

მქქქ (p, q) სიტყვიერ ფორმაში არც p არც q [ $\sim(p \cdot q)$ ]

კმქქ (p, q) " " თუ q, მაშინ  $p [q \supset p]$

ქქმქ (p, q) " " თუ p, მაშინ  $q [p \supset q]$

ქქქმ (p, q) " " p ან q [ $p \vee q$ ]

მმქქ (p, q) " " არა  $q \cdot [\sim q]$

მქმქ (p, q) " " არა  $p \cdot [\sim p]$

მქქმ (p, q) p ან q, მაგრამ ორივე ერთად არა ( $p \sim q : \vee : q \sim p$ )

ქმმქ (p, q) " თუ p, მაშინ q, და თუ q, მაშინ p, [ $p \equiv q$ ]

ქმქმ (p, q) სიტყვიერ ფორმაში p

ქქმმ (p, q) " " q

მმმქ (p, q) " " არც p, არც q [ $\sim p \cdot \sim q$  ან  $p/q$ ]

მმქმ (p, q) " " p და არა q ( $p \sim q$ )

მქმმ (p, q) " " q და არა p ( $q \sim p$ )

ქმმმ (p, q) " " q და p [ $q \cdot p$ ]

მმმმ (p, q) წინააღმდეგობა (p და არა p; q და არა q [ $p \sim p : q \sim q$ ])

თუ მნიშვნელობას ჩავთვლით წინადადების გააზრებად, და თუ p ჭეშმარიტებიდან გამომდინარეობს q ჭეშმარიტება, მაშინ P მნიშვნელობა უნდა შეიცავდეს q მნიშვნელობას.

ელემენტარული წინადადება მიღებულია წინადადების ძირითად ფორმად, რომელშიაც ფაქტი არის გამოხატული. სამყარო ამ გვარად გამოსახული ფაქტების საკრებულოა და ამიტომაც წარმოადგენს ვიტგენშტაინისა და კარნაპის შემეცნების თეორია ლოგიკისტურ ატომიზმს. წინადადებაში: „მაგიდა მრგვალია“, გარდა ფაქტისა არაფერია მოცემული. მაგიდა, რომელიც ამ წინადადებაშია მოცემული, ჩვენთვის ფაქტია და მის გარეშე არც არის შესაძლებელი ვიაზროთ. სამყარო ფაქტებისა და არა ნივთების ერთობლიობაა. წინადადების მსგავსად ფაქტები მარტივია (ატომური) და რთული. ატომურია ფაქტი, რომელსაც არა აქვს შემადგენელი ელემენტები, მისი სტრუქტურა ელემენტარული წინადადების სტრუქტურ-

რას შეესატყვისება. რთული წინადადება შეიცავს ატომების სიმრავლეს, რომელთა კავშირი ქმნის მის მთლიანობას. სამყაროც ერთა-მეორისაგან დამოუკიდებელი ატომების გროვაა. ასეთია ძლიერ მოკლედ და სქემატურად ლოგიკური ატომიზმის, უკეთ რომ ვთქვათ, მათემატიკური ლოგიკის წარმომადგენელთა მსოფლმხედველობა, რომელიც უარყოფს მოვლენებს შორის კანონზომიერი შინაგანი კავშირის არსებობას, აგრეთვე მოძრაობასა და განვითარებას. კაუზალობის პრინციპს ისინი ცრუმორწმუნეობად თვლიან.

მათემატიკური ლოგიკის ფილოსოფიური თეორიის კრიტიკამ არ უნდა დაჩრდილოს ის რაციონალური, რაც ამ მეცნიერულ დისციპლინაში მოიპოვება. მას გააჩნია შესაძლებლობა მსჯელობის ცალკეული სახე და თვით მსჯელობის პროცესი ალგებრაში არსებული წესების მიხედვით წარმართოს და გამოხატოს. ადეკვატური სიმბოლოების შემუშავებამ მას შესაძლებლობა მისცა მიმართოს წინადადებათა გადამრავლებას, საჭიროების მიხედვით მათ ჩასმას ფრჩხილებში და ფრჩხილებ გარეშე გამოტანას და ა. შ. ერთი სიტყვით, შესაძლებელი აღმოჩნდა სიმბოლოთა შორის ისეთი მიმართების დადგენა, რომელიც მათემატიკური აზროვნებისათვის არის დამახასიათებელი.

ჩანს, რომ კონიუნქციისა და დიზიუნქციის ელემენტარულ მიმატებაზე და გამრავლებაზე დაყვანამ საშუალება მისცა ტექნიკოსებს ელექტრონული სწრაფგამომთვლელი მანქანა გამოეყენებიათ: ლოგიკური ოპერაციების შესასრულებლად, რამაც მისცა დასაბამი „მოაზროვნე მანქანის“ ჩამოყალიბებას.

### 3. ლოგიკის ალგებრა

გამოთვლის ორობითი სისტემა ჯორჯ ბულმა ჩამოაყალიბა და საკმაოდ დიდხანს ითვლებოდა არითმეტიკული კულტურის გავლილ ეტაპად. უკანასკნელ წლებში იგი ხელმეორედ გამოცოცხლდა და საფუძვლად დაედო სწრაფგამომთვლელ მანქანაში მიმდინარე ლოგიკურ ოპერაციებს.

1854 წელს გამოვიდა ბულის ფუნდამენტალური ნაშრომი „აზროვნების კანონების გამოკვლევა“, რამაც განსაზღვრა მათემატიკური ლოგიკის შემდგომი განვითარება. მსჯელობას იგი ტოლობის ნიშნით გამოხატავდა, ხოლო დასკვნას როგორც ტოლობის გარდაქმნას. ბულმა მათემატიკურ ლოგიკას მიზნად დაუსახა მოენახა მსჯელობაში წარმოდგენილი ინფორმაციის გამოხატვის საშუალება.

სტენდი ქენსონმა ჩამოაშორა ბულის გამონაგარიშებას მათემატიკური აპარატი და საგრძნობლად გაამარტივა იგივე ამოცანის გადაწყვეტა. ამით მან საშუა-

ლება მოიპოვა აეგო მანქანა, რომელშიაც მექანიკური გადართვის მეოხებით ხორციელდებოდა ლოგიკური დასკვნების გამოტანა. ჟენსონის ამ მანქანამ მსოფლაო: ყურადღება მიიპყრო.

მათემატიკური ლოგიკის ახალი ეტაპი გოტლიბ ფრეგეს სახელთანაა დაკავშირებული. 1857 წელს მან გამოსცა წიგნი „ცნებათა გამოანგარიშება“, სადაც წარმოდგენილია მათემატიკური ლოგიკის დედუქციურ-აქსიომატიკური აგებულება. ლოგიკური გამოანგარიშებისათვის შერჩეული წინადადება აქსიომაა, საიდანაც სხვა წინადადება გამოიყვანება. აქ ზუსტადაა მოხაზული გამოსათვლელ წინადადებათა წრე, რომელიც ითვალისწინებს წინადადებებისა და პრედიკატების გამოთვლას. თანამედროვე მათემატიკურ ლოგიკაში წინადადებათა გამოთვლის შექმნა იწყება პრედიკატების აგება, აქ წინადადების შინაარსს კი არ ექცევა ყურადღება, არამედ მხოლოდ მათ თვისებას: კეშმარტია იგი ან მცდარი. გამოთვლის ოპერაცია წინადადებათა შორის კავშირის ემყარება, რომელიც „და“, „ან“, „თუ ეს... მაშინ“ და ამის მსგავსი ნაწილაკებითაა წარმოდგენილი. პრედიკატების გამოთვლაში ანალიზი ცნებამდე დაყვანილი (მიმართებათა და თვისებებათა ცნება), რომელიც წინადადების შემადგენელი ელემენტია. წინადადებას ხშირად იხილვენ როგორც ლოგიკურ ფუნქციას, რომელიც ყოველ საგანს აქუთვნებს კეშმარტებას, თუ მცდარობას. „ქუქუშოვარი“ არის ფუნქცია, რომელიც ყოველ x-ს კეშმარტად მიიჩნევს, თუ არსება ქუქუშოვარია, მსგელობა x არის კეშმარტად, თუ იგი არ არის ქუქუშოვარი, მაშინ x მცდარი წინადადებაა.

ფრეგე თავის გამოანგარიშებას უყურებდა როგორც ხელოვნურს „სრულყოფილ ენას“, რომელიც შეგუებულია მათემატიკის მიზნისადმი. ამჟამად ლოგიკური გამოთვლა, რომელიც მეცნიერების კონკრეტული დარგის ფორმალიზაციის ემსახურება (ე. წ. ინტერპრეტაციული გამოანგარიშება), ფორმალისტული ენის სახელსაც ატარებს. ამან განაპირობა მათემატიკური ლინგვისტიკის აღმოცენება. ფორმალისტული ენის შექმნამ თავის მხრივ შესაძლებელი გახადა პრაქტიკულად განხორციელებულიყო ერთი ენიდან მეორე ენაზე ავტომატური თარგმანი.

სწრაფგამომთვლელი ელექტრონული მანქანის მოქმედება ლოგიკურ ოპერაციებთანაა დაკავშირებული. მისი მოქმედების დასაყრდენია ციფრი, რომელიც ელექტრული ძაბვის შედეგად აღმოცენებულ იმპულსთა გარკვეულ თანამიმდევრობას ქმნის. ასე წარმოიშობა რიცხვების კოდი.

ამ მანქანაში ძირითადი ელემენტის როლს ასრულებს ნათურა, რომელსაც ელექტრონული მილაკი ეწოდება. ისინი მხოლოდ ორი სახის სამუშაო მდგომარეობის მიხედვითაა გამოყენებული: „ლიაა“, ან „დაკეტილია“. პირველი შემთხვევის მიხედვით ეს მილაკი დენს ატარებს („ლიაა“ და აღნიშნავენ 1-ით, ხოლო მეორე შემთხვევაში მილაკში დენი არ გადის („დაკეტილია“ და აღნიშნავენ 0-ით). თითოეულ შემთხვევაში მილაკი ელექტრონის გასაღების როლს ასრულებს, რომლის როგორც ჩართვა ისე გამორთვაცაა შესაძლებელი. ამით იგი ტელეგრაფის გასაღებს მოგვაგონებს, რომელიც წრეში დენს რთავს და გამორთავს, რასაც თან სწევს ლენტზე



წერტილისა და ხაზების აღბეჭდვა. ასეთივე სახისაა ელექტრონული გასაღების რიცხვზე დამყარებული მოქმედება, აქაც ორი შესაძლებლობაა წარმოდგენილი და ამის მიხედვით მიმდინარეობს გამოთვლის ორობითი სისტემის მიხედვით კოდირება.

გამოთვლის ორობით სისტემაში არითმეტიკული ოპერაციები მიმდინარეობს ისე, როგორც ამას ჩვეულებრივ არითმეტიკაში აქვს ადგილი. ძირითად განსხვავებას შეადგენს ის, რომ მიმატება აქ კავშირი „ან“-ით და გამრავლება „და“-თი არის წარმოდგენილი. ნულებისა და ერთეულების მიმატება და გამრავლება ასეთ სახესღებულს:

$$\begin{array}{ll} 0+0=0 & 0\times 0=0 \\ 0+1=1 & 0\times 1=0 \\ 1+1=1 & 1\times 1=1 \end{array}$$

ნული ან ნული არის ნული, ნული ან 1 არის ერთი, ერთი ან ერთი არის ისევ ერთი. გამრავლების შემთხვევაში, როგორც ითქვა, „და“ კავშირის მიხედვით უნდა ვიმსჯელოთ: ნული და ნული უდრის ნულს, ნული და ერთი იქნება ერთი და ა. შ.

ახლა განვიხილოთ ლოგიკური ოპერაციები, კერძოდ. დიზიუნქციისა და კონიუნქციის შემთხვევა (მსჯელობა A და B).

ცხრილი 6

A	B	$A \vee B$
მ	მ	მ
მ	პ	მ
პ	მ	მ
პ	პ	მ

ცხრილი 7

A	B	$A \wedge B$
მ	მ	მ
მ	პ	პ
პ	მ	პ
პ	პ	პ

დიზიუნქციისა და კონიუნქციის ჰეშმარიტება, როგორც ჩანს, შეესატყვისება 1-ს, მათი სიმცდარე — 0-ს.

ასევე გამოიხატება უარყოფის ოპერაცია, თუ A შეესატყვისება 1-ს, მაშინ  $\bar{A}=0$ , და პირიქით.

ცხრილი 8

A	$\bar{A}$
1	0
0	1

ცხრილი 9

A	$\bar{A}$
მ	პ
პ	მ

სიტყვების გამრავლებასა და გაყოფას ადვილად აკეთებს მანქანა ელექტრონული მილაკის დახმარებით. თუ ნათურამ იმპულსი გაატარა, როგორც ითქვა, გვექნება 1, თუ არა — 0. ასე გამოხატავს ელექტრონული მილაკი ალგებრული მიმატებისა და გამრავლების ოპერაციებს. ეთქვათ, ასეთი ლოგიკური ამოცანაა გადასაწყვეტი: „წიგნი A-თი სარგებლობის უფლება აქვთ სტუდენტებს (B) ან მათ მასწავლებლებს (C)“. ეს შეიძლება ასეთი ფორმულით გამოვხატოთ  $A \equiv (B \vee C)$ , სადაც  $\equiv$  არის ეკვივალენტობის ნიშანი.

შეიძლება აქვე ვიკითხოთ, როგორი კომბინაციები არის აქ შესაძლებელი? კომბინაცია  $A \wedge \bar{B} \wedge \bar{C}$  არ შეიძლება გვექონდეს, ვინაიდან წიგნით სარგებლობას ვერ შეუერთდება ( $\wedge$  კონიუნქცია) ისეთი წევრი, რომელიც არც სტუდენტია (B) და არც მასწავლებელი (C). კომბინაცია  $A \wedge B \wedge C$  შესაძლოა, რამდენადაც წინასწარ მიღებულ პირობას არ არღვევს. მანქანა სწრაფად გადაათვალიერებს აქ დასაშვებ 8—31 შესაძლო კომბინაციას და ნახულობს, რომ მათ შორის 4 შესაძლებლობაა მისაღები.

I.  $A=1, B=1, C=1$

II.  $A=1, B=1, C=0$

III.  $A=1, B=0, C=1$

IV.  $A=0, B=0, C=0$

ამის გათვალისწინებას შეუძლია მიგვიყვანოს ისეთ მიმართებათა დადგენასთან, რომელიც მეტად ადვილი დასამახსოვრებელია.

$$\begin{array}{lll} x \wedge y & x \vee y & 0 + x = x \\ 0 \times 0 = 0 & 0 + 0 = 0 & 0 \times x = 0 \\ 0 \times 1 = 0 & 0 + 1 = 1 & 1 \times x = x \\ 1 \times 0 = 0 & 1 + 0 = 1 & x + y = y + x \\ 1 \times 1 = 1 & 1 + 1 = 1 & x \times y = y \times x \\ & & x + (y + z) = (x + y) + z \\ & & x(yz) = (xy)z \\ & & x(y + z) = xy + xz \end{array}$$

ერთი სიტყვით, მსჯელობის თითოეული სახის (კონიუნქციის, დიზიუნქციის და უარყოფის) წინადადების შედგენა ფორმულის მიხედვით არის შესაძლებელი. თითოეული ფორმულის შესატყვისი ცხრილიც არსებობს, რაც საგრძნობლად აადვილებს მსჯელობის ფორმალიზაციას.

მხოლოდ ერთისა ან მხოლოდ ნულისაგან შემდგარი ცხრილი ყოველთვის ჰეშმარიტი ან ყოველთვის მცდარი წინადადების წარმომადგენელი იქნება, რომლის მაგალითად გამოვღებთ:

$$x \wedge \bar{x} \equiv 0; \quad \overline{x \wedge x \vee y \wedge y} \equiv 1 \text{ და ა. შ.}$$

მხოლოდ მცდარი წინადადების მისაღებად საკმარისია ორი ოპერაცია — უარყოფა და კონიუნქცია. ამ შემთხვევაში იმპლიკაცია ასეთ სახეს მიიღებს:

$$x \rightarrow y \equiv \overline{x \wedge y},$$

დიზიუნქცია:

$$x \vee y \equiv \overline{\overline{x \wedge y}}$$

ცხრილის მიხედვით ამის შემოწმება არ წარმოადგენს სიძნელეს. აქ ტოლობის ნიშანი ორივე წინადადების ჰეშმარიტებისა და მცდარობის აზრით ეკვივალენტობაზე მიუთითებს. ჩვეულებრივად, დიზიუნქციას ჩანაწერის გამარტივებისათვის მიმართავენ.

ყოველ ლოგიკურ წინადადებას შეიძლება მივცეთ „ნორმალური ფორმა“, რის გამო თანდათანობით უნდა დავუახლოოთ იგი სახეთა ეკვივალენტურ გარდაქმნას:

$$x \wedge y = y \wedge x; \quad x \vee y = y \vee x \text{ (კომუტაცია)}$$

$$x \wedge (y \vee z) = x \wedge y \vee x \wedge z; \quad x \vee (y \wedge z) = x \vee y \wedge x \vee z \text{ (დისტრიბუცია)}$$

$$x \vee (y \vee z) = (x \vee y) \vee z \text{ (ასოციაცია)}$$

ამ მაგალითების მოყვანა იმისთვის გეჭირდება, რომ გავარკვიოთ: რა აქვს საერთო წინადადებათა გამოთვლას ადამიანის შინაარსიან აზროვნებასთან.

„გამოთვლა, წერს ფერგე, არის მეცნიერული მიზნით შემუშავებული დამხმარე საშუალება, რომლის გაკიცხვა არ არის საჭირო იმის გამო, რომ სხვა მიზნისთვის ის გამოუყენებელია“. გამოთვლა აზროვნების ისეთივე დამხმარე აპარატია, როგორცაა თვალისთვის მიკროსკოპი. „უჯანსაღენს მაშინ მიმართავენ, როცა თვალისთვის მიუწვდომელ მოვლენას ვეძებთ, გამოთვლაც ასევე იმ შემთხვევაში სჭირდება მკვლევარს, როცა რთულია და პრაქტიკულად განუხორციელებელი სწორი დასკვნის მიგნება“. ასეთ შემთხვევაში გამოთვლას ისე აგებენ; რომ ჰეშმარიტი წინამძღვრებიდან შეიძლებოდეს ჰეშმარიტი დასკვნის მიღება. ლოგიკური გამოთვლა შეიძლება სულ ერთისა და იმავე ამოცანის გადაწყვეტას იძლეოდეს ანგარიშის გაწევის გარეშე იმისა, თუ როგორ მიმდინარეობს მისი გადაწყვეტა აზროვნების შემთხვევაში. სწორედ ამიტომ მთავარი ისაა, რომ ლოგიკური აპარატი შეიცავდეს ამოცანის გადაწყვეტის რაც შეიძლება მარტივ მეთოდს. მათემატიკურ ლოგიკაშიც გამოთვლა ისე მიმდინარეობს, რომ მასში ძლიერ ნაკლებადაა ასახული ადამიანის შინაარსიანი აზროვნების ფორმები. მაგალითად მრავალსაჩა

ლოგიკ. სადაც წინადადებას არა ორი „კემპარტი“ და „მცდარი“ მნიშვნელობა აქვს (როგორც ჩვეულებრივ კლასიკურ მათემატიკურ ლოგიკაში), არამედ მრავალი სხვადასხვა მნიშვნელობის მატარებელია.

ახლა ვნახოთ, როგორ გამოიყენება მათემატიკური ლოგიკის აპარატი ტექნიკაში.

$$\begin{array}{l} A \rightarrow \\ B \rightarrow \end{array} \boxed{\text{''}} \rightarrow A + B \quad \begin{array}{l} A \rightarrow \\ B \rightarrow \end{array} \boxed{a} \rightarrow AB \quad A \rightarrow \boxed{s} \rightarrow \bar{A}$$

სქემა 2

ვთქვათ, გვაქვს გადამრთველი „ან“, რომელიც შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც ბლოკი „H“. მას შეიძლება რამდენიმე შესასვლელი ჰქონდეს, რომელზედაც გარკვეული მიმართულების მქონე ისარი მიუთითებს ( $\rightarrow A \rightarrow B$ ). გადამრთველი ბლოკიდან გამოსული იმპულსი ისევე ისრით არის აღნიშნული, რომელსაც მისგან მიმავალი მიმართულება აქვს  $\rightarrow A + B$ . თუკი გადამრთველ „ან“-ში შემავალი სიგნალი ორი შესავალითაა აღნიშნული A და B, ხოლო მისგან გამავალი სიგნალი ცვალებადი C-თი, მაშინ შემავალ და გამავალ იმპულსებს შორის ფუნქციონალური დამოკიდებულება შეიძლება გამოვსახოთ განტოლებით:  $C = A + B$ . შემავალი იმპულსი, რასაკვირველია, ყოველთვის დამოუკიდებელია, ხოლო გამავალი იმპულსი ამ უკანასკნელზეა დამოკიდებული. განტოლება გვიჩვენებს, რომ სიგნალი C-ს მიღება შესაძლებელია, თუ სიგნალი არსებობს A-ში ან B-ში.

გადამრთველ „და“-ს მოქმედებას გვიჩვენებს ბლოკი a. ამ შემთხვევაშიც ორი შესავალი მოქმედებს (A და B), შესავალ A-სა და B-ს და გამოსავალ C-ს შორის ფუნქციონალური ურთიერთობა შემდეგი განტოლების სახით შეიძლება წარმოვიდგინოთ:  $C = AB$ , ამ განტოლების აზრი იმაში მდგომარეობს, რომ C უდრის 1 მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როცა A-ც და B-ც ორივე უდრის 1.

ოპერაცია „არა“, ან ინვერსია ბლოკი b სახით არის წარმოდგენილი. თუ ინვერტორის შესავალი არის A, მაშინ მისი გამოსავალი არის  $\bar{A}$ .

მათემატიკურ მანქანას, როგორც ითქვა, შესაძლებლობა ჰქონია მოგვეცეს როგორც „ჰო“-ს, ისე „არა“-ს მაუწყებელი ცნობა. იმპულსი მანქანაში გარკვეული ადგილისაკენ მიემართება და თუ მან კონტაქტი, ე. ი. რელეს ჩაქეტვა გამოიწვია, ეს მანქანის ისეთი მოქმედებაა, რომელიც „ჰო“-ს მაუწყებელია, თუ კონტაქტი არ ჩა-

ოვეტა, ე. ი. რელე ღიად დარჩა, მაშინ „არა“-ს მაუწყებელ მოქმედებასთან გვაქვს საქმე. ამავე პროცესების გამომხატველად 1 და 0 იხმარება: 0 ნიშნავს „არა“-ს, ხოლო 1 ნიშნავს „კო“-ს.

ამრიგად, მანქანას შეუძლია მოგვცეს ცნობა მასშივე მიმდინარე ოპერაციების შესახებ „და“, „არა“ სიმბოლოების საშუალებით. მანქანის მოქმედება ამ შემთხვევაშია რიცხვებს, ე. ი. ოდენობაში გამოხატულ ინფორმაციას ემყარება, როგორ და რანაირად ამის შესახებ ქვემოთ გვექნება მსჯელობა.

## ინფორმაცია და ალბათობის თეორია

### 1. ინფორმაცია და სიგნალი

ინფორმაცია ის, რასაც მანქანა გარედან იღებს და ისიც, რასაც იგი მისი გადამუშავების პროდუქტის სახით გვაწვდის. როგორც პირველ, ისე მეორე შემთხვევაში მანქანა ლებულობს და გვიბრუნებს ცნობას, ამბავს იმის შესახებ, რაც მოხდა. აქედან ცხადია, რომ ინფორმაცია ცნობა ყოფილა, მაგრამ საკითხავია, განა ყოველგვარი ცნობა? მანქანისათვის ყოველგვარი ცნობაა ინფორმაცია, რომლის გატარება შეიძლება კავშირის დასამყარებელ არხში. კიბერნეტიკისათვის ადამიანის სხეულიც ასეთი არხია, ამიტომ მისთვისაც ყოველგვარი სახით მოწოდებული ცნობა წარმოადგენს ინფორმაციას, თუ იგი რაიმე ახალი ამბავის შემცველია.

ადამიანი ინფორმაციას ლებულობს ზეპირი მეტყველების მოსმენით, წიგნის კითხვით, საგაზეთო წერილების გაცნობით, ლექციებსა და მოხსენებებზე დასწრებით, რადიო და სატელევიზიო გადაცემათა გზით და ა. შ. მანქანისათვის ინფორმაციის ძირითადი წყაროა პროგრამა, რომელსაც იგი გარედან ლებულობს სათანადო „გრძნობის ორგანოების“ საშუალებით.

ცნობის გადაცემა შეიძლება წერტილების, ხაზების, ციფრების სახით. გადაცემული წერტილი არ არის ჩვეულებრივი წერტილი, მას თან მოაქვს ცნობა გარკვეული ნიშნის მაუწყებელი. წერტილი და ხაზი რომ „ა-ს შესახებ იძლევა ინფორმაციას, ეს არც ხაზზეა დამოკიდებული და არც წერტილზე, არამედ ჩვენ შორის წინასწარ შეთანხმებაზე. ამ შეთანხმების გარეშე არც წერტილი და არც ხაზი არ იქნებოდა რაიმე ინფორმაციის, უკეთ რომ ვთქვათ, ცნობის მომტანი. ადამიანი პროგრამას მანქანისათვის ასეთი ინფორმაციების შემცველი კოდებისაგან აღგენს, მანქანაც მათ გაშიფრვას ჩვენთვის

ცნობილი სიმბოლოების გამოყენებით აწარმოებს, ამიტომაც მანქანის საბოლოო მოქმედების შედეგის წაკითხვა არ წარმოადგენს სიძნელეს. გარესამყაროში არსებულ ხდომილებასთან იზომორფული ურთიერთობით ამოიწურება ინფორმაციის ცნების სემანტური შინაარსი.

თანამედროვე საინფორმაციო მანქანაში სისტემატურად მიმდინარეობს ინფორმაციების გარდაქმნა იმდაგვარად, რომ სულ ახალი და ახალი მოვლენებზე ექცევა ადამიანური შემეცნების ორბიტაში. მანქანაში გარდაქმნილი ინფორმაცია არ არის სიგნალი, რადგანაც მის შინაარსში ცვლილება არ ხდება, მანქანაში ინფორმაცია იმპულსად იქცევა და მიმღებ ორგანოებისათვის დამახასიათებელ ინფორმაციად გარდაიქმნება. მაგალითად, ელექტრონული წარმოშობის იმპულსები გარდაიქმნება ბგერებად და, პირიქით, ბგერები გარდაიქმნება ისევ ელექტრონულ იმპულსებად. იმპულსთა სისტემის სიგნალებად გარდაქმნის შედეგად დგება კოდი, როგორცაა ასოები. წერტილ-ტირე. ამ უკანასკნელის მიხედვით არის შედგენილი მორზეს კოდი.

პოლეტაევი იგივეობის ნიშანს სვამს სიგნალსა და ინფორმაციას შორის, ამიტომ მის წიგნში ადგილიც არაა დარჩენილი ინფორმაციის დასახასიათებლად. ჩვენ ეს არ მიგვაჩნია მართებულად. სიგნალი აქ სტიმულია, ისეთი ფიზიკური პროცესია, რომელიც რადიკის შესახებ მიგვითითებს, რომელთანაც მას, შეიძლება ითქვას, არავითარი კავშირი არ გააჩნია. ზარი, როგორც პირობითი გამღიზიანებელი, თუ რამდენიმეჯერ დავამთხვიეთ საკმლის ვილებას, ამის შემდეგ იგი გადაიქცევა ორგანიზმისთვის ნერწყვის გამოყოფის სიგნალად. თვითონ ზარს არაფერი აქვს საერთო ნერწყვთან, მათ შორის დამყარებული კავშირიც შემთხვევითი ხასიათისაა. აგრეთვე ზარი, როგორც სტიმული, უშუალოდ არ იწვევს ნერწყვის დენას, არაპედ ორგანიზმში იმ პირობების აქტუალიზაციას, რომელიც ნერწყვის გამოდენისათვისაა საჭირო. თუ ორგანიზმს მივიღებთ მხედველობაში, მაშინ მისთვის სიგნალი არ არის უბრალოდ გამღიზიანებელი, რამედ ისეთი რამ, რომელსაც ბიოლოგიური მნიშვნელობა აქვს მოპოვებული. ამიტომაცაა, რომ სიგნალის გაგონებაზე ცხოველი გასაქცევად ან მსხვერპლზე თავდასასხმელად მოიმართება. სიგნალის ვერც ერთ აქ აღნიშნულ თვისებას ვერ მოუნახავთ ინფორმაციას. სიგნალი ორგანიზმისათვის გაცილებით უფრო მეტი მნიშვნელობისაა, ვიდრე ინფორმაცია. ამ უკანასკნელს სრულიად გარკვეული თვისების შექმნა სჭირდება, რომ სიგნალად იქცეს. სიგნალისადმი ორ-

განიზმი ვერასოდეს ვერ დარჩება განურჩეველი, ინფორმაციასთან მას შეუძლია ასეთი დამოკიდებულების გამოქვეყნება. ინფორმაცია არის ორგანიზებული ფიზიკური პროცესი, რომლის შინაარსეული წაკითხვა ჩვენთვის მისაწვდომია; რაც შეეხება სიგნალს იგი იძლევა ნიშანს გარკვეული მოქმედებისათვის, ამიტომ ორგანიზებას არ საჭიროებს, მას დიდი ხნიდან აქვს გავლილი ამისათვის საჭირო სტადია და ამის გამო ყოველთვის ერთმნიშვნელობით წარმოსდგება ჩვენ წინაშე.

სიგნალს საინფორმაციო ღირებულება მაშინ აქვს, როცა იგი კიბერნეტიკული სისტემის (საინფორმაციო მანქანებისა და ორგანიზმის) შინაგანი მდგომარეობის შესაბამისია. ასეთი სიგნალის რაოდენობა გაცილებით უფრო ნაკლებია, ვიდრე ჩვენ გარეშე არსებული გამლიზიანებელთა სისტემა, რომელიც უჩინრად და ჩინებულად განაგრძობს ორგანიზმზე ზემოქმედებას. ამ გამლიზიანებელთა სიკვანალებად გარდაქმნა მიმდინარეობს გარემოსთან შეგუების პარალელურად, ამიტომ ყოველი გამლიზიანებელი არ შეიძლება მივიჩნიოთ სიგნალად. გამლიზიანებელთა ერთობლიობა არის ინფორმაციის წყარო, ამიტომ ინფორმაცია გაცილებით უფრო ფართო ცნებაა, ვიდრე სიგნალი. სიგნალი ისეთი გამლიზიანებელია, რომელსაც კავშირი და უწყარებია ორგანიზმის მოთხოვნილებასთან და ამიერიდან მას ამ არსებული კავშირების მიხედვით ემსახურება. გრძნობის ორგანოების მიერ გარდაქმნილი ინფორმაციები იძენენ სიგნალის თვისებას. ისინი შინაარსით დატვირთულნი იმის გამო არიან, რომ მოთხოვნილებასთან აქვთ კავშირი და ორგანიზმს მის დაკმაყოფილებისაკენ უხმობენ.

არის თუ არა ინფორმაცია მატერიალური? იგი მატერიალურია საგან მოწყვეტილი არ არის, მაგრამ მატერიისაგან განსხვავებული თვისებისაა. მატერია რომ სხვას გადაეცეთ, ამით იგი საგანს მიიღებს, მაგალითად თუ არ ჰქონდა ვაშლი, ეხლა ექნება. ინფორმაციაც შეიძლება გადაეცეთ მეორე ადამიანს, მაგრამ იგი მიიღებს არა მატერიას, არა საგანს, არამედ ცოდნას. თუ არ იცოდა, ახლა ეცოდინება, რომ ხვალ წვიმა იქნება. წვიმა და ცოდნა წვიმის შესახებ, რასაკვირველია, ერთი და იგივე არ არის. მე ჩემი ცოდნა შეიძლება სხვას გადაეცე, მაგრამ ამით არაფერი დამაკლდება, სხვას რომ ჩემი კალმისტარი მივცე, მე იგი არ მექნება, თუ ხელმეორედ არ შევიძინე.

ჰაერის ტალღების რხევა, მათი გარკვეული თანამიმდევრობით მიმდინარეობა გარკვეული ენერჯის შემცველია, მაგრამ ინფორ-



მაციაზე ამას ვერ ვიტყვით. იგი ენერგიით განსაზღვრული არ არის, არამედ იმ მნიშვნელობით, რომელიც მას მოაქვს, ცნობით, რომელიც მისგან, ან მისი საშუალებით გვეძლევა. ინფორმაციის გადატანა ფიზიკური მოვლენით ხდება, ამბობენ, რომ სიგნალს გადააქვს ინფორმაცია და, თუ ეს ასეა, მაშინ ინფორმაციის გადამტან სიგნალსა და ინფორმაციას შორის ისეთი განსხვავება უნდა არსებობდეს, როგორც არსებობს სატრანსპორტო საშუალებასა და მგზავრებს შორის. ასო „ა“ს დასაწერად აუცილებელია მოძრაობათა კომპლექსი, რომელიც შეიცავს დახარჯული ენერგიის გარკვეულ რაოდენობას, მაგრამ, ცოდნა, რომელიც მას მოაქვს არსებითად განსხვავებულია, პირველი მატერიალურია, მეორე ფსიქიკური.

მატერიალურსა და ინფორმაციას შორის ისეთივე კავშირი არსებობს, როგორც მატერიასა და ფსიქიკას შორის. მეორე პირველზე არ დაიყვანება, მაგრამ ეს სრულიად არ გვეუბნება, რომ მატერიასა და ფსიქიკურს შორის უფსკრულია. პირველი, ფსიქიკური მოძრავი მატერიის თვისებაა და ამდენად მატერიისაგან განსხვავებულია, მაგრამ მისგან მოწყვეტილი არსებობა მას არ გააჩნია. ასეთივე დამოკიდებულება არსებობს ინფორმაციასა და მატერიას შორის.

სიგნალი ორგანიზმის მოთხოვნილებასთან დაკავშირებული გამლიზიანებელია, რაც შეეხება ინფორმაციას, მას არა ორგანიზმთან უშუალოდ, არამედ ხდომილებასთან აქვს კავშირი. რაც მიუთითებს მის მოწესრიგებულობაზე. კიბერნეტიკული სისტემის აგებულება გულისხმობს ინფორმაციის არსებობას, მას მხოლოდ ამისათვის აუცილებელი ორგანოები გააჩნია.

ინფორმაციის აღმნიშვნელი ფუნქცია სიმბოლოებს აქვს დაკისრებული. მანქანაში გამოყენებულია ორი სიმბოლო, უკეთ, ორი რიცხვი: 1 და 0. მორზეს აპარატის მუშაობაშიც ორი სიმბოლოა გამოყენებული — წერტილი (.) და ხაზი (—). ამ ორი ნიშნით მეტად უხვი ინფორმაციის მიღება და გადაცემაა შესაძლებელი. სიმბოლო არ ეკუთვნის საგანთა სამყაროს, იგი ამ მხრივ დამოუკიდებელია და, რაც მთავარია, შინაარსიდან არის დაცლილი. ხის აღმნიშვნელ სიმბოლოდ შეიძლება გამოვიყენოთ ასო ა და ასევე ნებისმიერად შეიძლება მის აღმნიშვნელ სიმბოლოდ ერთ-ერთი რიცხვი დავასახელოთ. ამ მხრივ სიმბოლო სიტყვა ობიექტია, მაგრამ ისეთი, რომელიც სხვა რეალობის შემცველია. ის თავის რეალობას ცვლის იმის რეალობაზე, რომლის შემცველადაც გვევლინება. სიმბოლოს თავისებურებას შეადგენს ისიც, რომ იგი ყოველთვის კონკრეტულია,

ხილო მის სახით წარმოდგენილი ობიექტი— აბსტრაქტული, ამიტომაც მიუთითებენ, რომ სიმბოლო საგანთა სამყაროს არ ეკუთვნის, იგი ისეთი ნებისმიერი ნიშანია, რომელსაც ჩვენგან აქვს მიკუთვნილი აღმნიშვნელის ფუნქცია.

ინფორმაციის გადატანა სიმბოლოების მეშვეობით წარმოებს და თითოეული სიმბოლო გარკვეულ შესატყვისობაში, იმყოფება ხდომილებასთან. აქედან ცხადი უნდა იყოს, რომ მხოლოდ სიმბოლოთა სისტემაა ხდომილების შესახებ ინფორმაციის მომტანი. შეიძლება ასედაც გვეთქვა, ინფორმაციას იწვევს ხდომილება, რომლის გადატანა სიმბოლოების თანამიმდევარი მოძრაობით ხორციელდება. ინფორმაციის გაგზავნა არის შერჩეული სიმბოლოების არჩეული გატარება, რომელიც პროგრამის სახითაა წინასწარ შედგენილი.

ასეთ დანიშნულებას ასრულებს სიმბოლოები მათემატიკაშიც, იგი აქაც ნებისმიერი წარმოშობისაა. ლათინური ასოები, მეტყველებაში სიტყვები, ხოლო მანქანაში 1 და 0 ასრულებენ სიმბოლოების ფუნქციას. სიმბოლო როგორც მათემატიკასა და მანქანაში, ისე მეტყველებაში წარმოადგენს ინფორმაციის გაშიფრვის საშუალებას.

## 2. კავშირების სისტემა

კომპიუტერულ კავშირში ეწოდება მართვის პროცესში ინფორმაციის ცირკულაციას მმართველსა და სამართავ მოწყობილობათა შორის.

კავშირების სისტემას ქმნის ინფორმაციის გადაცემისათვის სპეციალურად განკუთვნილი სისტემა. მასში ორ ნაწილს არჩევენ: ინფორმაციის წყაროსა და ინფორმაციის მიმღებს. ინფორმაციის წყაროდან იგზავნება სიგნალი, რომელსაც ღებულობს მიმღები. ინფორმაციის თეორიაში შესავალი და გამოსავალი ხასიათდება სიმეტრიულობით, განსხვავება მათ შორის განსაზღვრულია. გარეგანი პირობებით. წყაროს სათანადო მდგომარეობას ეწოდება შესავალი ანუ გასავალი სიგნალი, ხოლო მიმღების მდგომარეობას— გამოსავალი ანუ მიღებული სიგნალი. ცალკე მდგომარეობას ეწოდება სიმბოლო. ხოლო ერთეულს, რომელიც რამდენიმე სიმბოლოსაგან შედგება — ინფორმაცია (information). გასავალი და მისაღები სიგნალების ყოველი წყვილისთვის პირობითი ალბათობა ქმნის მატრიცას, რომელსაც ეწოდება არხი. სპეციალურ ლიტერატურაში ამ სიტყვის მნიშვნელობა გაცილებით უფრო ფართოა, ვიდრე ყოველდღიურ ხმარებაში

არსებული მისი აღმნიშვნელი სიტყვა. არხი შეიძლება არსებობდეს, მაგრამ არ არის აუცილებელი იგი ასრულებდეს ინფორმაციის გადაცემაში ფიზიკური მექანიზმის როლს. შეიძლება ორი ცვლადი  $x$  და  $y$  ერთმანეთზე გავლენით არ სარგებლობდეს, მაგრამ ორივე მესამე ცვლადის  $z$ -ის გავლენას განიცდიდეს.  $x$ -ის მდგომარეობის შესახებ ცნობა ამცირებს  $y$ -ის გაურკვეველობას და, პირიქითაა. აქედან ცხადია, რომ ადგილი აქვს ინფორმაციის ერთი ცვლადიდან მეორეზე გადაცემას, ისინი ერთმანეთთან „არხით“ არიან დაკავშირებული, თუმცა არა გვაქვს მათ შორის უშუალო კავშირი.

ინფორმაციის ფუნქცია წარმოდგენილია კავშირების სისტემაში შემდეგი მნიშვნელობებით:

$H(x)$ —წყაროს გაურკვეველობა (ვანუს-ზღვრელობა),

$H(y)$ —მიმღების გაურკვეველობა,

$H_x(y)$ —მიმღების არაერთმნიშვნელობა,

$H_y(x)$ —წყაროს არაერთმნიშვნელობა,

$T(x;y)$ —გადაცემული ინფორმაცია.

გადაცემული ინფორმაციის რაოდენობას ანგარიშობენ ერთი სიმბოლოს ან. დროის ერთეულის მიხედვით.

როცა ერთი გამოსავალი ერთ შესავალთანაა დაკავშირებული იმ პირობით, რომ არც ერთი გამოსავალი არ უკავშირდება ერთზე მეტ შესავალს, ამ შემთხვევაშია  $არხით$  ანუ გვაქვს საქმე, ანუ ხმაურიდან თავისუფალ გარდამქმნელთან. ამ ვითარებაში

$$H(x) = H(y) = H(x, y) = T(x, y),$$

$$H_x(y) = H_y(x) = 0.$$

ეს ეხება ორკომპონენტიან სისტემას, ხოლო მართვ შემთხვევაში არხი წარმოადგენს ტელეფონის ყურმილს, რომელიც საშუალებას იძლევა ყოველი შესავალი დაუკავშიროთ გარკვეულ გამოსავალს. „არხი“, რომელსაც ინფორმაციის თეორიაში განიხილება, მხოლოდ კალაღდზე არსებობს, იგი აბსტრაქციის ნაყოფია და სრულიად არ ემთხვევა მექანიზმს, რომელიც სისტემის ორივე ნაწილს აერთიანებს. კორელაცია მრავალ მოვლენათა შორის შეიძლება მოინახოს, მაგრამ თვითონ ამ მოვლენათა წარმოშობის, მათი განვითარების, თვით კორელაციის გამსაზღვრელი ფაქტორების შესახებ ინფორმაციის თეორიას არაფრის თქმა შეუძლია.

კიბერნეტიკაში კავშირს არ უკავია დამოუკიდებელი ადგილი, იგი მმართველის ცნებისადმი დამორჩილებულია და ამიტომაც არ გვხვდება იმ ცნებათა შორის, რომელიც კიბერნეტიკის განსაზღვრებაში მონაწილეობას ღებულობს.

შეიძლება აქვე ვიკითხოთ — რა სახის ინფორმაცია არის ჩვენთვის ცნობილი?

თუ ინფორმაცია არ არის საკომუნიკაციო არხის მდგომარეობასთან, მის თვისებებთან დაკავშირებული, თუ მას ამის გარეშე, ე. ი. განყენებულად იხილავენ, მაშინ აბსოლუტური ინფორმაცია ასთან გვაქვს საქმე. ინფორმაცია შეფარდებითია, თუ იგი განხილულია ფიზიკური სისტემის მდგომარეობასთან დაკავშირებით. შეფარდებითია ინფორმაცია, როცა მისი ოდენობის განსაზღვრა, მისი დახასიათება ორგანიზმის გამოცდილებასთან არის დაკავშირებული. აბსოლუტური ინფორმაციის გამოთვლის შემთხვევაში ეს მხედველობაში არ არის მიღებული, აგრეთვე ფიზიკური სისტემის მდგომარეობა, რომელიც შეიძლება ხელისშემშლელის როლს თამაშობდეს, როგორცაა; მაგალითად, ჩქამი. თუ მხედველობაში მივიღებთ ამ ხელისშემშლელ მომენტებს, რომელსაც ყოველთვის აქვს ადგილი გამტარ არხში, მაშინ ინფორმაციის აბსოლუტური ფორმასთან გვაქვს საქმე, ხოლო წინააღმდეგ შემთხვევაში — შედარებით ინფორმაციასთან. აბსოლუტური ინფორმაციის რაოდენობა ყოველთვის მეტია შედარებითზე და ამდენად მათ შორის რაოდენობრივი განსხვავებაც არსებობს. საერთოდ, შედარებითი ინფორმაცია უდრის მთლიანად გადაცემული ინფორმაციის რაოდენობას გამოკლებული ის, რაც დაიკარგა გადაცემის დროს ჩქამის შედეგად.

სპეციალურ ლიტერატურაში გვხვდება კარბი ინფორმაციის ცნება, რომელიც გულისხმობს ინფორმაციის დამატებით რაოდენობას. რადგანაც წინასწარ შეუძლებელია ვიცოდეთ, სად ექნება ადგილი ინტენფერენციას, ინფორმაციის რომელ ნაწილს გააბნევს ჩქამი, იგი განაწილებას ითხოვს გადაცემის მთელ დიაპაზონზე. დამატებითი ინფორმაცია იმისთვის არის საჭირო, რომ უზრუნველყოთ შეცდომების გასწორება. დანაკარგის აღდგენა და ჩქამის გამო გაბნეული ინფორმაციის სწორად ამოკითხვა. დამატებითი ინფორმაციის რაოდენობა უნდა გაიზომოს მის იმ ოდენობით, რომელიც საჭიროა შეცდომების მინიმუმამდე დასაყვანად. ინფორმაციის სიჭარბეს არა მარტო კავშირგაბმულობის სისტემაში აქვს ადგილი, არამედ ორგანიზმშიაც, რამდენადაც იგი ისწრაფვის ინფორმაციის სისრულისაკენ, მისი ეკონომიისაკენ.

დამატებითი, უკეთ, კარბი ინფორმაციის გამოყენებისთვის ორგანიზმს სჭირდება ყოველი ჩვენთაგანისათვის კარგად ცნობილი მოვ-

ლენა—ყურადღების გადანაცვლება. ყურადღებას ორჯანიზმი მიმართავს დამატებითი ინფორმაციისაკენ, რომელიც, როგორც ითქვა, ყოველთვის მოიპოვება მასში, რათა ის, რის ჩვეულებრივი გზით გაშიფრვა ვერ ხერხდება, ამ გზით შესძლოს განახორციელოს.

### 3. კომუნიკაცია და მისი არსის ტეკადობა

ადამიანთა შორის დამაკავშირებელი ინფორმაცია სიტყვას მოაქვს. ზეპირი მეტყველება მსმენელს გულისხმობს, ამიტომ სიტყვა ყოველთვის მიმართულია მისკენ. მოქმელსა და მსმენელს სიტყვა აკავშირებს. სიტყვასა და საგანს შორის კავშირი პირობითია, მაგ., ქართველისათვის ის, რასაც პური ეწოდება; რუსისათვის არის Хлеб, გერმანელისათვის Brot. ამ სიტყვებსა და პურს შორის კავშირი პირობითი რომ არ ყოფილიყო, პურს სამივე ენაზე ერთი სახელი ექნებოდა. ამით იმის თქმა გვსურს, რომ ადამიანთა შორის კომუნიკაციის ფუნქციას ისეთი სიმბოლო ასრულებს, რომელიც აღსანიშნთან პირობითად არის დაკავშირებული. ამით სრულიად არ უარყოფთ იმ ძირითად ფაქტს, რომ ქართული ან რუსული სიტყვების გადაცემა ფრაზების საშუალებით ჩძლევა საშუალებას ერთნაირად აისახოს ის ობიექტური კანონზომიერებანი, რომლებიც ბუნებაში არსებობენ. ორივე ენაში რომ პურის აღმნიშვნელი სიტყვები შეეცვალოთ, არ შეიცვლება ის მიმართებანი, რომლის ფარგლებში ადრე „პური“ ან „Хлеб“ იხმარებოდა.

სულ რამდენიმე ათეული წლის წინ სიტყვიერი კავშირის დამყარება მსმენელთან. მხოლოდ ახლო მანძილიდან იყო შესაძლებელი. ამ მხრივ გამონაკლისს, რასაკვირველია, არც ეესტების (ხელის) ენა წარმოადგენდა, რომლის საშუალებით ყრუ-მუნჯები ახლაც უზიარებენ ერთმანეთს სიხარულსა და მწუხარებას. ბუნებრივია ვიკითხოთ: არის თუ არა შესაძლებელი შორი მანძილიდან ადამიანთა შორის სიტყვიერი კავშირის დამყარება?

ამის შესაძლებლობას იძლევა ტელეფონი, მაგრამ აქ კავშირი მავთულის საშუალებით მყარდება, ამიტომ მანძილი მაინც გადაულახავ ზღუდეს წარმოადგენს. იგივე უნდა ითქვას ტელეგრაფის შესახებ, რადგანაც აქაც მავთულია იმპულსების გადამცემ საშუალებად გამოყენებული. ადამიანის გონების ძლიერებამ ეს დაბრკოლება გადალახა და ახლა მის განკარგულებაშია უმავთულო ტელეგრაფი—რადიო. თანამედროვე ვიბრატორებისა და გენერატორების გამოყენებამ ადამიანის სმენას ისეთივე დახმარება აღმოუჩინა, რო-

გორც მიკროსკოპმა მის მხედველობის აპარატს. დღეს ჩვენ სტრატოსფეროდან გადმოცემული სიტყვები და სიმბოლოები გვესმის. ტელეხედვამ უფრო გაამდიდრა ჩვენი შესაძლებლობანი, მანძილი, როგორც ადამიანთა შორის ურთიერთობაში დაბრკოლების გამომწვევი ფაქტორი მოხსნა იმდენად, რომ ვის ხმასაც ვისმენთ მის სახესაც ვხედავთ.

რადიომიმღებიდან გამოსული ჰაერის რხევა ყურმილის საშუალებით სმენის ნერვამდე აღწევს და აქედან მიემართება იგი, ასე ვთქვათ, ადამიანში მიმღებ სადგურისაკენ—ცენტრალური ნერვული სისტემისაკენ. კავშირი აქაც, შეიძლება გვეთქვას, მავთულის მსგავსი სისტემით, ე. ი. ნერვული ძაკებით ხორციელდება. ცენტრალურ სადგურში ადგილი აქვს შორიდან მოსულ სიგნალების გადაქცევას ცნობიერების ფაქტად, მნიშვნელობის მქონე მეტყველების ელემენტად.

ამავე ხასიათის ცვლილებას ადგილი აქვს მხედველობის აპარატში, აქაც მხედველობის რეცეპტორებზე ზემოქმედებით გამოწვეული იმპულსი ისწრაფის მხედველობის ცენტრალური სადგურისაკენ, სადაც იგი ცნობიერების ფაქტად გარდაიქმნება.

ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ თავის ტვინი ნერვებით (თავისებური მავთულებით) მეტად დახლართული აპარატია, რომელიც გადასამუშავებელ მასალას დებულობს გრძნობის ორგანოების საშუალებით. თავის ტვინის სხვადასხვა სფეროთა შორის კავშირი იმ იმპულსის საშუალებით მყარდება, რომელიც გამლიზიანებლის (ქიმიური, ფიზიკური) ზემოქმედებით აღმოცენდება.

ამ გზით გამოწვეული ნერვის აგზნება შეგვიძლია განვიხილოთ, როგორც ინფორმაცია, რომელიც ფიზიკური პროცესის (იმპულსის) სახით შობრავს გრძნობის ორგანოებიდან ქერქამდე და აქედან კუნთებისაკენ. ორგანიზმის ცალკეული ნაწილები ერთმანეთთან სათანადო გზებითაა დაკავშირებული და ერთმანეთს ისევე, როგორც ამას მანქანაში აქვს ადგილი, გადასცემენ ინფორმაციას (ცნობას) სხეულის ამა თუ იმ ნაწილში მომხდარი ცვლილების შესახებ.

ტექნიკაში ინფორმაციის გადაცემა ხდება ტელეგრაფით, ტელეფონით, რადიოთი. იგი შეიძლება იყოს ჩაწერილი გრამოფონის ფირფიტაზე, მაგნიტოფონის ლენტზე, ფოტოფირზე და სხვა. ზეპირი და წერითი მეტყველებით, დაბეჭდილი წიგნით, ეურნალებითა და გაზეთებით გადაცემული ინფორმაცია წარმოადგენს სიმბოლოებისაგან დაშრიფულ სისტემას.

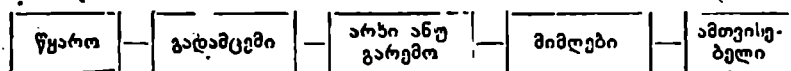
ინფორმაციის თეორიას შემთხვევითი ხასიათის მოვლენებთან აქვს საქმე, რომელიც წარმოადგენს მათემატიკის ისეთ მნიშვნელოვან დარგს, როგორცაა ალბათობის თეორია. ინფორმაციის ასეთი ფართო გაგება ხელსაყრელი აღმოჩნდა. კერძოდ მან ხელი შეუწყო ინფორმაციის წარმოშობას, მის მრავალმხრივ შესწავლას და თითოეული მისი მხარის ზოგად მათემატიკურ მიმართებებში დასაბუთებას.

ინფორმაცია, როგორც ოდენობითი ცნება, პირველად სტატისტიკაში ყოფილა გამოყენებული. ამის აღნიშვნა იმიტომ დაგვიკირდა, რომ შემდეგში იგი ამავე აზრით კიბერნეტიკაში იქნა გადმოტანილი.

ვთქვათ, ჩემი მეგობრისათვის სრულიად გარკვეული შინაარსის ინფორმაცია მაქვს გადასაცემი. მე ვიღებ ტელეფონის ყურმილს და ვაწარმოებ ციფრების აკრეფას — 3—24—48. ეს ციფრები ავტომატში ელექტრონულ იმპულსებად იქცევა და მათეფონის საშუალებით მიემართება ცენტრალური სადგურისაკენ. აქ სათანადო გადამრთველის საშუალებით მიძღები ავტომატისკენ პოულობს გზას, ბოლოს მათი მოქმედება ზარის წყრიალით მთავრდება. ზარი კი ჩვენი ნაცნობისთვის სიგნალია იმისა, რომ მას სალაპარაკოდ უხმობენ. ჩემი შეგობარი ავტომატთან მიდის და ყურმილს იღებს, იგი მზადაა ინფორმაციის მისაღებად.

როგორ ხდება თვითონ ინფორმაციის გადაცემა, ეს შეიძლება უფრო ნათელი გახდეს, თუ ტელეგრაფის აპარატის მუშაობას გავიხსენებთ. დეპეშის ტექსტი მიმაქვს ფოსტაში. რომელსაც ფოსტის მოხელე შლის არა ასობეად, არამედ ახალ სიმბოლოებად. ტელეგრაფის ენა, როგორც ეს ყველასათვის ცნობილია, ორი ნიშნისაგან (წერტილი და ხაზი) შედგება. ამ ორი ნიშნის კომბინაციით ხდება დეპეშის ტექსტის გადაცემა. მათი გაშიფრვა ისევე ადვილია, როგორც ხელით დაწერილი ასოების წაკითხვა. მორზეს აპარატი დავალებას უშეცდომოდ აკეთებს, მაგრამ თვითონ მას არავითარი ცოდნა არა აქვს იმ პროცესების შესახებ, რომელიც დეპეშის გადაცემასთან დაკავშირებით აღმოცენდება.

მარტივ ვითარებაში ყოველი კომუნიკაციის პროცესი სქემატურად ასეთ სახეს იღებს:



სქემა 3

მარცხენა ოთხკუთხედში მოთავსებულია ინფორმაციის წყარო, რომელიც შეიძლება იყოს მანქანა, პიროვნება ან კიდევ ადამიანთა შეკრებილობა, საიდანაც მიიღება გადასაცემი ცნობები. ცენტრშია შუალედი გარემო ანუ არხი (канал), რომელს საშუალებითაც ზღვება სიგნალების, ე. ი. ცნობების გადაცემა მიმდებ პუნქტში. მანქანის ბოლოზე მოთავსებულია სიგნალთა საბოლოოდ გარდამქმნელი მოწყობილობა, რომელიც სასიგნალო იმპულსებს სათანადო იდიომებად გარდაქმნის.

ბუნებაში არ არსებობს კომუნიკაციური სისტემა, რომელიც არ შეიცავს შეცდომის შესაძლებლობას. მიღებული სიგნალი არასოდეს არ არის გადაცემულის მათემატიკურად ზუსტი ასლი, რადგანაც მიმღებ არხში ყოველთვის ადგილი აქვს უწყსრობო რხევებს, რომელიც ხელს უშლის გადაცემის სიწმინდეს. ასეთ ხელისშემშლელ რხევათა სისტემას ეწოდება ხმაური. მიმღები მანქანის მოვალეობას შეადგენს დამახინჯებული სიგნალიდან ამოშიფროს ის, რაც ნამდვილად იყო გადაცემული. წინასწარ არავის შეუძლია ხმაურის აღკვეთა, ამიტომ საჭიროა სპეციალური მეთოდების მონახვა, რათა შესაძლებელი გახდეს კეშმარტი ინფორმაციის ზუსტად აღდგენა.

შემათფრხებელი მომენტების მოქმედება ხმაურით არ ამოიწურება, მხედველობაში მისაღებია აგრეთვე ე. წ. ინფორმაციის „მასა“. ავიღოთ მოთხრობის ნაწყვეტი, საიდანაც ყველა ხმოვანი ისოები ამოშლილია და მიუხედავად ტექსტის დამახინჯებისა, მაინც არის შესაძლებელი მისი პირველადი სახით აღდგენა. ეს კი იმას ნიშნავს რომ ერთი და იგივე ინფორმაცია შეიძლება გადაცემულ იქნას, ასე ვთქვათ, დიდი და პატარა „მასით“. პირველ შემთხვევაში ინფორმაციის გადაცემა გაძნელებულია, მაგრამ გადაცემა უფრო იმედიანია, მეორე შემთხვევაში კი, პირიქით.

ხმაურის დროს იძულებული ვართ წინადადება ნელა წარმოვთქვათ, ან იგი რამდენჯერმე გავიმეოროთ, რომ მსმენელისათვის გასაგები აღმოჩნდეს. ხმაურთან ბრძოლა „მასის“ გადიდებას მოითხოვს, მაგრამ ამასაც საზღვარი აქვს. ჩვენს მოვალეობას შეადგენს მოვნახოთ რაციონალური კომპრომისი: „მასისა“ (მის ზედმეტად გადატვირთვასა) და ხმაურისადმი მომეტებულ მგრძნობელობას შორის. ამ საკითხების მათემატიკური სიზუსტით დამუშავება ინჟ. შენონის ნაშრომებშია მოცემული.

წარმოვიდგინოთ, რომ ინფორმაციის სიუხვე, რომელსაც ბუნებაში აქვს ადგილი ციფრების სახით არის კოდირებული. ამ შემ-



თხვევაში თითოეული ციფრი (1, 2, 3, 4, 5...) იქნება. გარკვეული ინფორმაციის სიმბოლო, რომელთა ოდენობა როგორც იტყვა, თითქმის უსასრულოა. თითოეული სიმბოლოს მიერ მოყვანილ ინფორმაციას, თანახმად ორობითი თვლის სისტემისა, როგორც არა ერთხელ იყო აღნიშნული, ორი ნიშანი ექნება — 1 და 0. ან + და --, ან „პო“ და „არა“.

ამ ნიშნებით გამოსახული სიმბოლოები, ცხადია, დისკრეტული ბუნებისაა და მათი არჩევანი არ წარმოადგენს სიძნელეს. არც იმის გაკეთება შეიცავს სიძნელეს, რომ წინასწარ განვსაზღვროთ ინფორმაციის მოცულობა, რომელიც საფუძვლად უნდა დაედოს მათ შერჩევას და ამის შემდეგ შევუდგეთ ინფორმაციის ოდენობისათვის. რიცხობრივი საზომის განსაზღვრას.

თუ ციფრების რაოდენობაა  $N$ , მაშინ ერთი ციფრის ასარჩევად  $N^1$  ოდენობა დაგვჭირდება, ორი ციფრის —  $N^2$ , სამი ციფრის  $N^3$  ოდენობის მიღება და ა. შ. ამით ნაჩვენებია ისიც, რომ შესაძლებელია ინფორმაციის ტევადობის განსაზღვრა.

თუ ამ მიზნისთვის ლოგარითმს გამოვიყენებთ, მაშინ შესაძლებლობა გვექნება ინფორმაციის ტევადობას ფორმულის სახე მივცეთ. თუ სისტემა  $N$  შესაძლო მდგომარეობაშია და თან ის ერთმეორეზე დამოკიდებული არ არის, მაშინ ასეთი სისტემის ტევადობა იქნება:

$$C_1 = \log N$$

ორ ასეთ სისტემას, ცხადია, ექნება  $N^2$  მდგომარეობა. მაშასადამე, ორი სისტემის ტევადობის აღმნიშვნელ ფორმულას ასეთი სახე ექნება:

$$C_2 = \log N^2 = 2 \log N = 2C_1,$$

რაც მიგვიითბებს, რომ იგი ორჯერ მეტია, ვიდრე ერთი სისტემის ტევადობა.

#### 4. სისტემა როგორც კომუნიკაციის ქსელი

სისტემას წშირად სტრუქტურის, ტიპის მნიშვნელობითაც აღნიშნავენ, მაგრამ როგორც ჩვენ მიერ იყო აღნიშნული, სისტემა და სტრუქტურა არაა იდენტური ცნებები. სისტემა ორგანიზებული მთელია, რომლის ნაწილებს შორის არსებობს ურთიერთდამოკიდებულება. ორგანიზაცია სისტემის ნაწილების ურთიერთკავშირს ემყარება. თუ ორი ნაწილი რაიმეს მხრივ არის დაკავშირებული, მაშინ ერთის მდგომარეობის ცოდნით უნდა მოხერხდეს მეორეს შესახებ ვიგულისხმეთ ინფორმაციის მიღების შესაძლებლობა. ამ ურ-

თიერთდამოკიდებულების ეფექტი ინფორმაციის ოდენობის გაზომვიდან მომდინარეობს. ამის შესატყვისად ინფორმაციის ოდენობა შეიძლება ორგანიზაციის ყოველი სახის გასაზომად გამოვიყენოთ. აქედან გასაგები უნდა იყოს, რამდენად მნიშვნელოვანია ინფორმაციის თეორია სისტემის ცნებისათვის.

ეს არ ნიშნავს იმას, რომ ინფორმაციის ოდენობა წარმოადგენს სისტემის უნიკალურ საზომს, მაგრამ მის გამოყენებას, თუ იგი მოხერხდა, შეუძლია მოგვცეს სასარგებლო შედეგი.

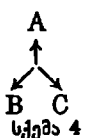
სისტემის ნაწილთა შორის ურთიერთობა ტექნიკურად შეიძლება როგორც არხი წარმოვიდგინოთ. სისტემის ორი კომპონენტისაგან მარტივი კავშირი იქმნება, მაგრამ მას მაინც შეუძლია საკომუნიკაციო ქსელის მოვალეობის შესრულება, რომელსაც ექნება ორი ღერძი და ერთი არხი:



არხი სიმეტრიულია, ამის გამო შეიძლება ერთი ღერძი (x) როგორც შესავალი განვიხილოთ, ასევე შეიძლება B ღერძი იყოს ამ სახელწოდებით აღნიშნული.

დავუშვათ, რომ H(x) არის ინფორმაციის რაოდენობა, ამის მიხედვით შეგვიძლია გავიგოთ რა მდგომარეობაშია x. თუ B ცნობილია, მაშინ ინფორმაციის გარკვეული რაოდენობა საჭირო არ აღმოჩნდება და წარმოიშობა კარბი ინფორმაცია (მრავალსიტყვაობა), რომლის ოდენობა T(x; B) შეასრულებს ამ სისტემისათვის საჭირო კავშირების საზომის როლს.

სამი კომპონენტისაგან შემდგარი სისტემა შეიძლება წარმოვიდგინოთ, როგორც სამი ღერძისაგან შემდგარი ქსელი, რომელსაც აქვს შემაერთებელი არხი:



ამის შემდეგ, რომელს განვიხილავთ არხის შესავლად და რომელს არა, ეს იმაზეა დამოკიდებული, რამდენად მოსახერხებელია ამ მიმართულებით ნაბიჯის გადადგმა. არხის მიმართულება შეიძლება იყოს A-დან B-სკენ, A-დან C-სკენ, B-დან C-სკენ. საერთო დამოკიდებულებების მიხედვით B და C ჩანს A-ზე დამოკიდებული, ამ კავშირის მიხედვით მოხერხდება გავიგოთ რა მდგომარეობაშია C. ინფორმაციის თეორიის მიხედვით შეგვიძლია ვთქვათ, რომ B და C შორის არსებობს არხი.

ურთიერთობის აქ განხილული წესი შეიძლება გავავრცელოთ კომპონენტების მეტად დიდ რაოდენობაზე. მაგალითად, ცხრა ლერძის მქონე ქსელი ერთი ადამიანის ეკვივალენტურია, რომელიც 8 წყაროდან ლებულობს ინფორმაციას. ან კიდევ, ოთხ ადამიანს შეიძლება შევადაროთ იგი, რომელიც ორი წყაროდან ლებულობს ინფორმაციას და ა. შ.

სისტემაში ნაწილაკთა ურთიერთდამოკიდებულების საზომად გამოდგება სხვაობა, რომელსაც ქმნის თითოეული ლერძისა და სისტემიდან მომდინარე ინფორმაციათა შინაარსი. ეს იქნება არა მარტო სიახლოვისა და ინტეგრაციისა, არამედ სისტემაში გაბატონებული ორგანიზაციის მაჩვენებელი. საილუსტრაციოდ ავიღოთ ორი სიტყვა: „მაღალი ხე“. ამ ორი სიტყვის შეერთებით მიღებული მნიშვნელობა ცალ-ცალკე არც ერთში არ მოინახნება. ყოველი შეერთება და მათ შორის ესეც სხვის ხარჯზე არის მიღებული. ამ შემთხვევაში „ხისა“ და „მაღალის“ შეერთებას მოაქვს სხვა მრავალი შესაძლო მაუწყებელთა მოხსნა. ამით მიიღწევა ის, რომ ინფორმაციის შინაარსში სიტყვებს შორის კომბინაცია კლებულობს. სიჭარბე გულისხმობს იმას, რომ ყოველი სიტყვა შეიცავს მეორეს შესახებ გარკვეულ ინფორმაციას. ამის დემონსტრაციას წარმოადგენს კონტროლი შეცდომაზე, რომელიც შეიძლება იყოს ამ სახის: „მაღალის“ მაგიერ დაიწეროს „დაბალი“, „ხის“ მაგიერ „ცის“.

ერთი სიტყვით. ჩვენ შეგვიძლია ვთქვათ, რომ ინფორმაციის სიჭარბე არის ორგანიზაციის სიმკვრივის მაჩვენებელი. არხის ტევადობა ინფორმაციის გადაცემის სისწრაფის მიხედვით იზომება. ამ უქანასკნელის გამოანგარიშებას შესავალისა და გამოსავალის მონაცემების საფუძველზე აწარმოებენ. ამრიგად, არხის ტევადობა არის რომელიმე სისტემის თვისება და ამდენად შეგვიძლია ვთქვათ, რომ რეალურ არსებობას მოკლებული ცნებაა.

თუ ფიზიკურად გამტარი გარემოს თვისებები ჩვენთვის კარგადაა ცნობილი, მაშინ ყოველგვარი შესავალ-გამოსავლისთვის არის შესაძლებელი გამოვთვალოთ პირობითი ალბათობა. ამის მიხედვით არხის ტევადობაც შეიძლება გავითვალისწინოთ. ეს იქნება არხის ტევადობის სტრუქტურული განსაზღვრა, რომელიც ფიზიკური არხის თვისებების გათვალისწინებას ემყარება. იდეალურ შემთხვევაში მოსალოდნელია იგივე საზომის მიღება, რასაც ფუნქციონალური განსაზღვრება იძლევა.

### 5. ალბათობა და ინფორმაციის რაოდენობა

ბუნებაში არსებულ მოვლენებს შორის ყველაფერი მიზეზობრივი კანონებით განსაზღვრული არაა, აქ შემთხვევითობასაც აქვს ადგილი. შემთხვევითობა ისევე საჭიროებს შესწავლას, როგორც მიზეზობრიობა, რადგანაც აქედან აუცილებლობისკენ გადასვლასაც აქვს, რასაკვირველია, თავისი ვარკვეული მიზეზი. შემთხვევითი ფლუქტუაცია შეიმჩნევა მოლექულების მოძრაობაში (ბროუნის მოძრაობა), ასევე ხშირად შეინიშნება იგი თანამედროვე ქალაქებში, მაგალითად, ქალაქის ქუჩებში მოძრაობა, სიკვდილიანობა, დაბადება შემთხვევითობის მრავალ მაგალითს იძლევა. მათემატიკურ კანონებში ამ მოვლენების გამოსახატავად თავისებური მეთოდი იქნა გამოყენებული, რომელსაც ალბათობის თეორია ეწოდება.

ალბათობის მეთოდით ოპერაციების წარმოება მოითხოვს დადგენილი გვექონდეს ინფორმაციის ერთეული.

გავეცნოთ ალბათობის გამომანგარიშების მარტივ წესებს.

ავიღოთ ვერცხლის ფული, რომლის ერთ მხარეზე ადამიანის თავია აღბეჭდილი, ხოლო მეორე მხარეზე იმ ქვეყნის ღერბი, სადაც იგი ხმარებაშია. ფული ზევით რომ ავაგდოთ, მისი ძირს დავარდნისას ორი შესაძლებლობიდან ერთ-ერთია მოსალოდნელი: ან თავი აღმოჩნდეს ზევით, ან ღერბი. თუ ალბათობას მივიღებთ ერთეულად, მაშინ ალბათობა იმისა, რომ თავი იქნება  $1/2$ -ი, ღერბის გამოჩენის ალბათობაც  $1/2$ -ით განისაზღვრება. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ იმ მოვლენის ალბათობა, რომელიც შეიძლება მოხდეს ან არ მოხდეს მდებარეობს ნულსა და ერთს შორის.

კამათლის გაგორების შემთხვევაში რომელი რიცხვი დაჯდება, ამისი წინასწარი თქმა ძნელია, მაგრამ კამათელს რაკი ექვსი წახნაგი აქვს, თითოეულის გამოჩენის ალბათობის მაჩვენებელი  $1/6$  იქნება. სამიანის დაჯდომის შანსი  $1/6$ -ია. აქედან ცხადი უნდა იყოს, რომ თითოეული შემთხვევის (1, 2, 3, 4, 5 თუ 6) მისაღებად ალბათობის ოდენობა  $1/6$ -ის ფარგლებში რჩება.

ვთქვათ, ხელში ორი კამათელი გვაქვს და ორივე ერთად გავაგორეთ. ცხადია, ამას მოყვება ორი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი რიცხვის გამოჩენა. თითოეული კამათლისათვის ამა თუ იმ რიცხვის ალბათობის ერთნაირი შესაძლებლობა არსებობს— $1/6$ , ორივე კამათლისათვის ალბათობის ოდენობა იქნება:

$$\frac{1}{6} \times \frac{1}{6} = \frac{1}{36}$$

ფულის შემთხვევაში ეს საკითხი უფრო მარტივად შეიძლება გადაწყდეს. აქ როგორც თავის, ისე ღერბის გამოჩენის ალბათობა ნახევარს ( $1/2$ ) ვერ გასცდება. ორი ფულის ასროლის შემთხვევაში ერთდროულად ღერბის მიღების ალბათობის ოდენობა იქნება:

$$\frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = \frac{1}{4}$$

აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ ორი ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელი მოვლენის ერთდროული გამოჩენის ალბათობა უდრის თითოეულის ალბათობიდან ნაწარმოებ რიცხვს.

შეიძლება ისეთი მდგომარეობის არსებობა, როცა ერთი მოვლენის გამოჩენა გამორიცხავს მეორე მოვლენის გამოჩენის შესაძლებლობას. ორივე ფულის ზევით აგდებას ორი ღერბისა და ორი თავის დაჯდომა არ მოყვება, შეიძლება ორივე თავი აღმოჩნდეს, ან პირველი თავი დაჯდეს და მეორე—ღერბი. ერთი ვერცხლის ფულის ზევით აგდების შემთხვევაში კი შეიძლება აღმოჩნდეს თავი ან ღერბი. ალბათობის გამომანგარიშება მოითხოვს მხედველობაში მივიღოთ წესაძლებლობის მაქსიმუმი, ერთი ფულის აგდების შემთხვევაში თუ  $1/2$ -ია, ორი ფულის აგდებას ეს შესაძლებლობა ოთხამდე უნდა გაზარდოს, ამის გამო შემდეგი მარტივი ოპერაცია არის მოსალოდნელი:

$$\frac{1}{4} + \frac{1}{4} = \frac{2}{4} = \frac{1}{2}$$

თუ ორი რიცხვი გვაქვს და ერთის გამოჩენა შავიდანვე გამორიცხავს მეორის გამოჩენის შესაძლებლობას, მაშინ ალბათობის მაჩვენებელი რიცხვი უდრის თითოეულის ალბათობის ჯამს.

აქვით, ლატარიის ბილეთით მოგების შესაძლებლობა  $\frac{1}{3}$  ფარგლებში არსებობს, ხოლო დანარჩენი  $\frac{2}{3}$  სახელმწიფოს ხმარდება. მოგება და სახელმწიფოს მიერ მოხმარება ორი ერთმანეთის საწინააღმდეგო მოვლენაა, ამ შემთხვევაში ალბათობის ჯამი  $\frac{1}{3} + \frac{2}{3} = 1$ ; ეს შემთხვევითია, თორემ, საერთოდ, თუ  $A_1$  და  $A_2$  არის ორი ერთმანეთის საწინააღმდეგო მოვლენა, თან თუ

ხ ოპერაციაში  $A_1$  მოვლენა  $a_1$ -ჯერ გვხვდება, ხოლო მოვლენა  $A_2$  გვხვდება  $a_2$ -ჯერ, მაშინ  $A_1$  ალბათობა (P) და  $A_2$  ალბათობა (P) ასეთ სახეს მიიღებს:

$$P(A_1) = \frac{a_1}{b}; \quad P(A_2) = \frac{a_2}{b} \text{ ასე რომ,}$$

$$P(A_1) + P(A_2) = \frac{a_1}{b} + \frac{a_2}{b} = \frac{a_1 + a_2}{b} = 1.$$

ორი ერთმანეთის საწინააღმდეგო მოვლენათა ალბათობის ჯამი უდრის ერთს.

მოვიყვანოთ კიდევ ერთი მაგალითი: მსროლელმა 100 ვაზნა ესროლა მიზანს, რომელიც 6 ნაწილად იყო განაწილებული და სროლის შედეგი აღმოჩნდა შემდეგი:

მიზან 1-ს	მოახვედრა	44-ჯერ
" 2	"	30 "
" 3	"	15 "
" 4	"	6 "
" 5	"	4 "
" 6	"	1 "

მათი შეკრება არის შესაძლებელი ( $44+30+15+6+4+1=100$ ). ამ ექვსი ციფრის გარჩევას შეუძლია მოგვეცეს განსახილველი მოვლენის სრული სურათი. თითოეულის ალბათობა უდრის ყოველ ცალკე რიცხვს გაყოფილს ასზე, რაც მოგვცემს 0,44; 0,30; 0,15; 0,06; 0,04; 0,01; თუ შევაჯამებთ, მივიღებთ  $0,44+0,30+0,15+0,06+0,04+0,01=1$ ; ალბათობის გამრავლებაც არის შესაძლებელი.

ვთქვათ დამზადებულია საქონლის ორი პარტია:

I პარტია

II პარტია

ცხრილი 10

ბარისები	საქონლის რაოდენობა	ბარისები	საქონლის რაოდენობა
I	8	I	12
II	3	II	2
III	1	III	1
წუნი	1	წუნი	2
სულ	13	სულ	17

რამდენად მეტია ალბათობა იმისა, რომ შერჩეული საქონლიდან ორივე პირველი ბარისისა იქნება?

როგორც პირველი (A), ისე მეორე (B) შემთხვევიდან უნდა შეირჩეს პირველი ხარისხის საქონელი A და B. ისინი დამოუკიდებელნი არიან, ვინაიდან მეორე პარტიაში პირველი ხარისხის საქონლის შერჩევის ალბათობა არ არის დამოკიდებული იმაზე, იქნება თუ არა პირველი ხარისხის საქონელი შერჩეული პირველი პარტიიდან. სწორედ ამის გამო

$$PA = \frac{8}{13}; \quad PB = \frac{12}{17};$$

$$P(A \text{ და } B) = PA \cdot PB = \frac{8}{13} \cdot \frac{12}{17} = \frac{96}{221} = 0,4334.$$

ამ მაგალითების გარჩევაზე იმიტომ შევჩერდით, რომ ინფორმაციის გამოანგარიშებისას ხშირად მიმართავენ, როგორც ზევითაც იყო მითითებული, ალბათობის თეორიას. არითმეტიკული ოპერაციების აქ ნაჩვენები წესები ყველგან ძალაში რჩება, მხოლოდ ციფრები შეიძლება სიმბოლოებით, ე. ი. ასოებით იყოს შეცვლილი.

ახლა ჩვენთვის ცნობილია ალბათობის თეორიის ელემენტები, რომლებიც შეიძლება საფუძვლად დავედოთ ინფორმაციის ოდენობის განსაზღვრას.

გაურკვევლობის ზუსტ საზომად თუ K მივიჩნეთ, მაშინ წყვილი კამათლის ორჯერ გაგორებისას გაურკვევლობის ოდენობა უნდა იყოს:  $6 + 6 = 12$ . სინამდვილეში ორჯერ კამათლის გაგორებით მიღებული ხდომილებათა კომბინაციის რაოდენობა, როგორც ვნახეთ, არის არა 12, არამედ 36. ამრიგად, მოსალოდნელი ხდომილების რაოდენობა არ შეიძლება ჩაითვალოს ცდის გაურკვევლობის ოდენობის გამომხატველად.

ჩანს, რომ ოდენობა K აკმაყოფილებს ზემომოყვანილ პირველ პირობას, მაგრამ მეორეს სრულიად ვერა. ორივე პირობას დააკმაყოფილებს არა K, არამედ ლოგარითმი K-დან, ე. ი. ხარისხის მაჩვენებელი, რომელზედაც უნდა ავაშალოთ რომელიმე რიცხვი, ლოგარითმის ფუძედ წოდებული, რომ მივიღოთ K. ლოგარითმის ფუძის ამორჩევას არა აქვს გადამწყვეტი მნიშვნელობა. ჩვეულებრივად, კიბერნეტიკაში ლოგარითმის ფუძედ 2-ს ირჩევენ, მაგრამ გამოანგარიშების სიადვილის გამო შეიძლება 10 ავირჩიოთ, ე. ი. ვისარგებლოთ ყველაზე უფრო გავრცელებული ლოგარითმით.

ფულის ცდის შემთხვევაში შედეგის გაურკვევლობა უდრის  $\log_2 2$ , ე. ი. 0,3010, კამათლის გაგორების შემთხვევაში  $\log_2 6$ , ე. ი. 0,7782.

ამრიგად, ალბათობა ( $P$ ) ხლომილებისა  $K$  შესაძლო გამოსავლით უდრის  $\frac{1}{k}$ ; ამ ხლომილების გაურკვეველობა უდრის  $\log k$ ; ღერბის თუ საუვასურის გამოჩენის ალბათობა უდრის  $\frac{1}{2}$ , გაურკვეველობა უდრის  $\log 2$ ; კამათლის რომელიმე მხარეს გამოჩენის ალბათობა უდრის  $\frac{1}{6}$ , გაურკვეველობა უდრის  $\log 6$ .

თუ  $k$  შესაძლო შედეგზე მოგვდის გაურკვეველობა, რომელიც უდრის  $\log k$ , მაშინ თითოეული შედეგის გაურკვეველობა უდრის  $\frac{\log k}{k}$ .

ოდენობას, რომელსაც ცდის შედეგთა გაურკვეველობის საზომად თვლიან, ეწოდება ენტროპია და აღინიშნება ლათინური ასო  $H$ -ით.

ჯამი აღენიშნოთ  $\sum$  ნიშნით, შესაქრებთა თანდათანობითი ცვლა  $(1, 2, 3, \dots, k)$  აღენიშნოთ ასო  $i$  ( $i=1, i=k$ ), შედეგი— $a$ -თი, მივიღებთ ენტროპიის ოდენობის შემდეგ ფორმულას:

$$H = - \sum_{i=1}^{i=k} P a_i \log P a_i$$

ფორმულაში მინუსი არ ნიშნავს, რომ ენტროპია არის უარყოფითი სიდიდე, პირიქით, იგი ყოველთვის დადებითია; რაც შეეხება ალბათობა ( $P$ )-ს, იგი ერთზე ნაკლებია და ნულზე უფრო მეტი. ერთზე ნაკლები რიცხვის ლოგარითმი, ე. ი.  $\log P$  არის ყოველთვის უარყოფითი სიდიდე, ამის გამო ნამრავლი ყოველთვის დადებითია.

რისთვისაა საჭირო ინფორმაციის ოდენობის ცოდნა? რა მხრივ შეუძლია მას დახმარების გაწევა?

ღროის ერთეულში რომელიმე არხით გადაცემული ინფორმაციის რაოდენობას ეწოდება ინფორმაციის სისწრაფე. ინფორმაციის არხში მიმდინარეობას ხშირად რიგი წინასწარგაუთვალისწინებელი დაბრკოლება ელოდება, რაც ამახინჯებს, ხელს უშლის ინფორმაციის გადაცემას, მის სწორ წაკითხვას. ასეთი ხელისშემშლელი მოვლენაა ხმაურაძ.

ინფორმაციის გადაცემას თან სდევს ხმაური, რომელიც მეტ-ნაკლებად ძლიერია და ზოგჯერ სრულიადაც არ იძლევა ინფორმაციის ამოკითხვის საშუალებას. ამის მაგალითს ხშირად ვხვდებით-



რადიომიმდების მოსმენის დროს. როცა ატმოსფეროში ძლიერი ცვლილებებია ლაპარაკთან ერთად. ისმის ხმაური, რომელიც ზოგიერთ სიტყვას ფარავს და ნათქვამიდან აზრის გამოტანა გაძნელებულია. ინფორმაციის თეორიაში ცნობილია შემდეგი: ინფორმაციის გადაცემის სისწრაფე ამცირებს მის სიზუსტეს, ხოლო შენელება— ინფორმაციის გადაცემას უფრო საიმედოს ხდის.

ვთქვათ, სახლიდან წამოსვლის წინ შევეუთანხმდი ძმას, რომ დეპეშით ეცნობებია: დადასტურა თუ არა ექიმმა ჩემ მიერ დასმული დიაგნოზი და როგორ შეიცვალა დედის ჯანმრთელობა. ძმისგან ვღებულობ დეპეშას: „დამისტურდა ახლა უკეთ არის“. დეპეშის პირველი სიტყვა დამახინჯებულია, უნდა იყოს „დადასტურდა“, მიუხედავად ამისა, დეპეშის შინაარსი ჩემთვის გასაგებია. ამის მიზეზი უნდა ვეძიოთ იმაში, რომ დროის ერთეულში გადაცემული ინფორმაციის რაოდენობა შედარებით მცირეა.

თუ წინასწარი შეთანხმება არსებობს, დეპეშის შინაარსი შეიძლება საგრძნობლად შეგვეცვოთ. მაგალითად, წინადადება: „დადასტურდა, უკეთ არის“, შეიძლება ამ სიტყვების დასაწყისი ასოებით გამოვთქვათ: „დ, უ, ა“. ასეთი კოდით შედგენილი დეპეშის გადაცემაში შეცდომის დაშვებას მოჰყვება აზრის დამახინჯება, მაგალითად, ერთი „ა“ მაგიერ თუ ორი „ა“ იქნა გადაცემული, ეს შეიძლება ასე იქნეს წაკითხული: „არა უკეთ არის“, აქედან ჩანს, რომ ჩემი დიაგნოზი არ დადასტურებულა.

კიდევ უფრო მეტადაა შესაძლებელი ინფორმაციის შეკუმშვა, თუ სამი ასოს მაგიერ ერთ ასოს გამოვიყენებთ. ეს ერთი ასო „ა“ თუა და ასე შეკუმშულადაა დეპეშის შინაარსი კოდირებულ, მაშინ დეპეშაში მის სამჯერ გამეორებას არ მოჰყვება აზრის დამახინჯება.

ყოველ საკომუნიკაციო არხს აქვს მაქსიმუმი, რომლის ზევით მას ირ შეუძლია ინფორმაციის გადაცემა. არხის გამტარებლობის უნარს ზომიერად დროის ერთეულში გადაცემული ინფორმაციის რაოდენობის მიხედვით.

ინფორმაციის რაოდენობის განსასაზღვრავად ბინალური სიმბოლოებია გამოყენებული, რომელსაც ბ ი ტ ი ეწოდება. ბიტი ინფორმაციის რაოდენობის ტექნიკური ერთეულია და არა მისი მცირე პორცია. ინფორმაციის პორცია შეიძლება რამდენიმე ბიტის შესატყვისი იყოს ან მისი მხოლოდ რომელიმე ნაწილის. ინფორმაციის ბინალური წესით ჩაწერა იძლევა მისი რაოდენობის საერთო საზომს,

როგორც ამას შენონისა და ვინერის „სელექციური ინფორმაციის რაოდენობის“ გაცნობა გვიჩვენებს.

დავუშვათ, რომ  $x$  არის ხლომილებათა ჯგუფი, რომელიც წარმოადგენილია ( $i$ ) კატეგორიითა და ამის შესატყვისი  $p(i)$  ალბათობით. ამ შემთხვევაში ინფორმაციის რაოდენობის აღმნიშვნელი იქნება  $H(x)$  და მას ასეთ განსაზღვრებას აძლევენ:

$$H(x) = - \sum_i p(i) \log_2 p(i).$$

## 6. ინფორმაციის ფუნქციათა ზოგიერთი თვისება შენონისა და ვინერის მიხედვით

ორივე ავტორს ინფორმაციის ფუნქცია საკუთარი სტანდარტული წარმოდგენებიდან აქვთ გამოყვანილი, ამიტომ სრულიად არ არის მხდველობაში მიღებული ორგანიზმის თავისებურება და მისი წარსული. ანგარიში არ ეწევა იმ გარემოებას, რომ ორგანიზმი გამოღიზიანებულზე წარსულში შექმნილი გამოცდილების მონაწილეობით პასუხობს. ამის დადასტურებას იძლევა შენონისა და ვინერის „სელექციური ინფორმაციის“ გაცნობა იმ სახით, როგორც იგი გ. კასტლერს აქვს მოცემული.

1. დ ა მ ო უ კ ი დ ე ბ ლ ო ბ ა. ვთქვათ, რომ  $i$  არის  $x$  ხლომილების შესაძლო კატეგორია,  $p(i)$ —შესატყვისი ალბათობა;  $F(i)$ —გაურკვეველობაში  $i$  კატეგორიის მიერ შეტანილი წვლილი. სასურველია, რომ  $F(i)$  იყოს მხოლოდ და მხოლოდ  $p(i)$  ფუნქცია:

$$F(i) = - p(i) \log_2 p(i)$$

აკმაყოფილებს ჩვენს მოთხოვნას.

2. უ წ ყ ვ ე ტ ო ბ ა.  $P(i)$ -ში მცირე ცვლილებამ უნდა გამოიწვიოს  $F(i)$ -ის მცირე ცვლილება. უკეთ რომ ვთქვათ,  $F(i)$  უნდა იყოს  $P(i)$  უწყვეტი ფუნქცია. ჩვენ მიერ არჩეული ფუნქცია:

$$p(i) \log_2 p(i) \text{ უწყვეტია.}$$

3. ა დ ი ტ ი უ რ ო ბ ა (ნართულობა). სასურველია ორი დამატებითი წყაროდან მიღებული ინფორმაციის ჯამი გაუტოლდეს ინდივიდუალურ ინფორმაციათა ჯამს. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, გაურკვეველობა, რომელიც დამოუკიდებელ ხლომილებას ეფარდება უნდა იყოს ინდივიდუალურ გაურკვეველობათა ჯამის ფარდი.

დავუშვათ გვაქვს  $y$  ხლომილება  $j$  კატეგორიითა და შესატყვისი ალბათობით  $P(j)$ . აქვე  $P(i,j)$  ჩავთვალოთ წყვილი ხლომილების აღ-

ბათობად, რომლის მიხედვით  $x$  შემოდის  $i$  კატეგორიაში, ხოლო  $y$  კი —  $j$  კატეგორიაში. ამ შემთხვევაში ფუნქცია

$$H(x, y) = - \sum_{i, j} p(i, j) \log_2 p(i, j)$$

გამოხატავს ამ ორ წყვილ ხდომილებათა გაურკვეველობას.

თუ  $x$  და  $y$  დამოუკიდებელი ხდომილებათა, მაშინ

$$p(i, j) = p(i) \cdot p(j)$$

უკანასკნელი განტოლება ხშირად გამოიყენება დამოუკიდებლობის განსასაზღვრავად. ამ შემთხვევაში მიიღება:

$$\begin{aligned} H(x, y) &= - \sum_{i, j} p(i, j) \log_2 p(i) \cdot p(j) = \\ &= - \sum_{i, j} p(i, j) \log_2 p(i) - \sum_{i, j} p(i, j) \log_2 p(j) \end{aligned}$$

ცნობილია, რომ

$$\sum_j p(i, j) = p(i),$$

$$\sum_i p(i, j) = p(j)$$

შათი ჩასმით მივიღებთ:

$$\begin{aligned} H(x, y) &= - \sum_i p(i) \log_2 p(i) - \sum_j p(j) \log_2 p(j) = \\ &= H(x) + H(y). \end{aligned}$$

ამრიგად, შენონისა და ვინერის ინფორმაციის ფუნქცია, როგორც გ. კასტლერს აქვს ნაჩვენები, აკმაყოფილებს ადითიურობის პოსტულატს.

4. ბუნებრივი მასშტაბი. გაურკვეველობის ერთეულად ისეთ გაურკვეველობას თვლიან, რომელიც რომელიმე ხდომილების 50%-ით განხორციელების ალბათობასთანაა დაკავშირებული. ამ

შემთხვევაში ორივე ალბათობა  $p = \frac{1}{2}$  და

$$H(x) = - \left( \frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \log_2 \frac{1}{2} \right) = 1.$$

აქედან ჩანს, რომ შენონისა და ვინერის ფუნქცია სწორადაა ნორმირებული.

5. ფუნქცია ( $F(0) = 0$ ). როცა ხდომილებათა რომელიმე კლასიდანამდვილებით არ აღმოცენდება ( $P = 0$ ), მაშინ მას არ შეუძლია გავლენით ისარგებლოს გაურკვეველობის რაოდენობაზე.

6. ფუნქცია  $F(1)=0$ . თუ ხდომილებათა რომელიმე კლასს აუცილებლად ექნა ადგილი ( $P=1$ ), ე. ი. გამოირიცხება ყველა დანარჩენი კლასი და არც გამოსავალშია გაურკვეველობა მოსალოდნელი.

7. გასაშუალების ეფექტი:

$$F\left(\frac{p_1+p_2}{2}\right) \cong \frac{1}{2}[F(p_1) + F(p_2)]$$

ალბათობის გასაშუალება ორ განსხვავებულ კატეგორიას მიეკუთვნება და გაურკვეველობაც მატულობს. გასაშუალების უკიდურეს შემთხვევას აქვს ადგილი, როცა კლასიფიკაციაში ყველა  $r$  კატეგორია ტოლფარდად ითვლება. ამ შემთხვევაში

$$p(i) = \frac{1}{r}$$

$$H \text{ მაქსიმალური } (x) = - \sum_{i=1}^r \frac{1}{r} \log_2 \frac{1}{r} = -r \cdot \frac{1}{r} \log_2 \frac{1}{r}$$

$$H \text{ მაქსიმალური } (x) = \log_2 r.$$

კერძოდ ბინალურ კლასიფიკაციაში  $r=2$ .

$$H \text{ მაქსიმალური } (x) = 1.$$

ამრიგად, ორ ალტერნატივთან დაკავშირებული მაქსიმალური გაურკვეველობა უდრის 1 ბიტს, რაც ძალაში რჩება იმ შემთხვევაში, თუ ორივე ალტერნატივი ტოლფარდია (მაგალითად, ფულის მონეტის აგდებისას).

8. გაერთიანების ეფექტი:

$$F(p_1+p_2) \cong F(p_1) + F(p_2)$$

ორი კლასის ერთ ეკვივალენტში გაერთიანება ამცირებს გაურკვეველობას.

## 7. ინფორმაცია და ენტროპია

ინფორმაციის თეორიის ენტროპიის ცნების გამოყენება დასკივდა, რადგან ინფორმაციის მიღებაში მრავალი დაბრკოლებები შეიძლება წარმოიშვას, რომლის წინასწარგათვალისწინება მოუხერხებელი რჩება. ასეთ დაბრკოლებათა შორის ყველაზე მნიშვნელოვანია ხმაური, რომელიც ხელს უშლის ინფორმაციის მიღებას. ხმაურის წინააღმდეგ ბრძოლა ფიზიკაში ცნობილია, მაგრამ სავსებით

მისი აღმოფხვრა მგონი არც უნდა იყოს შესაძლებელი. ხმაურის ზრდის ხარისხი იქნება ენტროპიის ზრდის მაჩვენებელიც და თუ ამ წხრე მოწესრიგებას ვერ მივალწიეთ, მოსალოდნელია სრული ქაოსი, ე. ი. ენტროპიის მაქსიმალური ზრდა.

სულ მოკლედ გავეცნოთ ამ ცნებას იმ სახით, როგორც იგი ფიზიკაშია წარმოდგენილი. ენტროპიის აღმოცენება თერმოდინამიკის ორი ძირითადი პრინციპის ჩამოყალიბებას უკავშირდება: თერმოდინამიკის პირველ კანონს ენერჯიის მუდმივობის გამოყენება აქვს მხედველობაში იმ პროცესებთან დაკავშირებით, რომელსაც სითბო იწვევს. ენერჯიის მუდმივობის კანონის მიხედვით შეუძლებელია მუდმივმოქმედი ძრავის აგება, თუ არ იქნა გამოყენებული სითბური ან სხვა ენერჯიის წყარო. ასეთი ენერჯია ბუნებაში ბლომად მოიპოვება და თერმოდინამიკის პირველი კანონი თავისთავად მათი გამოყენების წინააღმდეგ არაფერს გვეუბნება. ერთი შეხედვით სითბური ენერჯია (მზის, ზღვის, ჰაერის) შესაძლებლობას იძლევა შევქმნათ მუდმივმოქმედი ძრავი, ეს რომ ასე ყოფილიყო, შესაძლებლობა გვექნებოდა ჰაერის, ზღვის გაცივებით მუდმივმოქმედი ძრავი ბიგველო. თერმოდინამიკის მეორე კანონი სწორედ გვეუბნება, რომ ასეთი ძრავის შექმნა შეუძლებელია. ბუნებაშიაც განუხორციელებლად არის დარჩენილი სითბოს გარდაქმნა მუშაობად. ყუთში მოთავსებული მანქანა, რომელიც წყლის სითბური ენერჯიით მუშაობს, ერთ-ერთ მომენტში მუშაობას შეწყვეტს. რადგან წყლის სითბო ყუთს გადაეცემა და მათ შორის წარმოიშობა სითბოს გათანაბრებული განაწილება. მანქანის ისევ ასამოქმედებლად სითბური სხვაობა საჭირო, რომელიც ყუთში ცხელი წყლის ჩამატებით, ანუ მისი გათბობით შეიძლება წარმოიშვას. ამრიგად, სითბოს გარდაქმნა მუშაობად კომპენსაციის გარეშე შეუძლებელია.

თერმოდინამიკის მეორე კანონი ამტკიცებს, რომ ყველგან და ყოველთვის სითბო თავისთავად ახდენს გადათავსებას მაღალიდან უფრო დაბალი ტემპერატურის სხეულში და, რაც მთავარია, ამ პროცესის შებრუნებით მიმდინარეობა თავისთავად შეუძლებელია, თუ დამატებითი მუშაობა არ იქნა დახარჯული. სითბური ენერჯიის დამახასიათებელ თავისებურებას შეადგენს ის, რომ იგი იფანტება და ბოლოსა და ბოლოს გარემოს ერთვის, მასთან წონასწორობაში მოდის. პროცესის მიმდინარეობაში წინსვლა წყდება, წარ-

მოიშობა ე. წ. სტატისტიკური წონასწორობის მდგომარეობა. ამ შემთხვევაში ამბობენ—სისტემის ენტროპიამ მიაღწია მაქსიმუმს. ენტროპია არის ამ თერმოდინამიკური მდგომარეობის განხორციელების ალბათობის ანკიდევ სისტემის სტატისტიკური წონასწორობიდან გადახრის საზომი. იგი გვიხასიათებს მხოლოდ გარემოდან იზოლირებულ, დახშულ სისტემაში შინაგანი ენერჯიის დაქანცვას, მის სხვა სახის ენერჯიად გარდაქმნის შეუძლებლობას.

სითბური ენტროპიის „გაუფასურებას“ ჩვენ სხეულშიაც აქვს ადგილი, მაგრამ ენტროპია არ მატულობს, ორგანიზმში არ წარმოიშობა სტატისტიკური წონასწორობისათვის დამახასიათებელი მდგომარეობა. ორგანიზმში არ არის დახშული სისტემა, იგი გარემოდან ჰაერის, მზის, წყლის სითბოს მიღებისათვის მზად არის და ეს დამატებითი ენერჯია წარმოშობს ტემპერატურის სხვაობას, რომელიც საკმარისია მოლეკულების მოძრაობისათვის, უკეთ, მოძრაობისათვის, რომელიც სიცოცხლისათვისაა აუცილებელი. ამრიგად, ორგანიზმში, როგორც ღია სისტემა, იმით განსხვავდება დახშული სისტემებისაგან, რომ აქ პროცესი შექცევადია, მას შეუძლია როგორც წინ, ისე უკუქცევითი მოძრაობა. ეს უწყობს ხელს, ორგანიზმის, როგორც გარკვეული სისტემის ენტროპია უცვლელად დარჩეს. შეუქცევადი პროცესების პირობებში იგი იზრდება, ვინაიდან ბუნებაში ასეთია პროცესების უმრავლესობა. ბუნებრივად დადგა საკითხი ენტროპიისათვის დამახასიათებელი გაურკვეველობის ოდენობაში გამოსახვისა.

შეიძლება ინფორმაციის შეფარდება თერმოდინამიკურ ენტროპიასთან და ორივესი ერთი და იმავე ერთეულით გაზომვა. ენტროპიას აქვს ენერჯიის ოდენობა, რომელიც ერთეულში გამოსახატავად ტემპერატურაზე გაყოფას საჭიროებს. ენტროპიასა და ალბათობას შორის არსებობს რაღაც გარკვეული კავშირი, რომელიც ბოლცმანმა ასე გამოხატა:  $S = k \ln p$ , სადაც  $S$ -ით სისტემის ენტროპია არის აღნიშნული,  $p$ -თი აღნიშნულია სისტემის მდგომარეობის ალბათობა, ხოლო  $k$  არის ბოლცმანის მუდმივი და უდრის:  $k = 1,38 \cdot 10^{-16} \text{ erg}$ , რაც შეეხება ლოგარითულ დამოკიდებულებას მათ შორის, ეს ასე გამოისახება:  $S = s_1 + s_2 + \dots + s_n = k \ln (p_1 \cdot p_2 \cdot \dots \cdot p_n) = k \ln p_1 + k \ln p_2 + \dots + k \ln p_n$ , საიდანაც ჩანს, რომ ცალკე სისტემების ენ-

ტროპია იკრიბება, ხოლო ალბათობები მრავლდება. ეს მაჩვენებელია იმის, რომ ამ სიდიდეთა შორის არსებობს ადიტიური დამოკიდებულება.

ენტროპია, რომელიც გვექონდა ინფორმაციის მიღებამდე, აღვნიშნეთ  $H_1$ . თუ ინფორმაციის მიღების შემდეგ ენტროპია  $H_2$ -მდე შემცირდა, მაშინ ამ შემთხვევაში მიღებული ინფორმაციის ოდენობა უდრის იქნება პირველ და მეორე ენტროპიას შორის არსებულ სხვაობას:  $U = H_1 - H_2$ .

თუ ინფორმაციის მიღების შედეგად მოისპო ყოველგვარი გაურკვეველობა, ე. ი.  $H_2 = 0$ -ს, მაშინ  $U = H_1$ . ამ შემთხვევაში ინფორმაციის ოდენობა უდრის იმ ენტროპიის ოდენობას, რომელსაც ადგილი ჰქონდა ინფორმაციის მიღებამდე. რაოდენობრივი დამთხვევა ინფორმაციისა და პირველად მიღებული ენტროპიის, რასაკვირველია, სრულიად არ მიუთითებს მათ იგივეობაზე. ისინი არამცთუ იგივეობრივი ცნებები არაა, არამედ ერთმანეთთან დაპირისპირებული, ვინაიდან ინფორმაცია უბრალოდ ენტროპიას კი არ ედრება; არამედ აღმოფხვრილ ენტროპიას.

საკმარისია აქ გარჩეული მაგალითის მიმდინარეობას დავაკვირდეთ, რომ აქვე დაეინახოთ გაურკვეველობის საზომი, რომელიც შენონის მიერაა მოწოდებული. იგი იღებს გაურკვეველობის სიდიდეს:

$P(A_1) \log P(A_1) - P(A_2) \log P(A_2) - P(A_3) \log P(A_3)$ , რასაც საბოლოოდ მივეყვართ ენტროპიის ( $H$ ) ოდენობის განსაზღვრამდე. ამ მაგალითში  $P$  ალბათობის აღმნიშვნელია, ხოლო  $A_1, A_2 \dots A_n$  შესაძლო ხდომილებათა.

გ ა ვ ა რ ჩ ი ო თ უ ე მ დ ე გ ი შ ი ნ ა ა რ ს ი ს მ ა გ ა ლ ი თ ი. გვაქვს ორი ყუთი, რომელშიაც მოთავსებულია ოც-ოცი ბურთი. პირველშია 10 თეთრი, 5 შავი და 5 წითელი; მეორეში—8 თეთრი, 8 შავი და 4 წითელი. თითოეული ყუთიდან თითო ბურთი ვარდება. რომელი ცდაა უფრო გარკვეული? ე. ი. რომელი ყუთის მიმართ შეგვიძლია წინასწარმეტყველება იმისა, თუ რომელ ბურთთან გვექნება საქმე?

ალბათობის ცხრილი  $a_1$  და  $a_2$  ცდებისთვის განსხვავებული ოქნება.

ცდა $a_1$		ცხრილი 11	
ამოვარდნილი ბურთის ფერი	თეთრი	შავი	წითელი
ალბათობა	$\frac{1}{2}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$

ცდა $a_2$ (მეორე ყუთიდან მიღებული ბურთი)		ცხრილი 12	
ამოვარდნილი ბურთის ფერი	თეთრი	შავი	წითელი
ალბათობა	$\frac{2}{5}$	$\frac{2}{5}$	$\frac{1}{5}$

პირველი ცდის ( $a_1$ ) ენტროპია, შენონის თანახმად, უდრის:

$$H(a_1) = -\frac{1}{2} \log \frac{1}{2} - \frac{1}{4} \log \frac{1}{4} - \frac{1}{4} \log \frac{1}{4} = \frac{1}{2} \cdot 0,3010 + \frac{1}{2} \cdot 0,6020 = 0,4515;$$

მეორე ცდის ( $a_2$ ) ენტროპია შეტია:

$$H(a_2) = -\frac{2}{5} \log \frac{2}{5} - \frac{2}{5} \log \frac{2}{5} - \frac{1}{5} \log \frac{1}{5} = \frac{4}{5} \cdot 1,3979 + \frac{1}{5} \cdot 0,6989 = 0,4581.$$

თუ ცდის გაურკვეველობის საზომად მივიღეთ მისი ენტროპია, ვნახავთ, რომ პირველი ცდის ენტროპია ნაკლებია, ვიდრე მეორესი. აქედან, მეორე ცდის შედეგების წინასწარ გათვალისწინება, პირველთან შედარებით, გაცილებით უფრო ძნელია.

ახლა შეიძლება შენონის ფორმულის გარშემო არსებული ზოგიერთი შენიშვნის განხილვაზე შევჩერდეთ, კერძოდ ისეთზე. რომელიც ფსიქოლოგიაში მისი გამოყენებიდან არის ცნობილი.

არის შემთხვევები, როცა ინფორმაციის შესახებ მიმღები ადამიანი არ არის თავიდანვე ინფორმირებული. შენონის ფორმულა მიმღებისათვის ინფორმაციის განუსაზღვრელობას ასეთ გამოსახულებას აძლევს:  $-\sum p \log p$ .



მართალია, მიმღებმა არ იცის როგორი ცნობა მიუვა, მაგრამ მას მიდრეკილება აქვს მიღებამდე გამოიცნოს გადაცემული ცნობა. ამის შესაძლებლობას იძლევა ის, რომ ყოველი ინფორმაცია შეიცავს ელტერნატივთა რიგს, რომელიც  $P_i$ -ით არის აღნიშნული. მიმღები თავის მიხვედრილობით ხელმძღვანელობს, რომლის ალბათობა, ყოველ კერძო ვითარებაში, ითხოვს გარკვეული წესით განაწილებას. რასაკვირველია, ამ შემთხვევაში დასაყრდენია არა ინტუიცია, არამედ მოსალოდნელ ცნობათა ანსაბლის მხედველობაში მიღება. თუ პირველი გადაცემული სიმბოლო  $a$  არის, მაშინ სწორად მიხვედრის ალბათობა იქნება  $P_a$  სიმბოლო  $b$ -ს შემთხვევაში  $P_b$ . ხანგრძლივად გადაცემის შედეგად შეიძლება ცნობა  $n_a^0, n_b^0$  სისწორის ალბათობამ ასეთი გამოსახულება მიიღოს:

$$P_a^{n_a^0} P_b^{n_b^0} P_c^{n_c^0},$$

როცა სერია უსასრულოდ გრძელდება, მისი განსაზღვრულობა უახლოვდება

$$[P_a^{P_a} P_b^{P_b} P_c^{P_c}]^n$$

ეს ამავე დროს არის სრული განსაზღვრულობა იმისა, რომელიც მიმღებს აპრიორულად შეუძლია შეიგრძნოს. თითოეულ სიმბოლოზე აღებული გვაქვს გეომეტრიული საშუალო, ე. ი.  $n$  ფესვი, რაც ჩვენ რიცხვს ადიდებს, მაგრამ სხვა მხრივ მათ შორის მიმართება არ იცვლება.

განუსაზღვრელობის ლოგარითმი, როგორც ეს კრონბახს აქვს მითითებული, წარმოადგენს ბიტებში გამოსახულ საზომს იმისა, რა ოდენობისაა გადაცემული ცნობა და რა ოდენობის სივრცე უკავია მას. ეს იმისთვის არის საჭირო, რომ მისი გარკვეულობა 1-ს დაუახლოვდეს. მიმღების გარკვეულობა რომ დავას არ იწვევდეს ინფორმაციის (i) გადაცემა საჭიროებს სტანდარტულ განლაგებას  $\log i$  და  $1 - \log P_i$  სახით. სანამდის  $\log P_i$  არ არის მთელი რიცხვი, ცნობის დაწინააღმდეგობით დაშიფრვა საჭიროა იმისათვის, რომ მინიმალურ ზანძილში მოვახერხოთ  $i$ -ს გადაცემა.

ამის გათვალისწინებით შეიძლება, როგორც კრონბახი აღნიშნავს, შენონის საზომის რაციონალიზაციას მივადწიოთ, რომელიც სრულიად არ ზღუდავს მის გამოყენებას.

ჩვენ დაეუშვით, რომ მიმღები სანამ შენონის საზომამდე მივიდოდა, მან უკვე იცოდა  $P_i$  ალბათობა. ისიც არის შესაძლებელი, რომ  $\frac{1}{2}$  სიმბოლოებს მთლიანად შეიცავდეს ალბათობის ანსამბლი  $w_i$ .

ახლა ეს იქნება მისი მიხვედრილობის გამსაზღვრელი, რომლის სიმბოლოს მიხედვით გარკვეულობის მაჩვენებელია  $P_{A|B}$ . ამით ხელმძღვანელობა მეტი ოდენობით და უფრო სწორად იძლევა ინფორმაციას, ვიდრე შენონის თვალსაზრისის, რომელიც ანგარიშს არ უწევს არხის მდგომარეობას.

მხედველობაში მისაღებია ისიც, რომ შენონისათვის შესავალი დამოუკიდებელი მნიშვნელობისაა, აგრეთვე შეცდომაც. ეს იმ დროს, როცა ადამიანი — მიმღები თავის პასუხებს დამოუკიდებელს არ ხდის. ის მოქმედებს მოსალოდნელი თანამიმდევრობის გზით, მაგალითად, თავის შემდეგ მოსალოდნელია კუდი გამოჩნდეს. მისთვის ეს წარმოადგენს ფორმის აპრიორულ ურთიერთობას  $W_{ij} = W_i W_j$ , რომელსაც შესავალში არა აქვს თავისი დუბლიკატი. შენონის ფორმულით გადაცემა ცალკეული სიმბოლოების მიხედვით წარმოებს და ერთმანეთისაგან დამოუკიდებლად. როცა პასუხების თანამიმდევრობა ერთმანეთზე დამოკიდებული, მაშინ ინფორმაციის სისწრაფე ზევით იწევს.

შენონი არც ინფორმაციის სარგებლობას ეხება, მაგრამ ამის გათვალისწინებაც საჭიროა. ვთქვათ, 50 ბინალური პასუხი 50 ადამიანისაგან გვაქვს მიღებული. მე-50 ბიტი ინფორმაციას ვღებულობ, მაშინაც, როცა ერთ შეკითხვას 50 ადამიანს ვაძლევე. ასე შეიძლება 250 ცნობის მიღება. ახლა 50 პასუხების კონფიგურაციას შეუძლია დახმარება გამიწიოს იმაში, გავარკვიო არის თუ არა ერთ-ერთი ადამიანი შიზოფრენიით დაავადებული. მე ისიც შემიძლია, რომ ყველა ინფორმაცია მთლიანად გამოვიყენო ერთი გადაწყვეტილების მისაღებად. მაგრამ ერთი პასუხი ადამიანზე მხოლოდ 50 ფაქტით არის წარმოდგენილი, რომელიც ცალ-ცალკე განხილვას მოითხოვს. რომ ერთ ადამიანზე მიღებული გადაწყვეტილებით ვისარგებლოთ. ერთზე და 50 ადამიანზე ცნობას თანაბარი ადგილი უკავია სივრცეში, მაგრამ მთლიან კონფიგურაციაში მისი მცირე ნაწილია წარმოდგენილი.

იმ შემთხვევაში, როცა ცნობა ერთმანეთისაგან დამოუკიდებელ სიგმენტებად ვითარდება, უკეთესია, გამოვიყენოთ არა შენონის, არამედ თანამიმდევრობის ამსახველი ფორმულა, როგორც ამის შესახებ კრონბახს აქვს მითითებული.

## 8. ინფორმაციათა იზომორფიზმი

ინფორმაცია იმდენი სახისაა, რამდენიცაა მისი წარმოშობის წყარო. კანზე ზედაწოლით ტკივილი წარმოიშობა, სმენის აპარატის დროში გარკვეული წესით გალიზიანებით — გარკვეული წესით გან-

ლაგებული ბგერები, თვალის გაღიზიანებით — ბაღურაზე საგნის გამოსახულება და ა. შ. ბგერა, ტკივილი, ბაღურის ხატი ჩვენი გრძნობის ორგანოების მიერ გარედან მიღებული ინფორმაციაა, მაგრამ, როგორც ვხედავთ, თვისობრივად განსხვავებული. მიუხედავად ამისა, მათი გამაერთიანებელი ნიშანიც უნდა არსებობდეს, ვინაიდან თითოეულ შემთხვევაში ხომ ინფორმაციასთან გვაქვს საქმე. ამასთან დაკავშირებით შეიძლება, ვიკითხოთ, როგორ უნდა გავიგოთ გამღიზიანებელსა და ინფორმაციას შორის ურთიერთობა? ქიმიური, გეომეტრიკაში, მათემატიკაში ცნობილია სტრუქტურის მიხედვით მსგავსი ფორმის ელემენტები, უკეთრომ ვთქვათ, იზომორფული ფორმები. ავიღოთ  $A$  ფორმა, რომლის ელემენტებს შორის  $(a_1, a_2, a_3 \dots a_n)$  დამოკიდებულებაა.  $B$ -ს ფარგლებში ელემენტებს შორის ურთიერთობა, მათი მიმდინარეობა შეიძლება ასეთივე ხასიათის აღმოჩნდეს  $(\gamma, \gamma_1, \gamma_2, \dots \gamma_n)$ , მაშინ  $B$  სისტემაში ელემენტებს შორის ისეთივე დამოკიდებულება გვექნება, რასაც  $A$  სისტემაში შემავალი ელემენტები გვიჩვენებს.

არსებობს თუ არა ასეთივე იზომორფული დამოკიდებულება ფსიქიკურსა და მის გამომწვევ ობიექტს შორის? უკეთ, რა სახის შესატყვისობაა გარემოსა და მის ამსახველ ფსიქიკას შორის?

გეშტალტფსიქოლოგიის წარმომადგენლები საგანთა სამყაროსა და ფსიქიკურს შორის ისეთივე იზომორფულ დამოკიდებულებას ნახულობენ, როგორიც არსებობს ნამდვილსა და ქალაქში დახატულ მაგიდას, უკეთ, მათ ფორმათა შორის. ყოველ შენობას გარკვეული ფორმა აქვს და გარკვეული სივრცე უკავია. შეიძლება მისი მოდელის გაკეთება და შემდეგ თითოეული წერტილის გადატანა ქალაქში. ამ შემთხვევაში ქალაქში წარმოდგენილი იქნება შენობის კედლები, ფანჯრები, სახურავი და ყველა დანარჩენი მისი ნაწილი, რომელიც ორიგინალთან დგება შესატყვისობაში, უკეთ, ნახსა და შენობის ნაწილებს შორის იზომორფული, ე. ი. ფორმით მსგავსი შესატყვისობა აღმოჩნდება. ერთ-ერთის ელემენტის შეცვლას, თუ გვსურს მათ შორის არსებული დამოკიდებულება არ დაირღვეს, უნდა მოჰყვეს მეორე მისი შესატყვისის ელემენტის შეცვლა.

ინეინრის მიერ შედგენილი ნახაზი და მის დასასაბუთებლად განკუთვნილი გამოანგარიშებანი იმ ოპერაციისადმი იზომორფულია, რომელიც რეალურად უნდა შესრულდეს.

ამაზე უფრო თვალსაჩინოა იზომორფული ურთიერთობა რხევის სხვადასხვა ფორმათა შორის. ფიზიკური რხევა შეიძლება მიმდინარეობდეს როგორც მექანიკური მოძრაობა (მექანიკური რხევა), გაზის სითხის თუ მაგარი სახით არსებულ საგნებში წნევის შეცვლა (აკუსტიკური რხევა), ელექტრულ ჯაჭვში დენის და ძაბვის შეცვლა (ელექტროდების რხევა), ელექტრომაგნიტური ველის ძაბვის შეცვლა (რადიოტალღები, ოპტიკური პროცესები) და სხვა. რხევის თითოეულ ამ ფორმას გააჩნია ისეთი ნიშანი, რომელიც საერთოდ რხევისთვის არის დამახასიათებელი. მათემატიკოსებს ეს მხედველობის გარეშე არ ღარჩენიათ და მის საფუძველზე ჩამოაყალიბეს რხევის ზოგადი თეორია.

ფიზიკურ მოვლენებს შორის იზომორფული დამოკიდებულების არსებობა მტკიცე თეორიულ ნიადაგს უქმნის ისეთი რთული მანქანის მოდელის დამზადებას, როგორცაა ორგანიზმი. იზომორფული მეთოდით შეიძლება მექანიკაში, ელექტრონიკაში, ჰიდრავლიკაში აღვადგინოთ თითოეულისათვის დამახასიათებელი მექანიზმის მოქმედება, მასში მიმდინარე რეალური პროცესი, რაც, თავის მხრივ, იმის შესაძლებლობასაც იძლევა, რომ მათ მუშაობისა და მართვის წესს ჩვენთვის სასურველ პირობებში დავაკვირდეთ.

აგრეთვე შესაძლებელია სიგნალის მოდელის გაკეთება, მისი ერთი ფიზიკური ფორმიდან მიიღება მეორე ფორმა. ბგერა ერთ ფორმას იძენს, როცა ნემსის წვერის ზედაწოლით ფირფიტაზე იწერება, მეორეს, როცა მიკროფონის დახმარებით გადაგვყავს ელექტროდენად და ამდაგვარად მივმართავთ მის გადაცემას. ბგერის თითოეულ ფორმათა შორის იზომორფული ურთიერთობა საშუალებას იძლევა, შევაბრუნოთ ამ პროცესის მიმდინარეობა და აღვადგინოთ პირველადი მათი სახე.

ფიზიკურ გამლიზიანებელსა და ინფორმაციას შორის შეიძლება ვიგულისხმოთ იზომორფული ურთიერთობა. ინფორმაციის გადაცემაც ხომ ფიზიკური აგენტების საშუალებით ხდება, ასეთივე სახით ხორციელდება მისი ფიქსაცია და აღდგენაც. მანქანაში შემოსული ინფორმაცია ზეგავლენას ახდენს კიბერნეტიკულ სისტემაზე და იწვევს გარკვეულ რეაქციას. მას ყოველთვის ახასიათებს ამა თუ იმ მოვლენასთან თუ რეაქციასთან შესატყვისობა, რაც მიუთითებს ინფორმაციის სემანტიურ (შინაარსეულ) მხარეზე.

ფსიქიკური არა მარტო ფორმით, არამედ შინაარსით ხასიათდება, რაც იზომორფიზმის ცნების გამოყენებას საგრძნობლად ზღუდავს, ამის საილუსტრაციოდ შემდეგი მაგალითი გამოგვადგება. და-

გუშვათ. რომ გლობუსის ზედაპირი ისეთი რეზინისაგან არის შექმნილი, რომლის გადაჭიმვა დედამიწაზე შესაძლებელია. ამ შემთხვევაში ზომ გლობუსზე აღნიშნული ზღვები, მთები, ველები, სოფლები. ქალაქები, მდინარეები დაემთხვევა დედამიწის იმავე სახელწოდების ადგილებს. თავის ტვინიც დედამიწის მსგავსად უსწორო-მასწორო ზედაპირისაგან შედგება, იგი ზონებად არის დაყოფილი და მითითებაც არსებობს თითოეულ ზონას რა სახის ფუნქცია აქვს დაკისრებული. იზომორფიზმი გულისხმობს რომ ტვინის ზედაპირი ისეთ ურთიერთობაშია განცდისთვის დამახასიათებელ ფორმასთან, როგორც გლობუსი და დედამიწის ზედაპირი.

გლობუსზე მთა, ველი, მდინარე გარკვეული ფორმის მქონეა და გარკვეული წესით არის განაწილებული. ეს ქმნის გლობუსისათვის დამახასიათებელ სტრუქტურას ან, როგორც გეშტალტფსიქოლოგიის წარმომადგენლები იტყობენ, ფიზიკურ ველს. გრძნობის ორგანოებზე ზემოქმედებით აღმოცენებული იმპულსები ამ ფიზიკური ველის შესატყვის ტრაექტორიას იკავებენ და იწყება იმავე თანამიმდევრობით განაწილებული სტრუქტურების აღმოცენება, რაც ტვინში ფსიქიკური ველის ჩამოყალიბებით მთავრდება. ეს უკანასკნელი, როგორც ითქვა, ფიზიკური ველის ელემენტების წყობასა და ფორმის იმეორებს და ეს კი სრულებით საკმარისია, რომ ამ ორ ველს შორის ვცნოთ იზომორფული ურთიერთობა. გეშტალტთეორეტიკოსების ეს ისეთი მოსაზრებაა, რომელიც არ ემყარება კლინიკურად და ექსპერიმენტულად დადასტურებულ ფაქტებს, ამიტომ იგი შეიძლება და არც შეიძლება გავიზიაროთ.

იზომორფიზმი დუალისტურ პოზიციას იცავს; რადგანაც ფსიქიკურსა და ფიზიკურს შორის იგი ისეთივე ურთიერთობას ნახულობს როგორც არსებობს, ერთი მხრივ, მაგიდასა და, მეორე მხრივ, მისგან დამოუკიდებლად არსებულ მაგიდის სურათს შორის. ფსიქიკური მატერიის მოძრაობის გარკვეულ საფეხურზე აღმოცენებული მისი თვისებაა, ამიტომ მათ შორის არა მხოლოდ ტოპოლოგიური, არამედ გაცილებით უფრო არსებითი ხასიათის ურთიერთობა არსებობს.

ფიზიკურ სამყაროში იზომორფიზმის არსებობა არ იძლევა უფლებას, რომ იგი საფუძვლად დაუდოთ ფიზიკურისა და ფსიქიკურის ურთიერთობის გადაწყვეტას. ამის გარეშედაც, როგორც ჩანს, იზომორფიზმი ანგარიშგასაწევი და სასარგებლო ცნებაა, როგორც ამის შესახებ მათემატიკაში კარგად ცნობილი ფაქტები მეტყველებს. გარკვეულ პირობებში ფსიქოლოგიაშიაც შეიძლება ამ ცნებით

სარგებლობა, მაგალითად, ანალოგიის მეთოდით მსჯელობის დროს შეიძლება დავუშვათ ფსიქიკურსა და ფიზიკურს შორის იზომორფული დამოკიდებულება. ამის უფლებას იძლევა ანალოგიით მსჯელობის ხასიათი, რომელიც ორი მოვლენის შედარების ფარგლებში რჩება. კიბერნეტიკას შეუძლია იზომორფიზმის ცნებით იხელმძღვანელოს მოდელის შექმნის შემთხვევაშიც, რადგანაც აქ ნამდვილ მოვლენასა და მის მოდელს შორის სწორედ რომელიმე პუნქტის მიხედვით დამთხვევაც საკმარისია, რომ დაწყებულ მუშაობას სათანადო მსვლელობა მიეცეთ. ეს სრულიად არ ნიშნავს იმას, რომ კიბერნეტიკამ თავის თეორიულ მუშაობას საფუძვლად დაუდოს ფსიქიკურსა და ფიზიკურს შორის იზომორფული დამოკიდებულება. სამწუხაროდ, ამ გარემოებას სათანადო ყურადღება არა აქვს დათმობილი პოლეტავის წიგნში, რომელიც სახელმძღვანელოს დანიშნულებას ასრულებს.

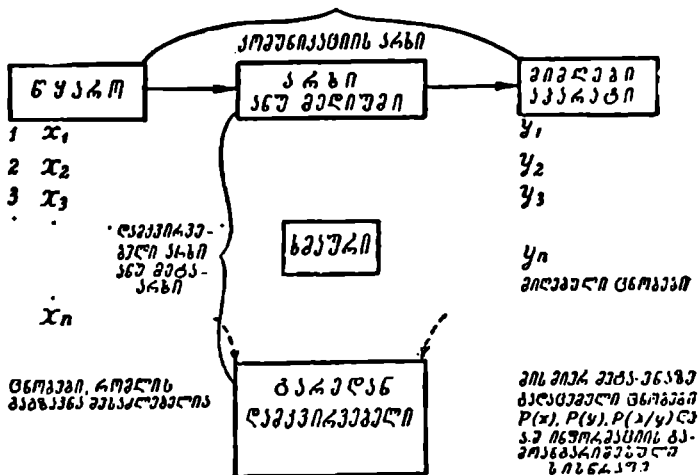
### 9. ინფორმაციის თეორიის გამოყენება ფსიქოლოგიაში

ინფორმაციის თეორიის ფსიქოლოგიაში გამოყენებას თავისებური სიძნელე ახლავს, კერძოდ ადამიანი როგორც საკომუნიკაციო არხი შენონის მიერ მხედველობაში არ ყოფილა მიღებული, როცა იგი ინფორმაციის თეორიის მათემატიკურ დასაბუთებას იძლეოდა. მას მხედველობაში ლითონი აქვს და არა ორგანიზმი როგორც საკომუნიკაციო არხი, ამიტომ ამ ორ სხეულს შორის ისეთი განსხვავებაა, რაც უსულო და სულიერი საგნის შედარებიდანაა ჩვენთვის ცნობილი. ორგანიზმი დინამიკური წარმოქმნაა, იცვლება არა მარტო მის გარშემო არსებული გარემო, არამედ ორგანიზმის მდგომარეობა.

შენონის კომუნიკაციის თეორია დამკვირვებლის ენით არის ჩაწერილი. იგი ემყარება ცნობისა (сообщение)  $P(x)$  და მისაღები სიგნალის  $P(y)$  ალბათობას, ამ ცნების გარეშე ინფორმაციის თეორიის გამოყენებული აქვს პირობითი ალბათობის ცნება  $P(x)$  და სხვა. ამ ალბათობათა შეფასებას დამკვირვებელი აწარმოებს, იგივე აკვირდება როგორც გადაცემული ნიშან  $x$ -ის, ისე ხმაურთან ერთად მიღებული სიგნალი  $y$ -ის მიმდინარეობას. ასეთი დამკვირვებელი არხის ორივე ნაწილს ხედავს, იგი გარედან დამკვირვებელია. გამოთქმები:  $x$ ,  $y$ ,  $P(x)$ ,  $P(y)$ ,  $P(y|x)$  და ა. შ. გამოსადეგია მხოლოდ მისთვის და არა მიმღების მეტყველებისათვის, რომლისთვის სიგნალი  $y$  არის ცნობილი. მიმღები თუ ადამიანია მხოლოდ  $y$ -ის ალბათობის გათვალისწინებას

მოახერხებს. მას არ შეუძლია პირდაპირ დააკვირდეს  $x$ , აგრეთვე შეაფასოს  $P(x)$ -ის ალბათობა.

ფსიქოლოგიურ ექსპერიმენტში დაკვირვებაც წარმოებს და ცნობის გადაცემაც. ამ ინფორმაციის ბუნება დამოკიდებულია იმაზე — იმყოფება თუ არა დამკვირვებელი სავსებით გარეთ იმ მოვლენე-ზისა, რომელსაც ის აკვირდება, თუ თვითონ არის მისი ნაწილი. ფსიქოლოგიურ ლაბორატორიებში დამკვირვებელი ხშირად წყვეტს მოვლენის მიმდინარეობას, არღვევს მის ბუნებრივ წყობას. თუ მას დაჰირდა სიტუაციაშიაც შეაქვს ცვლილება, ვიდრე მოვლენა გამოჩნდებოდეს. კომუნიკაციისათვის განკუთვნილ ექსპერიმენტში ძლიერ ადვილად შეიძლება ასეთი ცვლილების გამოწვევა, თუკი დამკვირვებელი არის ერთ-ერთი კომუნიკანტი. ამისგან უნდა განვასხვაოთ გარედან დამკვირვებელი, რომელიც ისე აღწერს მოვლენებს, როგორც ჰუჭრუტანიდან მეთვალყურე ადამიანი, რომელიც ცდილობს ერთხელ აწყობილ ექსპერიმენტში არ მოხდეს ცვლილება. ფსიქოლოგიურ ექსპერიმენტში დამკვირვებელი და ვისაც ვაკვირდებით, — ორივე ადამიანია, მათ ურთიერთობის ისეთი სანდო იარაღი გააჩ-



სქემა 5. კომუნიკაციის არხი და მისი გარედამკვირვებელი Cherry-ის მიხედვით

ნიათ, როგორც არის სიტყვა, რომლის მიმართ ორივეს აპარატი თანაბრად აღდევატურია. აქ არც ხმაური გამოდის ინფორმაციის მიღების ხელისშემშლელად; რაც შეეხება შენონის ინფორმაციის

თეორიას, როგორც ითქვა, იგი მთლიანად გარედან დამკვირვებლის ძეგტა-ენაზეა დაწერილი.

შენონის ინფორმაციის თეორია დაჩხვლევითი მუყაოთ მოაზროვნე აპარატისათვისაა შედგენილი, იგი ისეთი სისტემაა, რომელიც არ იძლევა ადამიან-ოპერანტთან მთლიანი ანალოგიით შესაძლებლობას. სწორედ ამის გამო შეიძლება აქვე შევიჩერდეთ იმ განსხვავებაზე, რომელიც არსებობს კომუნიკაციის არხსა და ადამიან-ოპერატორს შორის:

1. თეორია მთლიანად გარედან დამკვირვებლის ძეგტა-ენაზეა აგებული და ამდენად მასში მონაწილის ენას სრულიად არ ითვალისწინებს.

2. შენონის თეორია სტატისტიკურია, იგი არსებითად საშუალო ოდენობის მიხედვით მსჯელობს, მხედველობაში იღებს სისტემის ნაკროსკოპულ თვისებას და არა მის სპეციფიკურ მომენტებს, რომლის ოდენობაში გამოხატვა შეუძლებელია და თვისობრივად განსხვავებული ბუნებისა არიან.

3. დაშვებულია, რომ გარედან დამკვირვებლის მიერ სწორადაა შეფასებული გადაცემული ინფორმაციისა ( $x$ ) და მიღებული ინფორმაციის ( $y$ ) სიხშირის ალბათობა. ასევე დაშვებულია, რომ ხმაურის ( $i$ ) წყაროს მის სტატისტიკურ თვისებასთან გაივივებას დამკვირვებელი სწორად აწარმოებს, ანდა მარტივ შემთხვევებში ხმაური თითქოს სულ არ არსებობს.

4. აპრიორულადაა დაშვებული, რომ ორი კომუნიკანტის შეთანხმებული მოქმედება ემყარება ურთიერთობის ნიშნებს (ასოები და სხვა), რომელიც გარკვეული სიხშირით გვხვდება. ნაგულისხმევია ისიც, რომ დროის მიმდინარეობაში მათი სიხშირე უცვლელი რჩება, სიტუაციის სტატისტიკა სტაციონარულია.

5. დაშვებულია აგრეთვე, ნიშნები (ასოები)  $x_1, x_2, \dots, x_n$  (სიგნალები, ცნობათა ანსაბლი, სისტემათა კოდი) უცვლელად რჩება. ეს იმას ნიშნავს, რომ „უწყვეტი“ ინფორმაციის წყაროს შესახებ საკითხი გადაწყვეტილია.

რაც შეეხება განსხვავებას, რომელიც ადამიან-ოპერატორსა და საკომუნიკაციო არხს შორის არსებობს, შეიძლება მოკლედ აქვე ჩამოვაყალიბოთ.

ადამიანი-ოპერატორი ძლიერ რთული ორგანიზმია, რომელიც რიგი გრძნობის ორგანოებითაა შეიარაღებული. ამ ორგანოების მოქმედების თავისებურებიდან ვიცით, რომ ისინი ერთმანეთთან ანალიზატორთა შორისი კავშირებით არიან დაკავშირებული და პა-



სუხი, რომელსაც ორგანიზმი სტიმულის ზემოქმედებაზე იძლევა ემყარება გრძნობის ორგანოების ინტერმოდალურ ერთიანობას. ადამიანი ყნოსავს იმ საგანს, რომელსაც ამავე დროს ხედავს. მართალია, შედარებით იშვიათია, მაგრამ ცნობილი მოვლენაა სენესტეზია.

საკომუნიკაციო არხი, რომელიც შენონს აქვს მხედველობაში მიღებული, უსულოა და სუფთა, მას არც წარსული აქვს და არც აწმყო. ადამიანი შეიცავს გამოცდილებათა მეტად რთულ ანსაზლს. მისი პარამეტრები იცვლება ყოველი კომუნიკატორული გამოცდილების შემდეგ, მას არა აქვს უცვლელად ფიქსირებული პარამეტრები.

ეს იმის შესახებ მიგვითითებს, რომ სტიმული არა იზოლირებულად, როგორც ბრილუენი მიუთითებს, არამედ ადამიანის გამოცდილებასთან ასოციატირებული და მის მიხედვით შევსებული პოულობს გამოხატულებას მის საპასუხო რეაქციებში. ეს ართულებს და თავისებურ ფორმას აძლევს იმპულსების ადამიან-ოპერატორში მიმდინარეობას. არის შესაძლებლობა ამ ცვლილებას ერთნაირი სახე მიეცეთ, თუ წინასწარ ზომებს მივიღებთ და ერთი ასაკის, ერთნაირი განათლებისა და პროფესიის ადამიანებს შევარჩევთ. სტიმული იგივე ასოები, სიტყვები იქნება, რომელთა სემანტიური მხარე შენონის ინფორმაციის თეორიას სავსებით უყურადღებოდ აქვს დატოვებული. კომუნიკაციის ამ ნიშნებს მის თეორიაში მხოლოდ სინტაქსური თვისებებისა და წესების მხრივ აქვს ანგარიში გაწეული. „გააზრების“ მომენტის გვერდის ასაქცევად სათანადო ზომებიც არის მიღებული და ეს იძლევა საშუალებას, რომ ლინგვისტური სტიმულების შეხვედრა, მათი კავშირი განხილულ იქნას ალბათობის თეორიის საფუძველზე. სიტყვას, ასოს მნიშვნელობა აქვს, მაგრამ, მიუთითებენ ინფორმაციის თეორიის წარმომადგენლები, არც ადამიანს აქვს თითოეული სიტყვის შინაარსი წინასწარ გააზრებული მეტყველების პროცესში. ეს მართალია და შეიძლება აქ მდებარეობდეს ანალოგიის გავლების შესაძლებლობა.

ამის მიხედვით იძენს თავისებურ სახეს ინფორმაციის გადაცემა ექსპერიმენტში, რომელიც ქცევის შესწავლას ისახავს მიზნად. აქ სტიმულსა და საპასუხო რეაქციას შორის დგას ორგანიზმი, შეიძლება გვეთქვა მედიუმი, მთელი თავისი გამოცდილების ანსამბლით. მეორე მხრივ, ორგანიზმი არასოდეს არ არსებობს გარემოს გარეშე,

რომელიც წარმოადგენს მისი არსებობის ერთადერთ პირობას. გარემოსთან მისი დამოკიდებულება ყოველთვის მოთხოვნილებათა გარკვეული წრის დაკმაყოფილების იმპულსითაა ნაკარნახევი, რაც იმის შესახებ მიგვითითებს, რომ ორგანიზმის ურთიერთობა გარემოსთან ამორჩევეთი ხასიათისაა. რას ემყარება ამ შემთხვევაში მისი ასეთი მოქმედება, ამის შესახებ ქვემოთ გვექნება საგანგებოდ მსჯელობა.

## თავი მეხუთე

# თავის ტვინის მანქანური მოქმედების ნეიროფიზიოლოგიური საფუძვლები

### 1. ორგანიზმი და მანქანა

არა ერთი მექანიზმის დასახელებაა შესაძლებელი, რომელიც თანამედროვე ავტომატსა და ადამიანის სხეულს საერთო აქვთ. მანქანის შინაგან მექანიზმთან შესაბამისობის მაგალითს იძლევა ცენტრალური ნერვული სისტემა, რომლის რამდენიმე მილიარდი განვლილი უჯრედი ასრულებს „გამომთვლელი აპარატის“ მოვალეობას. ორივეს აქვს ინფორმაციის შესავალი: ორგანიზმს სენსორული ორგანოები, ხოლო მანქანას ფოტოელექტრონული უჯრედები, რადარული სისტემები, მიკროფონები და ა. შ. ორივეშივეა წარმოდგენილი „ფექტორები“: მანქანაში — მოტორი, სოლენოიდი და სხვა, ორგანიზმში — კუნთები, ჩირკვლები. როგორც ერთში, ისე მეორეში შეიძლება ვნახოთ მოწყობილობა, რომელიც აწარმოებს იმპულსების გაერთიანებას, შენახვასა და საჭიროების დროს განახლებას. მანქანაში სპეციალური მექანიზმი ასრულებს იმპულსების შერჩევას, დაახლოებით ისე, როგორც ამას ორგანიზმში აქვს ადგილი. საპასუხო რეაქცია მანქანასა და ორგანიზმში დაკავშირებულია არა მარტო გამლიზიანებელთან, არამედ უკუქცევითი კავშირების მმართველ სისტემასთან. როგორც ორგანიზმში, ისე სწრაფგამომთვლელი მანქანა მცირე ენერგიას ხარჯავს, ისინი წარმოადგენენ არა ენერგეტიულ მექანიზმებს, არამედ „კომუნიკაციის სისტემებს“, რომელთაც საქმე აქვთ ინფორმაციასთან, მის გამოყენებასთან. ორივეს გააჩნია მკაფიოდ გამოხატული სტრუქტურული აგებულება, ამიტომ მათი მოქმედებაც არსებითად ცირკულარული ბუნებისაა.

ნერვული სისტემა, როგორც იყო აღნიშნული, დიგიტალური მექანიზმებითაა შეიარაღებული, რამდენადაც მისი ნეირონები, უპაერო მილისა და ელექტრომაგნიტურ რელეს მსგავსად, მოქმედებენ „სულ ან არაფრის“ კანონის მიხედვით. იმპულსის გადაცემას ან აქვს ადგილი, ან არა, იგი მუშაობს ან სავსებით გაჩუმებულია. ნერვის მუშაობა თითქმის მთლიანად დამოკიდებულია წინმსწრობ აგზნე-

ბაზე, რეფლექსურ ფაზაში აქსონის მიერ შემოტანილი იმპულსის ძალაზე. ამ მხრივ ნეირონის რელე ემსგავსება მანქანაში მოქმედ რელეს, რომელსაც როგორც „ჩართვის“, ისე „გამორთვის“ ფაზა გააჩნია. ამ ორი ფაზის არსებობა მოგვეგონებს ბინალური ციფრების კოდით (0,1) ინფორმაციის გადაცემას.

ორგანიზმს აქვს, მანქანის მსგავსად, მოწყობილობა, რომელიც დროის მიხედვით აწესრიგებს იმპულსების მიმდინარეობას. სინაფსების გზით იმპულსის გაძლიერება მსგავსებას პოულობს მანქანაში მოქმედ გამაძლიერებელთან. ხოლო შემაკავებელი პროცესები ნაწილობრივად იმ მექანიზმებთან, რომელიც ემსახურება რხევის ჩაქრობას.

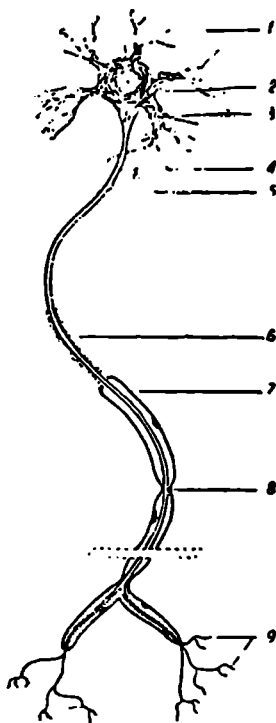
აქ აღნიშნულით არ ამოიწურება ორგანიზმსა და მანქანას შორის მსგავსება. ორგანიზმს მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი თავისებურება გააჩნია, რომელთა შორის თვალსაჩინო ადგილი მეტაბოლიზმს უკავია. იგი გაცილებით უფრო მრავალმხრივია და მრავალრიცხოვანი, ვიდრე მანქანაში მიმდინარე პროცესები. მართალია, ნეირონების სისტემას, როგორც დიგიტალურ გადამცემსა და ორგანიზატორს თვითონ შეუძლია მოქმედება, მაგრამ მას თან ახლავს მრავალრიცხოვანი ნერვული სისტემისათვის ზედამხედველობის გამწვევი წრედი, რომლის შემადგენლობაში შეიძლება ანალოგიის პრინციპით მოქმედი სისტემის დანახვა. მაგალითად, სისხლის მიმოქცევის მოწესრიგებაში ჩართული რეფლექსთა ჯაჭვის ერთი ნაწილი დიგიტალურია (კუნთური), ხოლო ნაწილის მოქმედება ანალოგიის პრინციპზე დამყარებული (პემორალური). ამ წყაროებიდან ნერვული ელემენტებისაყენ მიმავალი ინფორმაციის გადაცემა აფერენტული იმპულსების მიხედვით წარმოებს, რომელიც ცენტრალური ნერვული სისტემიდან უკუოქცევა ისევე დიგიტალურად, და, საბოლოოდ, სისხლის ძარღვთა კუნთების დაძაბულობის მოდიფიკაციას იწვევს.

ახლა უფრო ახლო გავეცნოთ ცენტრალური ნერვული სისტემის აგებულებას.

## 2. ნეირონის სტრუქტურა და ფუნქცია

ნერვული სისტემის აგებულებაში ძირითადი ერთეულია ნეირონი, რომლის შემადგენლობაში, ვალდებურის მითითებით, შედის ნერვული უჯრედი, ბირთვი, პროტოპლაზმა, დენტრიტები და აქსონი. დენტრიტები უჯრედიდან 1 მიკეტრის გავლის შემდეგ ხის შტოები-

ვითაა გაფანტული. აქსონი უჯრედის სხეულიდან იწყება და გატოტიანებას მოკლებული გრძელი ნერვული ბოჭკოა, რომელიც უჯრედის სხეულიდან 50—100 მმ დაშორების შემდეგ მიელინის გარსით იფარება.



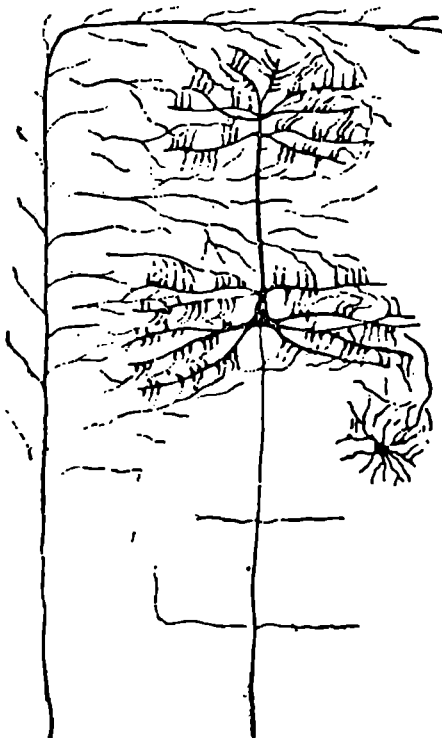
სურ. 2

1. დენდრიტები, 2. უჯრედის სხეული, 3—4. აქსონი, 5. კოლექტორალი, 6. მიელინის გარსი

აქსონის სხეული დაფარულია სინაფსური ბალთებით (Бляшки), რომლის სიმკვრივე დენტრიტებში თანდათანობით კლებულობს (სინაფსი ნერვულ უჯრედებს შორის ფუნქციონალური კავშირის აღსანიშნავად შერინგტონის მიერ 1897 წელს შემოტანილი ცნება). სინაფსური წარმოქმნებით მდიდარია აქსონის ცენტრალური ნაწილი, ვიდრე პერიფერიულად მდებარე სეგმენტები.

სინაფსური ბალთები და ნეირონის ტანიც შემზრანითაა დახურული, რომლის ზისქე 50 Å არ აღემატება, აქვე სხეულსა და ბალ-

თებს შორის ნასვრეტებია განლაგებული, რომლის სიგანე დაახლოებით 200  $\mu$ . სინაფსების ბალთებში მოთავსებულია ბურთულები, რომლის დიამეტრია 300  $\mu$ . ბალთებში მითოქონდრიის არსებობა მიგვითითებს იმაზე, რომ მასში მეტაბოლური აქტივობა უფრო მაღლა დგას, ვიდრე სუბსინაფსურ მემბრანაში. სინაფსურ ბალთებში, კუნთების მსგავსად, მოთავსებულია ქიმიური ნივთიერება, რომელზედაც დამოკიდებულია სინაფსში აგზნების გატარება. აგზნების პროცესში მონაწილე ელექტრონული და სპეციფიკური ქიმიური პასუ-



სურ. 3

აქსონდენტრატული სინაფსური კავშირება

ხი ნეირონის ზედაპირზე მიმდინარეობს, მის შინაგან სტრუქტურას კავშირი აღმოაჩნდა, როგორც ქ. ეკლსის მითითებიდან ჩანს, აღდგენის პროცესებთან, ცილების სინთეზთან.

ახლა საყოველთაოდ აღიარებულია, რომ ნეირონის მემბრანის დეპოლარიზაციას და მასში იონების გადაჭვლეებას თან სდევს ელექტრონული პოტენციალის აღმოცენება.

ნერვული იმპულსი ელექტრონული ბუნების აგზნებაა, რომლის პოტენციალი 50 მვოლტის ფარგლებშია წარმოდგენილი და გრძელდება 1 მ/წამი. აგზნების მიმდინარეობის მომენტში იცვლება უჯრედის შიგნითა სითხის იონური შემადგენლობა, აგრეთვე აქსონის მემბრანის ელექტრულ-ქიმიური თვისებანი. ამ ცვლილებასთან ერთად იცვლება მოლეკულების ელექტრონული თვისება და მისივე ზეგავლენით ელექტრონული პოტენციალის დონე. სუსტი ძალის აგზნება სუსტი პოტენციალის აღმოცენებით მთავრდება, რომელიც სწრაფად მიდის ჩაქრობამდე. აქსონის გასწვრივ ადგილი არა აქვს აგზნების გავრცელებას, ამ ნერვულ ბოქკოში მოძრაობს სტანდარტული ნერვული იმპულსი, რომლის ფორმა არ არის დამოკიდებული მის გამომწვევ მიზეზზე.

აგზნება დენდრიტებში იმავე წესით ვრცელდება, როგორც აქსონში, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ დენდრიტები მიღებულია და არა გამტარი სისტემა. ასევე სინაფსები გადამცემი სისტემაა, რომელიც ზოგჯერ იმპულსის შეკავებასაც ახორციელებს. ტრანსინაფსური აგზნება წამის მეათასედი გრძელდება, მაგრამ ეს არ არის დროის განსაზღვრის საუკეთესო საშუალება. ნეირონი სწრაფად ვერ უბრუნდება თავის პირვანდელ მდგომარეობას, ამის გამო მომდევნო იმპულსზე პასუხის გაცემა აგვიანდება, ე. ი. უშუალოდ არ არის მოსახერხებელი აგზნების მიღება. დაღლის შემთხვევაში, დასვენების დრო, რომელიც საჭიროა სტანდარტული იმპულსის მისაღებად, დაახლოებით  $1,5 \cdot 10^{-2}$  წამი გრძელდება. აღდგენა თანდათანობით მიმდინარეობს, ნეირონს სრულ აღდგენამდეც ( $0,5 \cdot 10^{-2}$  წამი) შეუძლია პასუხის მოცემა, მაგრამ არასტანდარტული ძალით.

ამრიგად, ნეირონის შეთანხმებული მოქმედებისათვის აუცილებელი დრო ირხევა  $10^{-4}$  და  $10^{-2}$  წამს შორის. თანამედროვე გამომთვლელ მანქანებში გამოყენებულ ელექტრონათურას, ნახევარგამტარებს შეთანხმებული მოქმედებისათვის, თანახმად ჯ. ნეიმანის მითითებისა, სჭირდება  $10^{-6}$ -დან  $10^{-7}$ -მდე წამი. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, ადამიანის მიერ შექმნილი მანქანა სჯობნის ბუნებრივ ორგანოებს დაახლოებით  $10^4$ — $10^5$ -ჯერ.

თავის ტვინს იმდენი მოცულობა უკავია, რამდენიც ერთი ლიტრა წყალს ( $10^3$  სმ<sup>3</sup>). ამ პატარა შიგთავსში  $10^{10}$ , ან ამაზე ცოტათი

მეტე ნეირონია მოთავსებული. ამის მიხედვით თითო ნეირონზე მო-  
დის  $10^{-7}$  სმ<sup>3</sup>.

ადამიანის მიერ გაკეთებულ გამომთვლელ მანქანას რამდენა-  
ზე ათასეული კუბიკური მეტრი ადგილი უკავია. ნახევარგ-მეტარების  
გამოყენებამ საგრძნობლად შეამცირა ეს ფართობი. მაგრამ ბუნებ-  
რივი ორგანოები, ჯ. ნეიმანის გამოთვლით,  $10^8$  ან  $10^9$ -ჯერ მცირეა.

ენერჯის გაფანტვა ადამიანის ცენტრალურ ნერვულ სისტემა-  
ში დაახლოებით 10 ვატს აღწევს. თუ მხედველობაში მივიღებთ  
იმას, რომ ნეირონების რაოდენობა  $10^{10}$  უდრის, მაშინ თითო ნეი-  
რონის მიერ გაფანტული ენერჯია  $10^{-9}$  ვატი აღმოჩნდება. ელექტ-  
რონათურაში ენერჯის გაფანტვა 5-დან 10 ვატამდე აღწევს, ხო-  
ლო ნახევარგამტარ ტრიოდებში —  $10^{-1}$  ვატს. აქედან ცხადია, ბუ-  
ნებრივ ორგანოებში ენერჯის გაფანტვა გაცილებით უფრო ნაკლე-  
ბია, ვიდრე ხელოვნურში, მათი ეს უპირატესობა შეიძლება  $10^8$ —  
 $10^9$  ვატის ფარგლებში ირხეოდეს.

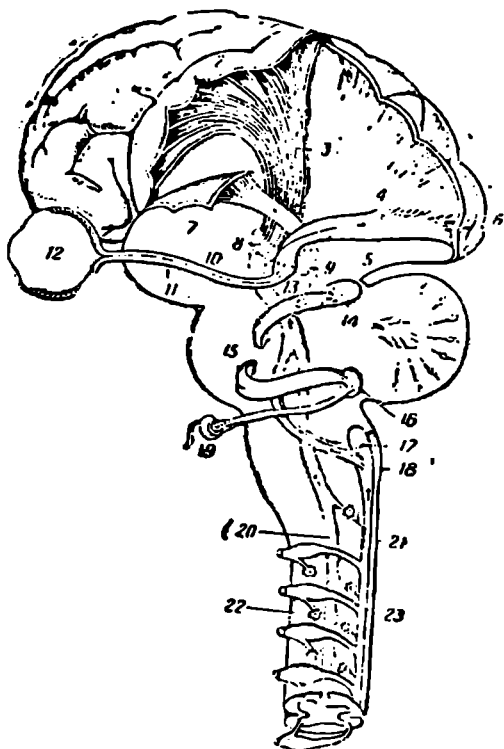
თუ ნეირონი უერთდება სინაფსების საშუალებით სხვა ნეირო-  
ნის აქსონს და თუ მინიმალური აგზნება (საპასუხო იმპულსის მისა-  
ღებად საჭირო) ყალიბდება ორი ერთდროულად შემოსული იმპულს-  
ის ურთიერთობის შედეგად, მაშინ ეს ნეირონი ყოფილა ორგანო  
„და-კავშირისა“, რომელიც კონიუნქციის ლოგიკურ ოპერაციას ას-  
რულებს. ეს იმიტომ, რომ ნეირონი იმ შემთხვევაში იძლევა პასუხს,  
როცა ორივე აგზნება აქტიურია. მეორე მხრივ, თუ მინიმალური  
აგზნება ერთი იმპულსის შემოსვლით მიიღება, მაშინ ნეირონი წარ-  
მოადგენს ორგანო „ან“-ს, რომელიც დიზიუნქციის ლოგიკურ  
ოპერაციას ასრულებს, რადგანაც პასუხს იმ შემთხვევაში იძლევა,  
თუკი აგზნებულია მისი ორი გამომწვევიდან ერთი მაინც.

ნერვული სისტემა მეტად რთულ ამოცანას სიზუსტის მეტად  
დაბალი ხარისხის პირობებში ასრულებს, აქ სიზუსტე  $10^{-2}$ , ანუ  
 $10^{-1}$ -ს არ აღემატება. ეს ფაქტი ყოველთვის უნდა გვქონდეს მხედ-  
ველობაში, ვინაიდან დღემდე ჩვენთვის ცნობილ არც ერთ გამომ-  
თვლელ მანქანას არ შეუძლია სიზუსტის ასეთი დაბალი ხარისხის  
პირობებში თავისი მოვალეობის შესრულება.

ნერვული სისტემა ამ თავის ნაკლს, თურმე ლოგიკური ოპერა-  
ციების ხარჯზე ავსებს. ასე რომ, იგი ცალკე არითმეტიკულისა და  
ცალკე ლოგიკურის პრინციპით არ მოქმედებს. არითმეტიკული ოპე-  
რაციების ზუსტ თანამიმდევრობას თან სდევს ლოგიკურის სტრუქ-  
ტურის გაძლიერება. და, პირიქით, როცა არითმეტიკული ოპერა-



ციების მხრივ სისუსტე იჩენს თავს, ტვინი ამ დანაკლისს ავსებს ლოგოკური ოპერაციების გაძლიერებით (ჟ. ნეიმანი).

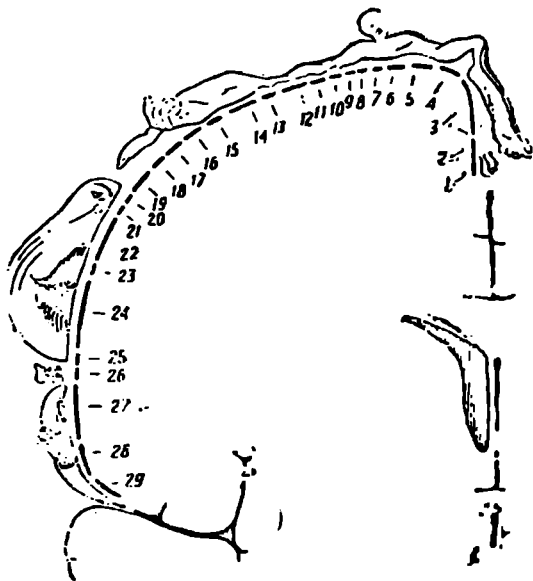


სურ. 4

თავის ტვინის ქერქისკენ მომავალი მთავარი სენსორული გზები: 1. თხემის ასოციაციური ზონა, 2. სენსორული ზონა, 3. სენსორული გზები, 4. მხედველობის ქვედა ველი, 5. მხედველობის ზედა გელი, 6. მხედველობის ველი, 7. სმენის ზონა, 8. ვენტრალური ბირთვი, 9. მედიალური დამუხლული სხეული, 10. მხედველობის ბორცვი, 11 მხედველობის გზა, 12. თვალი, 13. ლატერალური დამუხლული სხეული, 14. ობოლარაკის ქვედა ბორცვი, 15. სმენის გზა და ა. შ.

თუ დაეკვირდებით თავის ტვინში იმპულსების მოძრაობას, ვნახავთ, რომ ამ შემთხვევაშიც ნერვული სისტემის მუშაობა ემყარება გამომთვლელი მანქანის მოქმედებისათვის დამახასიათებელ პრინციპს. მანქანაში ინფორმაციის გადაცემის ერთადერთი გზა წამში იმპულსების სიხშირეა, რაც, თავის მხრივ, მიგვითითებს იმაზე,

რომ იმპულსებისათვის პერიოდული რხევაა დამახასიათებელი. იმპულსების ასეთივე თანამიმდევრობას აქვს ადგილი ნერვულ სისტემაში, მასში მოძრავი ინფორმაცია სტატისტისტიკური თვისებითაა აღჭურვილი (ჟ. ნეიმანი).



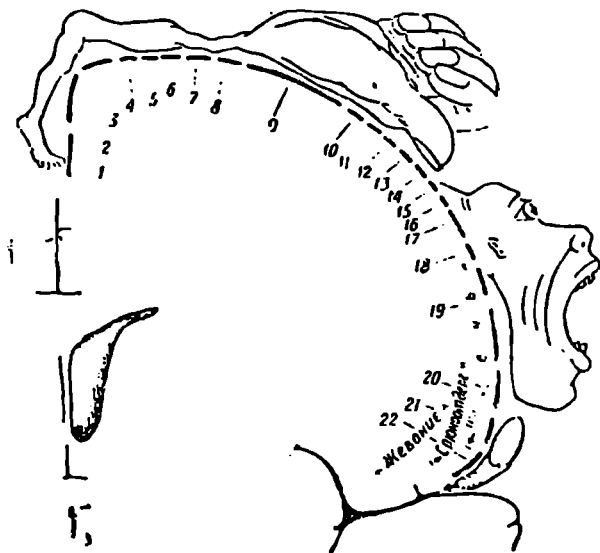
სურ. 5

სხეულის მგრძობიერი ფუნქციების პროექცია უკანა ცენტრალურ სხეულში (პენფილდისა და რასმუსენის მიხედვით):

1. სქესობრივი ორგანო, 2. თითები, 3. ტერფი, 4. მუხლი, 5. მენჯი.
6. მუცელი, 7. კისერი, 8. თავი, 9. მხარი, 10. ხელი, 11. იდაყვი, 12. წინათითი, 18. საჩვენებელი თითი, 19. ცერი, 20. თვალი, 21. ცხვირი,
22. სახე, 23. ზედა ტუჩი, 24. ტუჩები, 25. ქვედა ტუჩი, 26. კბილები,
22. სახე, 23. ზედა ტუჩი, 24. ტუჩები, 25 ქვედა ტუჩი, 26. კბილები,
27. ღრძილი, 28. ყბა, 29. ქნა, 30. საყლაპავი, 31. შინაგანი ორგანოები (ბრეიზიეს დასახელებული წიგნთან)

ამის სასარგებლოდ მეტყველებს ისიც, რომ ნერვულ სისტემაში გამოთვლა იმპულსების პერიოდულ რხევას, მის თანამიმდევრულ მოქმედებას ემყარება, რომელიც მარტო სტიმულზე არაა დამოკიდებული, არამედ აგრეთვე ნერვის მდგომარეობაზე. ნერვი აბსოლუტური რეფრაქტორული პერიოდის გავლის შემდეგ იძლევა პასუხს, ამის გამო მისი პასუხი შესამჩნევად იგვიანებს. ასევე იგვიანებს პა-

სუხი სუსტ გამლიზიანებელზე, რომელსაც შეფარდებითი რეფრაქტორული პერიოდის გავლა უხდება. ამით განსაზღვრულია იმპულსების თანამიმდევრობა, რომელიც წარმოადგენს ნერვის ისეთ მონოტონურ მოქმედებას, რომელიც არსებითად გამლიზიანებლის ინტენსივობაზეა დამოკიდებული. თუ ინტენსივობას გადავიყვანთ სიხშირეზე, ვნახავთ, რომ საქმე გვქონდა ინფორმაციის ისეთ გადაცემასთან, რომელიც სიგნალის მოდულაციითაა განსაზღვრული.



სურ. 6

სხეულის მორტორული ფუნქციების პროექცია წინა ცენტრალურ ხეულში (ენფილდისა და რასმუსენის მიხედვით):

1. თითები, 2. წვივი, 3. მუხლი, 4. მენჯი, 5. მუცელი, 6. მხარი, 7. იდაყვი, 8. მჯა, 9. მტევანი, 10. ნეკი, 11. უსახელო თითი, 12. შუა თითი, 13. საჩვენებელი თითი, 14. ცერი, 15. კისერი, 16. წარბი, 17. წამწამი და თვალის კაკალი, 18. სახე, 20. ყბა, 21. ენა, 22. ყლაპვა (ბრეიზიეს დასახელებული წიგნიდან)

ამრიგად, ნერვის მოქმედება ყოველთვის არ ეტევა „სტიმულ-რეაქციის“ ფარგლებში. ეს ნერვის ელემენტარულ მოქმედებას დააკმაყოფილებდა, მაგრამ, გარდა ამისა, ცნობილია მისი გაცილებით უფრო რთული აქტივობა და სტიმულაციის აგრეთვე რთული სახე-

ები. სტიმულის საპასუხოდ მიღებული რეაქცია უწყვეტობით არ ხასიათდება და სტიმულისა და რეაქციის მიმდინარეობა დროის მიხედვითაც ერთიმეორეს არ ემთხვევა. ცნობილია, რომ ნერვულ სისტემაში მიმდინარეობს იმპულსების სუმაცია, იგი როდის მიაღწევს ზღვრულურ ოდენობას წინასწარ არ არის ცნობილი. ეს ძენს სტიმულზე ორგანიზმის საპასუხო რეაქციას ინდივიდუალურ თავისებურებას.

სტიმულზე უშუალო ხასიათის პასუხს არც ივ. პავლოვის ცდებში ვნახულობთ. იგი აფერენტულ და ეფერენტულ გზათა ჩაკეტვით (замыкание) არის განსაზღვრული. ორგანიზმი სტიმულზე რომ უშუალოდ იძლეოდეს პასუხს, მისი მდგომარეობის მონაწილეობის გარეშე; მაშინ იგი ახლის შექმნის შესაძლებლობას მოკლებული იქნებოდა.

### 3. ინფორმაციის მიმღები ორგანოები

თავის ტვინი ორგანიზებულ იმპულსებს სენსორულ სფეროდან ღებულობს, რომელიც გრძნობის ორგანოებიდან იწყება და სენსორული ნერვების პროექციის ადგილის გავლით თავის ტვინის ქერქისაკენ მიემართება.

კანის რეცეპტორების მეტად უხვი კვანძებიდან ინფორმაცია სომესტეტიკური არეებისაკენ მიემართება, რომელთა სამყოფელი ადგილია ქერქის პოსტცენტრალური ხვეული<sup>1</sup>.

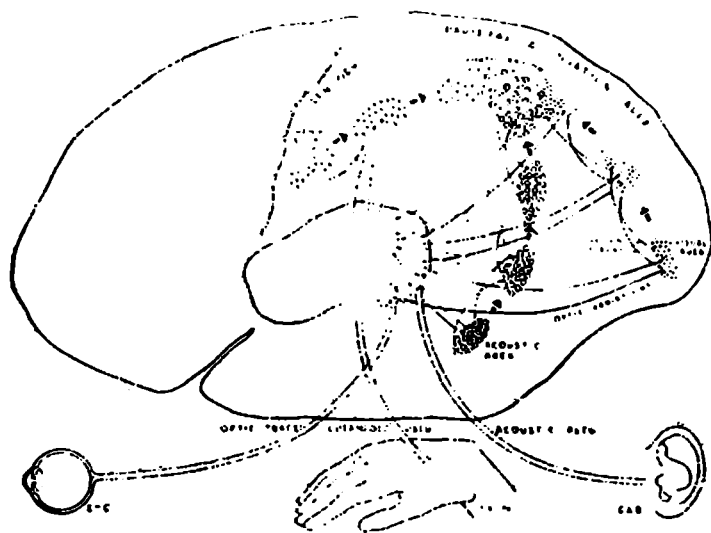
პირის ღრუს ზედა ნაპირიდან, ცხვირის ღრუდან, თვალის კაკლებიდან, ფასციებიდან და ტვინის მაგარი გარსიდან ინფორმაცია ტრიგემინალური გზებით შემოდის თავის ტვინის სათანადო ნაწილში.

ბგერების გამომწვევი ჰაერის ტალღა გარე ყურში გავლით შემოდის ლოკოკინაში, რომელიც წარმოადგენს ამ შეგრძნებათა ტრანსფორმაციის სენსორულ ორგანოს. აქედან ეს წინასწარგარდაქმნილი ინფორმაცია სმენის ნერვს საფეთქლის ხვეულისაკენ მიაქვს.

წონისა და წონასწორობის შესახებ ინფორმაცია ვესტიბულარული აპარატიდან მიემართება შუა ტვინისაკენ. ვესტიბულარული აპარატის ფუნქციონალურ მდგომარეობაზე და მოკიდებული ავტომატური კონტროლი სხეულის პოზაზე, მის წონასა და წონასწორობაზე.

<sup>1</sup> საილუსტრაციოდ გამოყენებული სურათები კაპეის გამოკვლევებიდანაა მოყვანილი, რომელიც დამოწმებულ წყაროებს შორის არის დასახელებული.

თვალი ინფორმაციის ყველაზე მნიშვნელოვანი ორგანოა. რომლის ბადურაში უხვადაა გაბნეული სურები და ჩხირები. სურები დღისა და ჩხირები ღამის სინათლის მიმღები რეცეპტორებია. პირველში როდოფსინი და მეორეში კოროტინია მოთავსებული. ამ ფოტომგრძობიარე ნივთიერებაში შეუწყვეტლად მიმდინარეობს დაშლა და აღდგენა, რასაც თან სდევს ნერვული იმპულსის აღმოცენება. ეს იმპულსები ბიოლარულ უჯრედებში გროვდება. ვიდრე მხედველობის ნერვის მეშვეობითა და ბადურის განგლიოზურ უჯრედებში გავლით ორივე მიმართულებით არ შემოვა ტვინის ოქციპიტალურ არეში, სადაც წარმოდგენილია თვალის ბადურის ყველა წერტილი.



სურ. 7

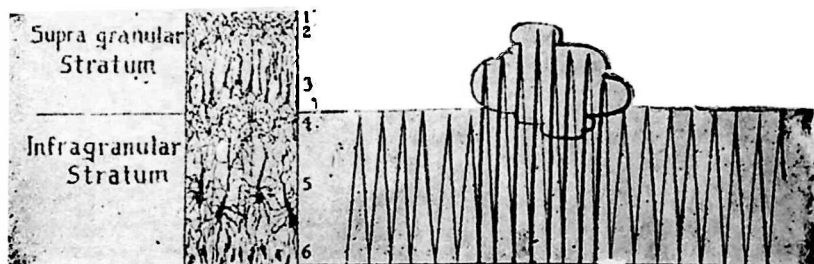
მარცხენა ჰემისფერო. აქ ნაჩვენებია სმენის, მხედველობის, სიმპს-ტეტიკურა ინფორმაციის ქერქული არეები

აფერენტული გზით მიმავალი იმპულსები უშუალოდ არ შედის ქერქში. იგი ჯერ თავს იყრის მხედველობის ბორცვში, ასე ფიქრობენ დღემდე, მაგრამ უკანასკნელი წლების გამოკვლევის მიხედვით, ამ როლს მხედველობის ბორცვის მისადგომებთან მდებარე ტვინის ღეროს მიაწერენ. ამ შუა სადგურის გავლით მიემართება ინფორმაცია ქერქისაკენ და, როგორც ქვემოთ ვნახავთ, აქ ადგილი

აქვს აფერენტული იმპულსის შეკრებას და ქერქის სათანადო პუნქტისაკენ მისთვის გზის ჩვენებას.

#### 4. ქერქის მიკროსკოპული სტრუქტურა

ტენში შემოსული ყველა ინფორმაცია თავის საბოლოო სახეს ქერქში იძენს, რომელიც საკმაოდ დიფერენცირებული ექვსი შრისაგან შედგება. აქვე ვნახავთ ორ საერთო შრეს, რომელიც ერთმანეთისაგან გამოყოფილია მარცვლოვანი უჯრედებით. მთავარ რეცეპტორულ ფენას წარმოადგენს შინაგანი მარცვლოვანი შრე. აქ შემოდის მხედველობის ბორცვიდან წამოსული ბოქკოები, რომლის უჯრედები მორჩებს უგზავნის ორივე შრეს. აფერენტული იმპულსები ქერქში მარცვლოვანი შრის მეშვეობით შემოდის და შემდეგ ვრცელდება ქერქის ორივე ფენაში.

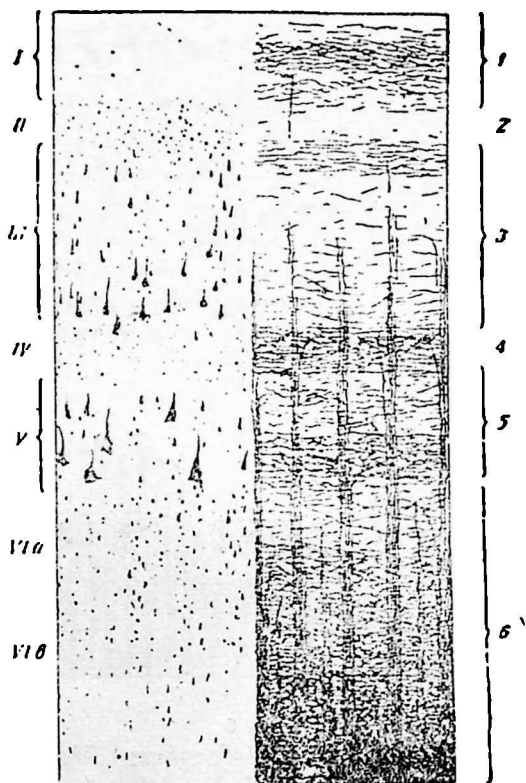


სურ. 8

ინფრაგრანულარულ და სუპრაგრანულარულ შრეთა რეგულაცია: მე-4 შრე რეცეპტორული, იგი შინაგანი გრანულარული შრეა, თითოეული ტალა უჯრედის გადატვირთვის მაჩვენებელია, რომელიც შეიძლება როგორც ერთ ისე მეოთხე შრეში ერთდროულად მიმდინარეობდეს

ინფრამარცვლოვანი ანუ ინფრაგრანულარული შრე ორი — მე-5 და მე-6 ღრმად მდებარე ფენისაგან შედგება, რომელიც ძუძუმწოვრებშია კარგად განვითარებული. მეხუთე შრის უჯრედებიდან იწყება ქერქულთალამური ბოქკოები, რომლებიც გაიარს თალამუსის ბირთვში. ქერქიდან უკუთალამუსის ბირთვისაკენ იმპულსის გადასროლა წარმოადგენს ინფრაგრანულარული შრის ერთ-ერთ ძირითად ფუნქციას. აქ უნდა ვეძიოთ, ალბათ, ალფა რითმის წარმომშობი წყარო, როგორც ამის შესახებ გ. ბერგერს აქვს მითითე-

ბული. ინფრაგრანულარული შრიდან იღებს სათავეს დამუხლული-სხეულის ასოციაციური ბოქვოები.



სურ. 9

თავის ტვინის ქერქის აგებულება. უჯრედებისა და მიელინური ბოქვების განაწილება

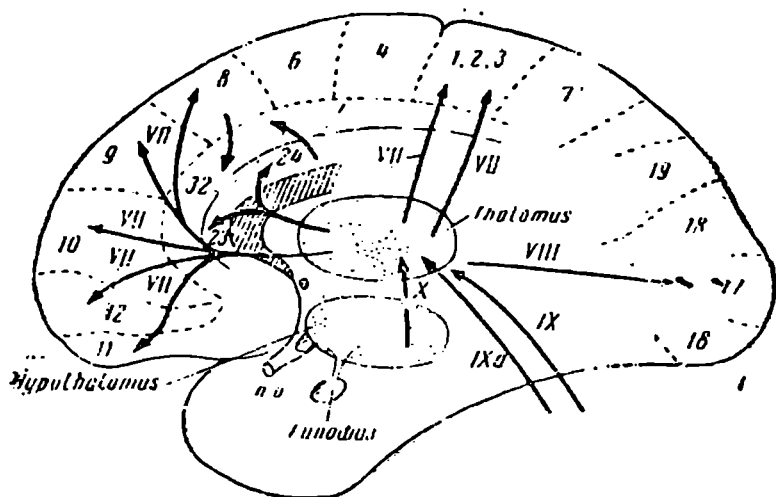
სუპრაგრანულარული შრე 1, მე-2, მე-3 ფენისაგან შედგება, აქედან უჯრედებით მდიდარია მე-2 და მე-3 ფენა. იგი თავისი განვითარების უმაღლეს საფეხურს ადამიანებში აღწევს და ბოქვოებს შინაგანი მარცვლოვანი შრიდან ლებულობს. მისი უჯრედები ბოქვოებს რადიალურად გზავნი, რომლებიც ქმნიან ასოციაციურ კვანძებს. სუპრაგრანულარული შრის დანიშნულებას შეადგენს აგზნების ქერქის ზოგიერთ ზონაში გავრცელება. ამ უჯრედების დაზიან-





ნებთ იმას, რომ მხედველობის ბორცი წარმოადგენს ხიდს, რომელიც ქერქსა და ქერქქვეშა კვანძებს შორის მდებარეობს.

აქვე შეგვიძლია აფერენტული სპეციფიკური გზის ტრექტორიის ჩვენება. ოპტიკური ტრაქტი ბადურიდან დამუხლული სხეულის ლატერალურ ბირთვში გავლით შედის ოქციპიტალურ ქერქში. აქუსტიკური გზა დამუხლული სხეულის მედიალური ბირთვით დაკავშირებულია საფეთქლის ხვეულთან. კანიდან მომავალი გზა კანის ზედაპირიდან და პროპრიოცეპტორების გზა კუნთის სენსორული ორგანოებიდან, ფასციიდან, სახსრის რეცეპტორებიდან წინა ცენტრალურ ბირთვში გავლით შემოდის პოსტცენტრალურ ხვეულში. ტრიგემინალური გზა სახიდან იწყება და უკავშირდება ქერქის ქვედა პოსტცენტრალურ ხვეულს. ორალური, ხახის, ენტერალური ნერვები თავდება ცენტრალურ ბირთვში, რომელიც ბოქკოებს თალამუსისკენ და აქედან ქერქისკენ გზავნის.

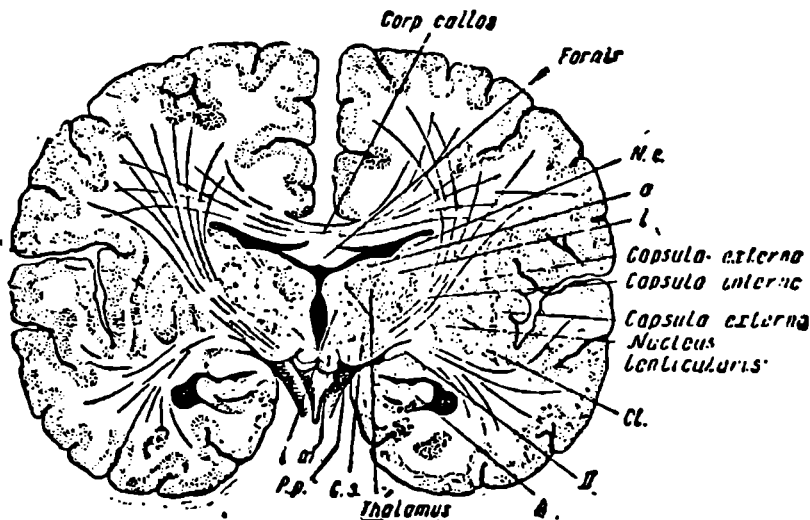


სურ. 11

მხედველობის ბორციდან გამავალი გზების კავშირი თავის ტვინის ქერქის ველებთან. პრეფრონტალური ქერქის 8, 9, 10, 11, 12 ველთან არის დაკავშირებული თხემის 1, 2, 3 ველთან, კეფის — 17 ველთან

თალამუსის ბირთვებს შორის კავშირი და თვითონ თალამუსის ქერქთან კავშირი ასოციაციური გზებით ხორციელდება. ახლა არავინ ფიქრობს, რომ ასოციაციურ გზებს კავშირი არ ჰქონდეს სენსორულ გზებთან და ბირთვებთან. დამუხლული სხეულის ლატერალ-

ლური ბირთვი არის სტრიალური ქერქისა, კენ ვიზუალური ინფორმაციის გადამცემა სადგური. ამის ანალოგიურად მოქმედებს დამუხლული სხეულის მედიალური ბირთვი, რომელიც ინფორმაციას გადასცემს საფეთქლის სხეულს. სხეულის სხვა ნაწილიდან წამოსული ინფორმაცია ვენტრალურ ბირთვთანაა დაკავშირებული. ეს არის.



სურ. 12

თავის ტვინის ნახევარსფეროებისა და ფრანკალური და ოფიციალური ნაწილების დამაკავშირებელი გრძელი და მოკლე ასოციაციური ბოქვები.

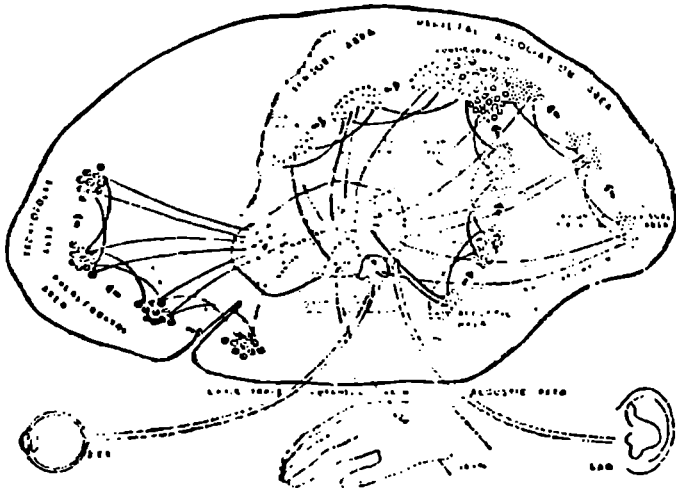
რელების ტიპის სადგური. როგორც პაპეცი აღნიშნავს, რომელიც ქერქის პოსტცენტრალურ სხეულს გადასცემს კანიდან და პროპრიოცეპტორებიდან წამოსულ ინფორმაციას. დიდ წინალატელარულ ბირთვს კავშირი აქვს ქერქის პოსტცენტრალურსა და პარიეტალურ არეებთან.

აქედან ცხადია, რომ მხედველობის ბორცვის ასოციაციური ბირთვები დაკავშირებულია თავის ტვინის დიდი ნახევარსფეროების ასოციაციურ უბნებთან. რომლის გავლით შეუძლია ქერქში მოხედეს სენსორული პუნქტებიდან წამოსულ ინფორმაციებს.

ზემოხსენებული რევერსიული პროცესის ქერქისკენ და თალამუსისაკენ მიმდინარეობა იწვევს ქერქში ისეთი მოვლენების აღმოცენებას, როგორიცაა: შეკავება, ჩაქრობა, კონფლიქტი. ყოველ ძლი-

ერ მოთხოვნისას, რომელიც შეცვლილი სიტუაციის ნიადაგზე აღმოცენდება, შეუძლია შეაჩეროს და შეწყვიტოს ან შეაფერხოს მის წინმსწრობი მოქმედება. ახალ სიტუაციასთან შეგუებისათვის პირობის შექმნა არის სწავლის დასაწყისი, რომელშიც ნახევარსფეროების ყველა უბანი იღებს მონაწილეობას. ეს სრულიად არ გამოირიცხავს სხვებთან შედარებით პარიეტალური ქერქის მეტ დაინტერესებას.

დიდ ნახევარსფეროს ზვეულები ფრონტალური, ტემპორალური, ოქციპიტალური და პარიეტალური გრძელი და მოკლე ნერვული გზებითაა დაკავშირებული და როგორც ინტეგრირებული მთლიანი განაგრძობენ მოქმედებას.



სურ. 13

მარცხენა ნახევარსფერო გეიჩენებს მხედველობის ბორცვის მედიალური ბირთვის კავშირს შუბლის ქერქთან

ფრონტალური ცერებრალური მექანიზმი ტრანსთალამური გზითაა დაკავშირებული თალამუსის ბირთვთან იმ ქერქული ბოჭკოებით, რომელიც pulvinar-სა და შუა ტვინს შორის მდებარეობს. მედიალური ბირთვი თავის მხრივ დაკავშირებულია ფრონტალურ ქერქთან და აქვე შეიძლება ვნახოთ რევერსიული ინერვაცია ქერქიდან თალამუსისაკენ.

აგზნება მედიალური ბირთვის ლატერალურ ნაწილში მეზობელე ასოციაციური ბირთვებიდან შემოდის, განსაკუთრებით pulvinar-

იდან. სენსორიუმის აგზნება, რომელიც საფუძვლად უნდა ედოს აღქმასა და მოგონებას, დასაბამს ფრონტალური ქერქიდან და თალამუსის მედიალური ბირთვიდან უნდა იღებდეს, თან მათი მოქმედება, როგორც პაპეცი მიუთითებს, გლობალურია, არასენსორული და არასპეციფიკური.

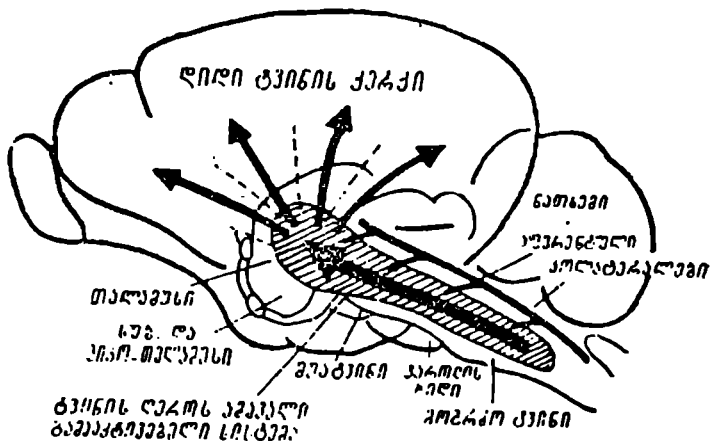
## ნ. რეტიკულარული (ბადებრივი) ფორმაცია და ქერქი

რეტიკულარული ფორმაციის მდებარეობის ადგილია ტვინის ის ნაწილი, რომელიც მხედველობის ბორცვს ემიჯნება. ამჟამად საბოლოოდ დადგენილად უნდა ჩაითვალოს, რომ პერიფერიიდან ცენტრისაკენ იმპულსი ორი — სპეციფიკური და არასპეციფიკური — გზით მიემართება. ორივე ეს გზა რეტიკულარული ფორმაციის განლაგების ადგილზე შემოდის მოგრძო ტვინში და, რასაკვირველია, თან მოაქვს სათანადო ინფორმაცია, რომელიც შემდეგ გადაეცემა თალამუსს და აქედან შედის ქერქში. შეიძლება ამ შემთხვევაში არა ნერვული, არამედ ჰუმორალური გზა სარგებლობდეს გადამწყვეტი მნიშვნელობით, ვინაიდან დადგენილია, რომ ადრენალინი და ნახშირორჟანგი რეტიკულარული (ბადებრივი) ფორმაციის გამააქტივებელ მძლავრ ჰუმორალურ აგენტს წარმოადგენს.

მეგუნიისა და მარუციის გამოკვლევებიდან (1944, 1946 წწ.) ჩანს, რომ ტვინის ღეროს ბადებრივი ფორმაციის პირდაპირი გაღიზიანება ელექტროდენით იწვევს დიდი ტვინის ქერქში მეტად მნიშვნელოვან ცვლილებას. ქერქის ელექტრონული აქტიობის რეგულარული და არარეგულარული ნელი რხევები ისპობა და მათ ნაცვლად მთელ ქერქში წარმოიშობა მცირე ამპლიტუდის სწრაფი რხევები. ერთი სიტყვით, ვითარდება ისეთი სურათი, რასაც ადგილი აქვს ელექტროენცეფალოგრაფიაში ძილიდან სიფხიზლის მდგომარეობაში გადასვლის დროს. ბადებრივი ფორმაციის დაზიანების შედეგად, მიუხედავად იმისა, რომ სპეციფიკური აფერენტული გზების მთლიანობა შენარჩუნებული იყო, ქერქის მდგომარეობა, პირველ ცდასთან შედარებით, მკვეთრად შეიცვალა, მისი აქტიურობა დაეცა და ცხოველს (რომელიც ცდაში მონაწილეობდა), განუვითარდა ხანგრძლივი ძილის ან კომატოზური მდგომარეობა. ელექტროენცეფალოგრაფიაში აღნიშნული იყო ძილის მდგომარეობისათვის დამახასიათებელი ნელი რხევების სიჭარბე.

ამ ფაქტების საფუძველზე გამოტანილია დასკვნა, რომ ბადებრივი ფორმაცია წარმოადგენს ქერქის მიმართ აღმავალ გამააქტივებელ სისტემას, ვინაიდან, როგორც დავინახეთ, ტვინის ქერქის „ფხი-

ზელი“, გააქტივებული მდგომარეობა, მისი მზად-  
ყოფნა ყოველგვარი გაღიზიანების მისაღე-  
ბად, როგორც ამ საკითხის მკვლევარებია დარწმუნებული, დამოკი-  
დებული ჩანს, ბადებრივი ფორმაციიდან აღმავალ იმპულსზე. აქე-  
დან იგზავნება იმპულსები, რომელიც ქერქს საშუალებას აძლევს  
შეინარჩუნოს აგზნების განსაზღვრული დონე.



სურ. 14

ბადებრივი ფორმაცია და მისი კავშირი დიდი ტვინის ქერქთან (სტარცი, ტილორი და მევენე)

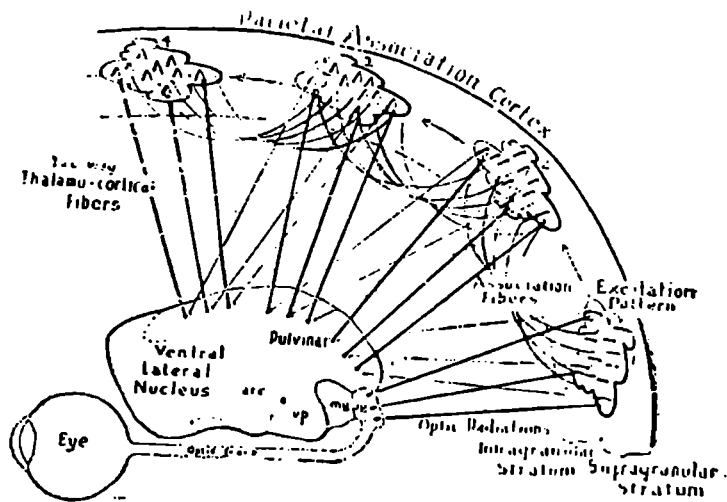
უკანასკნელად წარმოდგენილ იქნა ფაქტები, რომლის მიხედ-  
ვით გამაქტივებელი იმპულსები მიდის არა მარტო ბადებრივი ფორ-  
მაციიდან და ჰიპოთალამუსიდან ქერქისაკენ, არამედ აგრეთვე ქერ-  
ქიდან ბადებრივი ფორმაციისა და ჰიპოთალამუსისაკენ. იმპულსები  
მიემართება, როგორც ჟ. როსისა და ა. ცანკეტის და აგრეთვე ს. ნა-  
რიკაშვილის მასალებიდან ჩანს, ქერქიდან ბადებრივი ფორმაციისა-  
კენ, შემდეგ კი უკან — ბადებრივი ფორმაციიდან დიფუზური ქერ-  
ქის მთელი ზედაპირისაკენ.

ქერქია ამით დაინტერესებული თუ ორგანიზმი მთლიანად?  
ბადებრივი ფორმაციის აგზნებას, როგორც სპეციალურად ამ მიმარ-  
თულებით დაყენებული ცდის შედეგებიდან ირკვევა, თან სდევს  
ცვლილებები ვეგეტატიურ ბირთვებში, რაც ვეგეტატიურ ორგანო-  
ებსა და სისტემებში. შესაძინევ ცვლილებაზეა მითითებული სის-  
ხლში და პერიფერიული კაპილარების მხრივ.

ამრიგად, მოქმედება, რომელიც ბადებრივი ფორმაციის მონაწილეობით ყალიბდება, მასში არა მარტო ქერქის მდგომარეობა, არამედ მთელი სხეული. მისი სასიცოცხლო ძალები იღებს მონაწილეობას. ამის აღნიშვნას, როგორც ქვემოთ ვნახავთ, ჩვენი თვალსაზრისისათვის სრულიად განსაკუთრებული მნიშვნელობა აქვს.

## 7. უკუქცევითი კავშირები

ქერქსა და თალამუსს შორის ორმხრივი გზის არსებობა — ქერქიდან თალამუსისაკენ და თალამუსიდან ქერქისაკენ, საკმაოდ დიდი ხანია შემჩნეული იყო. ქერქში თალამუსის ბირთვი გზავნის იმპულს-

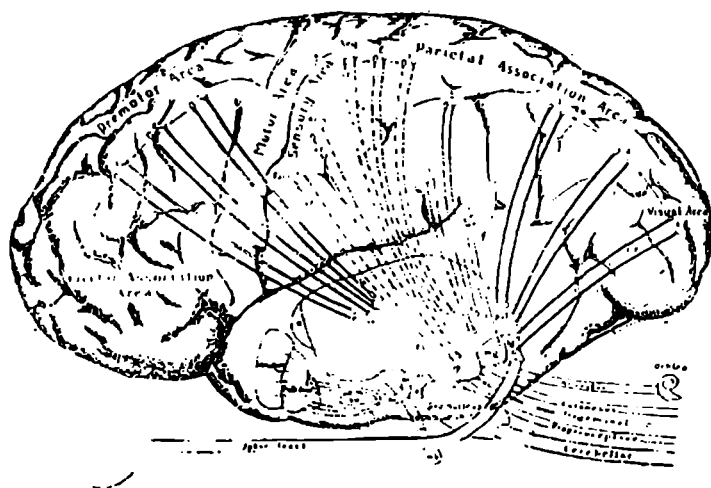


სურ. 15

ქერქისა და თალამუსის ბირთვებს შორის ორმხრივი კავშირი. აქვე წარმოდგენილია ქერქის სხვადასხვა სფეროს გამეორითანებული ასოციაციური ბოჭკოები

სებს, რომელიც შინაგანი მარცვლოვანი ფენიდან მიედინება ორივე შრის მიმართულებით. სუპრამარგინალური შრე ამ იმპულსს ასოციაციური ბოჭკოების საშუალებით გზავნის ქერქის სხვა უბნისაკენ. ინფრამარგინალური შრე თავის ბოჭკოებს უკან უგზავნის თალამუსს და, ამრიგად, მათ შორის მყარდება ორმხრივი მოქმედი ინფორმაცია (დიუსე და ბარენი და მაკ-კალოკი).

ქერქიდან თალამუსის ასოციაციური ბირთვისაკენ მიმავალი უკუქცევითი ინფორმაცია მიუთითებს იმპულსის ახალ წყაროზე, რომელიც ქერქიდან იწყება. ამის გაკეთებას ქერქი ვერ შეძლებს თუ აქტიური მდგომარეობა (აგზნების განსაზღვრული დონე) არ შეინარჩუნა. ამისთვის არსებობს, როგორც ეს ახლა ჩვენთვის ცნობილია, ბადებრივი ფორმაციის არასპეციფიკური გზა, რომელსაც ქერქი ისეთ დინამიკური მზაობის მდგომარეობაში გადაყავს, რომელიც მისკენ მიმავალი იმპულსების აღსაქმნელადაა საჭირო.



სურ. 16-

ტემპორალურ ნაწილში მოთავსებული მარცხენა ნახევარსფეროს მარცხენა მხარე თალამუსთან ერთად. წარმოდგენილია მზელვლობის ბორცვის სენსორული და ასოციაციური ბირთვები, მათი ორმხრივი კავშირი ქერქის ასოციაციურ სენსორულ სფეროსთან

მას შემდეგ, რაც ცნობილი გახდა დანიშნულება, რომელსაც ბადებრივი ფორმაცია ასრულებს იმპულსების ორგანიზაციის საქმეში, ცხადია, ცალკე ძიების საგანს არ შეიძლება წარმოადგენდეს ინდივიდის ქცევის ჩამოყალიბების ანატომიური და ფიზიოლოგიური საფუძველი. ქერქისა და ბადებრივი ფორმაციის ურთიერთობის შესახებ ზემოაღნიშნული სარწმუნო მასალას იძლევა იმის დასამტკიცებლად, რომ ქერქი არ არის პასიური ორგანო, გაყუჩებული უჯრედების გროვა, რომელიც ინდიფერენტულ მდგომარეობაში

ეგებებოდეს აფერენტული იმპულსების ანუ სენსორული ინფორმაციის მიღებას.

## 8. თავის ტვინის ბიოდენები

კუნთებში ბიოლოგიური წარმოშობის ელექტრული პოტენციალი გაღვანის დროიდანაა ცნობილი. დღეს გულის კუნთის მუშაობის (რითმული შეკუმშვის) შედეგად აღმოცენებული ბიოდენი საღვანოზო საშუალებად არის გამოყენებული. საბოლოოდ თავის ტვინის მიერ გამოყოფილი ბიოდენიც იქნა აღმოჩენილი და ბერგერის მიერ მისი ორი სახეა აწერილი: ალფა და ბეტა დენი. ორივე აქვე წარმოდგენილ ოსცილოგრამაშია გამოხატული.



სურ. 17

ალფა რითმის სახელით ცნობილია რითმული რხევის (ოსცილაციის) სინშირე. რომელიც შეიცავს წამში 8—12 ციკლს. უფრო ხშირი ოსცილაცია დამახასიათებელია ბეტა ტალღისათვის. ავადმყოფობის შემთხვევაში (ტვინის სინსიენე, სისხლის მიმოქცევის დარღვევა და ა. შ.) ელექტროპოტენციალის ნელი რხევაა შენიშნული, რომელიც წამში 2<sup>5</sup>—7 ციკლს შეიცავს და ეწოდება დელტა დენი.

ალფა რითმი თავის ტვინის კეფის წილშია კარგად გამოხატული და უშუალოდ დაკავშირებულია ცენტრალური ნერვული სისტემის ფუნქციონალურ მდგომარეობასთან. ალფა რითმი შესამჩნევ ცვლილებას განიცდის თვალის დახუჭვისა და გაღებისას, გონებრივი მუშაობის დროს, ყურადღების კონცენტრაციის შედეგად, ძილიდან ცხადი ცნობიერების მდგომარეობაში გადასვლასთან დაკავშირებით და, პირიქითაც. იგი იცვლება ადამიანის ემოციების ცვალებადობის მიხედვით. ამიტომ ალფა დენს ფსიქიკურ დენსაც უწოდებენ.

ელექტროენცეფალოგრამის მიხედვით, როგორც ეს საბჭოთა და უცხოეთის მეცლევართა ნაშრომებიდან ჩანს, შესაძლებელი აღმოჩ-



ნდა მსჯელობა ცენტრალური ნერვული სისტემის პირობით-რეფლექსური მოქმედების შესახებ. სულ უკანასკნელ ხანში ალფა რითმის მიხედვით ფიქსირებული მდგომარეობის დახასიათებაცაა ნაცადი. ირკვევა, რომ ხანგრძლივად შენახული კვალი (ფიქსირებული მდგომარეობა) გავლენას ახდენს ტვინში ბიოდენების მიმდინარეობაზე, ისინი პერიოდულად იცვლებიან, როგორც ეს მ. ბრეიზიუს აუტოკორექციის მეთოდით აქვს ნაჩვენები (პოტენციალთა რბევა სხვადასხვა დროს იყო შესწავლილი და ერთმანეთთან შედარებული).

ბიოდენი ნერვულ ბოქკოებში მიმდინარე იმპულსია, მაგრამ უცნობია ჩვენთვის ინფორმაციის შინაარსი, რომელიც მას მოაქვს. ერთი რამ ცხადია, ეს იმპულსი ნერვის აგზნების შედეგად აღმოცენდება და დღეს მისი ორი ფორმის გარჩევა არის შესაძლებელი. ერთი მათგანი ემორჩილება „სულ ან არაფრის“ კანონს, მისი აგზნებულობის პარამეტრი ყოველთვის ერთსა და იმავე სიმაღლეზე დგას და წარმოშობს მფეთქავი ხასიათის იმპულსებს, რომელიც პიკის სახელით არის ცნობილი. ამ იმპულსის გამტარებელი ნერვი, დიელექტრიკის მსგავსად, მიელინის გარსით არის დაფარული და მასში მოძრავი იმპულსი გზადაგზა არ იკარგება, არც მეზობლადმდებარე ნერვულ ბოქკოებს გადაეცემა. თითოეული ინფორმაცია ნერვის ლეროში მტკიცედ არის კოდირებული, რომლის მიმდინარეობაში არ აღინიშნება შეფერხება. ეს უფლებას იძლევა გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ საქმე უნდა გვექონდეს არ ხ ი ს ე უ ლ ნერვულ იმპულსთან.

ჩვენთვის ცნობილია აგრეთვე ნერვული პროცესის მეორე სახე, რომლისთვის გრადუალური მოქმედება არის დამახასიათებელი. ამ შემთხვევაში „სულ ან არაფრის“ კანონი ძალაში არ შედის, პირობით, ნერვული პროცესი ნელი ტემპით მიმდინარეობს, ასევე თანდათანობით ვრცელდება ნერვის გასწვრივ, იქვე მეზობლადმდებარე ნერვულ აგრეგატს გადაეცემა და ისიც მოყავს აგზნებაში. მის ძირითად თავისებურებას შეადგენს ის, რომ იგი აგზნების ჩაქრობის შემდეგაც განაგრძობს არსებობას და წარმოშობს ს ტ ა ც ი ო ნ ა რ უ ლ ი ა გ ზ ნ ე ბ ი ს კ ე რ ა ს, რომელიც თავისებურ დაღს ასვამს მომდევნო იმპულსის მიმდინარეობას. ამ ნერვული იმპულსის მოქმედებას ფეთქვა არ ახასიათებს. იგი ნელი ტალღებით ვრცელდება და სხვადასხვა სიმაღლე და ფორმა აქვს. ამ შემთხვევაში უთუოდ ტ ა ლ დ ი ს ე უ ლ ნ ე რ ვ უ ლ პროცესთან გვაქვს საქმე.

ოსცილოგრაფის საშუალებით მიმდინარეობს, ა. ნ. ბერნშტიინის აზრით, ამ ტალღისებრი ნერვული პროცესის რეგასტრაცია.

რომელსაც თავის ტენის ბიოდენი ეწოდება. ბიოდენის კონფიგურაცია. მისი სიხშირე სრულიად არ პოულობს მსგავსებას ნერვულ იმპულსთან, რომელიც „სულ ან არაფრის“ კანონის მიხედვით მოქმედებს. ჩვენთვის ჭერჯერობათ არ არის ცნობილი რა როლს ასრულებს ბიოდენი ტენის მარეგულირებელ მოქმედებაში, მაგრამ არსებობს გარკვეული მითითება. მისი მოქმედება დაუწყავშიროთ ტენის რეტიკულარულ ფორმაციას, რომლის ძირითად დანიშნულებას შეადგენს ტენში გადამწოდი (LATHAM), ე. ი. გრძნობის ორგანოების მიერ გადაცემული იმპულსების მართვა.

### 9. უკუქცევითი ინფორმაცია და ავტომატური მართვა.

სერვომექანიზმებით აღჭურვილ ავტომატებში სრულიად განსაკუთრებული ადგილი აქვს დათმობილი უკუქცევითი ინფორმაციისათვის აუცილებელ მექანიზმს, რომელიც შეადგენს ამ მანქანის ბუფერულ სისტემას. შეიძლება მართალიც იყოს მტკიცება იმის შესახებ, რომ ეს ცნება ტექნიკური მეცნიერებიდან გადატანილია ფიზიოლოგიაში, სახელდობრ, რა სახის მოვლენის შესახებ არის მსჯელობა, ამის შესახებ სწორი წარმოდგენა უატის რეგულატორის გაცნობას შეუძლია.

მეორე მსოფლიო ომში აღამიანთა ისეთი გამანადგურებელი იარაღების გამოყენებამ, როგორცაა რაკეტები, ტორპედები, თვითმფრინავთა საწინააღმდეგო ყუმბარები არაჩვეულებრივი სისწრაფით წასწია წინ ავტომატური მართვისათვის განკუთვნილი მექანიზმების განვითარება. ამას ხელი შეუწყო აგრეთვე არაჩვეულებრივმა მიღწევებმა, რომელსაც ელექტრონიკის სფეროში აქვს ადგილი. საბოლოო შედეგში დღეს აღამიანის განკარგულებაშია თვითშეგუებისა და თვითმართვის უნარით აღჭურვილი მანქანები, რომლის მსგავსი კაცობრიობის განვითარების ისტორიას არ ახსოვს.

უკუქცევითი კავშირი, როგორც ნიქვა, სტაბილურობას ძენს მანქანის მოძრაობას და ამით მას კიდევ უფრო მეტად უახლოებს ორგანიზმს.

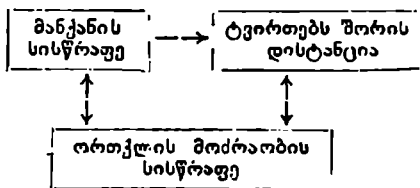
ვინერის თქმით, ამ კავშირის სახით ისეთ მექანიზმთან გვაქვს საქმე, რომელიც ორგანიზმისა და მანქანის მოქმედების საერთო საფუძველს წარმოადგენს.

ორთქლის მანქანა ორ ტვირთს ამოძრავებს, რომლებიც ცენტრისაკენ მიმავალი ძალის ზეგავლენით სულ უფრო მეტად და მეტად შორდებიან ერთმანეთს. მათი დაშორება მექანიკურად მართავს ონკანის მოქმედებას, ხოლო ონკანის მდგომარეობა — მანქანაში ორთქლის შემოსვლას. ტვირთს ონკანთან ისეთი კავშირი აქვს, რომ მანქანის სისწრაფის მომატებას თან სდევს ორთქლის შემოსვლის შემცირება. თუ რაიმე მიზეზის შედეგად მანქანის სისწრაფემ

იკლო, მაშინ ტვირთის მოძრაობის აჩქარებით მანქანას პირვანდელა-სისწრაფე უბრუნდება.

ასეთივე აგებულება აქვს თერმოსტატს. აქაც აბაზანის გაცივება, რომელიც სითბოს ამწვევი ონკანისათვის წარმოადგენს ამოქმედების სიგნალს, იმდენ სითბოს უშვებს, რომ ტემპერატურა თავიდანვე განსაზღვრულ დონეზე დგება. თერმოსტატის, როგორც გარკვეული სისტემის აპარატის მოქმედება ამ სახით იქნეს სტაბილობას, რასაც ეშმა მიაქცია განსაკუთრებული ყურადღება.

როგორც უატის რეგულატორის განხილვამ გვიჩვენა, აქ მიზენისა და შედეგის ჯაჭვი ჩაკეტილია. თუ წარმოვიდგენთ, წერს ეშმა, რომ A-ს პირდაპირი გავლენა აქვს B-ზე. ან მისი მოქმედების მოშლას იწვევს, მაშინ მათ შორის კავშირი შეიძლება ასეთი სიმბოლოებით გამოვსახოთ:  $A \rightarrow B$ . ამ სიმბოლოს მიხედვით უატის რეგულატორის კონსტრუქციის დიაგრამა იქნება:



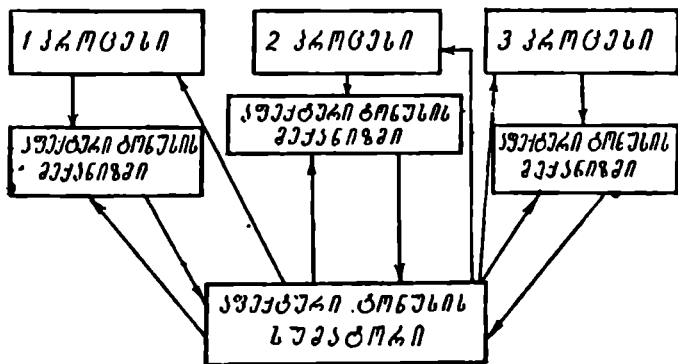
სქემა 6

A-სა და B-ს ურთიერთობის მიხედვით შეგვიძლია გამოვიკვლიოთ არა მარტო პროცესის  $A \rightarrow B$  სახით მიმდინარეობა, არამედ აგრეთვე  $B \rightarrow A$ . თუ ვნახეთ, რომ ამ შემთხვევაშიაც კანონზომიერ ცვლილებას აქვს ადგილი, მაშინ საქმე გვქონია ორმხრივ მოქმედ პროცესთან  $A \rightleftharpoons B$ . თუ A-ს აქვს B-ზე უშუალო გავლენა, ხოლო B-ს A-ზე, ეს გვიჩვენებს მათ შორის არა ერთმხრივი, არამედ ორმხრივი კავშირის არსებობას.

ამ სახის კავშირზე აგებულ სისტემებს რადიონეინრებო „ფილბეკ“-ს უწოდებენ, რაც ნიშნავს, ამ სიტყვის პირდაპირი მნიშვნელობით. „უკუქცევით კვებას“. აქედან ცხადია, მოვლენა, რომლის აღწერას აქ ვეხებით, ყოველ შემთხვევაში ისეთივე ძველია, როგორც ჯემს უატის რეგულატორი.

უკუქცევითი კავშირი, სხვა დანარჩენი მექანიზმის მსგავსად, თანახმად ვინერის მითითებისა, საჭიროებს მოქმედებაში მომყვან წყაროს. ასეთად მიაჩნა მას აფექტური ტონუსი. ამ ცნების შემოტანის აუცილებლობაზე, როგორც ჩანს, ვინერი მიუყვანია ივ. პავლოვის პირობითი რეფლექსის გაანალიზებას. პირობით სიგნალზე,

ნერწყვის გამოყოფაში ტკივილიც იღებს მონაწილეობას და ცხოველიც ყოველთვის მიმართავს თავდაცვის ღონისძიებას. ამრიგად, „პირობით რეფლექსში მონაწილეობს ელემენტი, წერს ვინერი, რომელსაც შეიძლება აფექტური ტონუსი ვუწოდოთ. ეს ტონუსი არ არის აუცილებელი თან ახლდეს კმაყოფილებისა და ტკივილის ყოველ შეგრძნებას, ან კიდევ ცხოველისათვის ხელსაყრელ ქცევას“. არსებითია აქ ვინერის მითითებით ის რომ, „აფექტური ტონუსი გაირბენს უარყოფითი მნიშვნელობის („ტკივილი“) და დადებითი მნიშვნელობის („კმაყოფილების“) შკალას. აფექტური ტონუსის მომატება გარკვეული დროის განმავლობაში უცვლელად რჩება, იგი ამით ხელს უწყობს ნერვულ სისტემაში მიმდინარე პროცესების უკეთ გაფორმებას, ეს უკანასკნელი თავის მხრივ ხელშეწყობს აფექტური ტონუსის აწევას“.



სქემა 7

ამ სქემის განხილვას მიზნად აქვს გვიჩვენოს სუმატორში თითოეული აფექტური ტონუსიდან სიგნალების დაგროვების მიმდინარეობა. აქედან გამომავალი გზები კავშირს ამყარებენ აფექტურ მექანიზმებთან და ცალ-ცალკე ემსახურებიან იმას, რომ იქ მომხდარი ცვლილების შესატყვისად შეიცვალოს თითოეული პროცესის შინაგანი ტონუსი, დარჩეს ამ მდგომარეობაში მანამ, სანამ ახალი სიგნალი არ იქნება სუმატორიდან მიღებული. ამგვარად წარმოებს, ვინერის აზრით, მანქანასა და ორგანიზმში პროცესების მიზანშეწონილი მიმდინარეობა.

შეიძლება აქვე ვიკითხოთ. რამდენად გამართლებულია ასეთი მექანიზმის არსებობა დროებითი კავშირების გვერდით?

უმალღესი ნერვული მოქმედების ფიზიოლოგიაში ამ საკითხს შეეხო ივ. პავლოვის ცნობილი მოწაფე პ. ანოხინი. როგორც ვი-

ციტ, პირობით სიგნალზე გამოყოფილი ნერწყვის ქიმიური შედგენილობა სავსებით ემთხვევა ბუნებრივი შიმშილის დროს გამოყოფილ ნერწყვს. მშრალ საკმელზე ძალი თხიერ ნერწყვს გამოყოფს, ხოლო თხიერი საკმელით კვების შემთხვევაში პირობით სიგნალზე სქელი ნერწყვის გამოყოფას აწარმოებს. ბუნებრივად დაისევა კითხვა, საიდან შეიძლება ცოდნოდა ცხოველს რომელ პირობით სიგნალზე რანაირი შემადგენლობის ნერწყვია საჭირო? ანოხინის აზრით, ასეთ შემთხვევებში განსაკუთრებული წვლილი უდევს განმამტკიცებელ ცდას, მაგრამ ამ გარემოებისათვის ივ. პავლოვს ყურადღება არ მიუქცევია და არც დაუნახავს საჭიროდ ამის მიხედვით თავის რეფლექსურ თეორიაში რაიმე ცვლილება შეეტანა.

ამ მიმართულებით ნაბიჯის გადადგმის აუცილებლობა კიდევ უფრო საგრძნობი გახდა, წერს ანოხინი, ორი სახის აფერენტული იმპულსის არსებობამ: 1) ასამუშავებელი (ИССКОИИЯ) აფერენტაციისა და 2) გარემოპირობების (ОБСТАНОВОЧИИЯ) აფერენტაციის, რომელიც წარმოადგენს როგორც ექსპერიმენტული გარემოდან, ისე წარსულში გამღიზიანებლებიდან მიღებული იმპულსების ერთიანობას. ამ აფერენტაციათა მოქმედებაზე დაკვირვება გვიჩვენებს, რომ ცხოველის ორგანიზმში გარკვეული სახის დომინანტა არის. ჩამოყალიბებულა, რომელიც ფარულად განაგრობს არსებობას და წინ უსწრებს პირობითი რეფლექსის შემუშავებას (ხაზი ჩემია. ი. ბ.). იგივე ანოხინის მითითების მიხედვით, ირკვევა, რომ დომინანტის ასეთი თავისებურება როგორც ივ. პავლოვის, ისე მისი მოწაფეების მიერ ცნობილი ყოფილა, მაგრამ ეს არსებითი მნიშვნელობის ფაქტი არ გამხდარა მათი საგანგებო მსჯელობის საგანი.

არსებობს ტვინის ბიოდენების გამოკვლევა, რომლის შედეგად ანოხინს გამოტანილი აქვს დასკვნა, რომ პირობით-რეფლექსური რეაქციის შემუშავებამდე ქერქში ადგილი აქვს აწეული აგზნებადობის ჩამოყალიბებას, რომელიც ისეთივე ხასიათის პირობას ქმნის, რაც ჩვენთვის ფარული დომინანტის თავისებურების გაცნობიდანაა ცნობილი. ქერქში აწეული აგზნებადობის კერის არსებობა არის იგივე ფარული დომინანტის არსებობა, რომელიც წარმოადგენს, ანოხინის აზრით, „აფერენტული სინთეზის“ შედეგად აღმოცენებული ნერვული სისტემის აქტიურ მდგომარეობას.

როგორ დახასიათებას აძლევს ეს ცნობილი ფიზიოლოგი მოქმედების ამ აკცეპტორს, ამის შესახებ მომდევნო თავში გვექნება მსჯელობა.

თავი მეექვსე

## ორგანიზმი და განწყობა

### 1. ქცევა და მძლოლის პრობლემა

ქცევის მძლოლის პრობლემა წყდება ნევრიზმის პოზიციიდან იმ ფიზიოლოგიური პროცესების (აგზნება, შეკავება, ინდუქცია) შესწავლით, რომელიც ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში წარმოიშობა და რომლის მონაწილეობით ხორციელდება ქცევის ყოველი აქტი. იგი გულისხმობს, რომ ქცევის მძლოლია ტვინი, ის უძღვის და განაგებს ქცევის მიმდინარეობას: რაც შეეხება თვითონ თავის ტვინს: მის ქერქულ აპარატს, მას მმართველ და ხელმძღვანელი არ სჭირდება. აქედან ცხადია, რომ ქცევის მძლოლის პრობლემით დაინტერესებული მკვლევარი უნდა დაკმაყოფილდეს იმ ძირითადი ფიზიოლოგიური პროცესების ცოდნით, რომელიც ქცევის განხორციელებისათვის არის აუცილებელი.

ეს ისეთი თვალსაზრისია, რომელიც თვითონ თავის ტვინს და მასში მიმდინარე ქერქულ პროცესებს იხილავს ინდივიდისაგან, ორგანიზმისაგან იზოლირებულად. ორგანიზმის მოქმედებისათვის დაშახსიათებელ კანონზომიერებათა გარეშე. ეს, რასაკვირველია არ არის კიბერნეტიკული მეცნიერების მიერ დასახული გზა, რაც შემდეგიდანაც ჩანს.

თანამედროვე სწრაფგამომთვლელი ელექტრონის მანქანა, შეიძლება ითქვას, რომ ტვინია, რომელსაც იმავე ოპერაციების შესრულება აქვს დაკისრებული, რასაც ადამიანის ტვინი აკეთებს მათემატიკური ამოცანის გადაწყვეტის შემთხვევაში. მაგრამ არ იქნება მართებული აქედან გავაკეთოთ დასკვნა, თითქოს ამ მანქანის გამკეთებელს არ სჭირდებოდეს ორგანიზმის თავისებურებათა მხედველობაში მიღება, თუნდაც იმის გამო, რომ სწრაფგამომთვლელ ავტომატს ელექტრონულ ენერგია სჭირდება მოქმედებაში მოსაყვანად და ოპერაციების შესრულებისათვის მზა პროგრამა. აქედანაც ცხადია, რომ მართო ტვინის ცოდნა არ ყოფილა საკმარისი. ადამიანის ტვინისთვის პროგრამას ორგანიზმი, ცოცხალი არსება ადგენს, ასამოქმედებელ ენერგოასაც იგი აქედან იღებს. ერთი სიტყვით: სწრაფგამომთვლელი ავტომატი არასოდეს არ იქნება სრულყოფილი, თუ მისმა გამკეთებელმა მხედველობაში არ მიიღო ტვინთან ერთად ორგანიზმის თავისებურება.

ტვინს უთუოდ აქვს ისეთი რამ, რაც მას უადვილებს ურთულესი მათემატიკური პრობლემის გადაჭრას და, მაშასადამე, იმის უფლებაც გვაქვს ვიფიქროთ, რომ მისი აგებულება შეგუებულია მათემატიკურ ოპერაციებთან. შეიძლება ტვინი გავდეს მანქანას, რომელსაც კიბერნეტიკოსი იყენებს თავისი მიზნისთვის, სხვაგვარად ვინერი, ალბათ, ვერც მოახერხებდა ელექტრონული მორთულობის ისე გამოყენებას, რომ აეგო სწრაფგამომთვლელი მანქანა. ამით არწყდება ჩვენ მიერ დასმული პრობლემა, ვინაიდან ერთია მათემატიკურად ააგო მანქანა და, მეორეა ამტკიცო, რომ მისი აგებულება შესატყვისება იმ ორგანიზმს, რომლის განვითარების უმაღლეს საფეხურზეა ტვინი ჩამოყალიბებული.

აქ ორგანიზმის ისეთ თავისებურებაზე გვინტერესებს მითითება, რომელიც გასაგებს გახდიდა ქცევის მიზანშეწონილებას და თვითონ ორგანიზმს დაგვიხასიათებდა, როგორც ქცევის მძღოლს. ვფიქრობთ, ეს საშუალებას მოგვცემს ვიპოვოთ გზა, რომელიც გავვითვალისწინებთ ორგანიზმს, როგორც კიბერნეტიკულ სისტემას. კიბერნეტიკამ წამოაყენა მძღოლის პრობლემა და დღეს თვითონვე ცდილობს გამოიხსოს ამ საკითხის მათემატიკური გზით გადაწყვეტის საშუალება. ასეთი თვალთ შევხედავთ ცოცხალი არსების ქცევას, თუ სხვაგვარად, მისი მკვლევრის წინაშე იგივე პრობლემა დგება, სახელდობრ, როგორ ახერხებს ორგანიზმი ქცევის მძღოლის ზოვალეობის შესრულებას? წარმოვიდგინოთ ავტომობილი, რომლის მექანიზმები სწორად მოქმედებენ, მაგრამ მძღოლის გარეშე. ასეთი მანქანა, რასაკვირველია, გზას აცდება ან რაიმეს დაეჯახება, იგი დაიმსხვრევა. იგივე მოვლის მძღოლის გარეშე ორგანიზმის მოქმედებას, ამიტომ მას ისევე სჭირდება მძღოლი, როგორც მანქანას. თუ თავის ტვინს ჩავთვლით ქცევის მექანიზმად, ჩვენ წინაშეც დადგება საკითხი იმის შესახებ, როგორ ახერხებს იგი მომსახურება გაუწიოს ორგანიზმის მოთხოვნილებებს და ინტერესებს? რას ემყარება ამ შემთხვევაში ორგანიზმის, როგორც მძღოლის, მოქმედება?

## 2. გარემოსთან შეგუებული ქცევის თავისებურება

ორგანიზმის კოორდინირებული ქცევა გარემოსთან შეგუების შედეგად აღმოცენდება, რომელსაც ახასიათებს მიზანშეწონილი მიმდინარეობა, შეიძლება გვეთქვა, გონიერება. ეს სვამს საკითხს გავიგოთ, რაღა მოვლენაა შეგუება (ადაპტაცია)? საკითხის ასე დასმის კანონიერების შესახებ ისიც გვეუბნება, რომ შეგუება ორგანიზმის მოქმედების ისეთი ზოგადი პრინციპი უნდა იყოს, რომ მის გამოხა-

ტულებას ვნახულობთ, როგორც ვედენსკისა და მისი მოწაფეების გამოკვლევიდან ჩანს, იზოლირებული ნერვის მოქმედებაშია. შეგუება, როგორც მოქმედების აუცილებელი პირობა, ნერვის ისეთ თავისებურებაზე მიგვიბრუნებს. რომელიც მას ორგანიზმიდან აქვს წებენილი და დღიდან არსებობისა ორგანიზმისათვის დამახასიათებელი კანონზომიერების ფარგლებში განაგრძობს მოქმედებას.

შეგუებული ქცევის ნამდვილი სახე დასწავლილი ქცევის აქტებში გვეძლევა. სწორედ ამისთვისაა დამახასიათებელი შეგუების შედეგად აღმოცენება. ამის მაჩვენებელი მაგალითები უხვად მოიპოვება, მაგრამ აქ მხოლოდ ერთადერთის დასახელებით დავკმაყოფილდებით. საკმარისია ბავშვმა ერთხელ ხელი დაიწვას, რომ თითების იგივე მოძრაობა, იგივე გარემოში არ გაიმეოროს. ეს ნამდვილად იმის შესახებ მეტყველებს, რომ ცეცხლთან შეგუებული მოქმედების სახით მას შეუძენია ძირითადი ნიშანი, რომლითაც ხასიათდება სწავლა. სწავლა შეგუებული ქცევის შეძენის ერთადერთი საშუალებაა. შეგუებულია დათვის ქცევა, რომელიც ველოსიპედს მართავს ცირკის მოედანზე. ამასვე მიგვიბრუნებს ძალის მიერ ბურთის თამაში. ცხენის ცეკვა და ა. შ. ყველგან ისეთ კოორდინირებულ მოქმედებასთან გვაქვს საქმე, რომელიც დასჯისა და საყვარელი საქმლით დაჯილდოების შედეგად აქვს ცხოველს შეძენილი. აქედან ცხადია, რომ ნერვულ სისტემას შეუძლია არა მარტო თანშობილი, არამედ შეძენილი ქცევის საფუძველზე გავვიწიოს მომსახურება.

სწავლის შედეგად ქცევა ყოველთვის უკეთესისაკენ მიემართება. ბავშვს ერთხელ თითის დაწვის შემდეგ ცეცხლის ეშინია იმიტომ, რომ შეიცვალა არა მარტო მისი ქცევა, არამედ თვითონ ბავშვი, როგორც ქცევის სუბიექტი. მისი დამოკიდებულება იმ ქცევასთან, რომელსაც თითის დაწვა მოჰყვა. სწავლა რომ ცვლის ქცევას, ამის მაგალითს პირობითი რეფლექსიც იძლევა. სიმეავის პირში შესხმასთან დაკავშირებული პირობითი გამღიზიანებლის ამოქმედება იწვევს სალივაციის (პირში ნერწყვის გამოყოფის) გაძლიერებას. ამ წემთხვევაში ქცევაში ისეთ ცვლილებასთან გვაქვს საქმე, რომელიც ორგანიზმს ემსახურება იმით, რომ ხელს უწყობს მშრალი საქმლის დარბილებას და მონელების პროცესის გაუმჯობესებას, ამიტომ წარმოადგენს პირობითი რეფლექსი შეგუების სრულყოფილ მაგალითს.

ემში, რომელიც ამ სახის მაგალითების გარჩევით იწყებს თავის წრომას. ასეთ საკითხს სვამს: რატომ იცვლება ქცევა უკეთესისაკენ?



არის ეს მართო ნერვულ სისტემაზე დამოკიდებული, როგორც ინდივიდის მოქმედების მექანიზმზე. თუ არა? როგორც ჩანს, არა. ნერვულ სისტემას შეუძლია მასში დაგროვილი ენერგია მრავალი მიმართულებით გაატაროს, განშტოებათა გზით შეკავშირებული ორგანოების სისტემები შექმნას, მაგრამ მან საიდან შეიძლება იცოდეს—რა არის კარგი და რაა ცუდი! ამის ცოდნა მძლოლს აქვს და ამიტომ კარგისკენ თუ ცუდისკენ ნერვული იმპულსის გადასროლას არა თვითონ ნერვი, არამედ მისი მძლოლი აწარმოებს.

ავიღოთ ელმავლის მძლოლი, მიუთითებს ეშში, რომელსაც ხელში რეგულატორი უჭირავს. თუ სინათლე წითელია, მაშინ აგზნება ბადურიდან ნერვული სისტემის გზით უნდა მიდიოდეს ისე, რომ მოტორული ქერქის უჯრედებმა გაატაროს კუნთებისაკენ, რომელიც მარეგულირებელი სარქველის დაკეტვას გამოიწვევს. თუ სინათლე მწვანეა, მაშინ ბადურიდან აგზნება ნერვული სისტემის მეშვეობით ისე უნდა იქნეს გადაცემული, რომ ქერქის მოტორული უჯრედებიდან წამოსულ იმპულსებს უნდა მოყვეს სარქველის გაღება. იმპულსების ასეთმა გადაცემამ უნდა უზრუნველყოს მატარებლის უშიშროება, თუმცა თვითონ აგზნებას როგორც წითლის, ისე მწვანე სინათლის მნიშვნელობის შესახებ არავითარი „კონცეფტია“ არ გააჩნია. ცხადია ისიც, რომ თვითონ ნეირონისათვის, მასში აღმოცენებული აგზნებისათვის არც წითელია და არც მწვანე „სიგნალი“, მიუხედავად ამისა, სისტემა მაინც განაგრძობს მუშაობას.

ჩანს, რომ მოქმედება, რომლის შესახებ ახლა გვქონდა საუბარი, აგზნებით და შეკავებით პროცესებზე მითითებით არ აღმოჩნდება გასაგები. მძლოლია ის, რომელსაც მოქმედებაში მოჰყავს როგორც პირველი, ისე მეორე შემთხვევისათვის აუცილებელი მექანიზმი. მაშასადამე, სიგნალის მიხედვით მანქანის მოქმედების მიზეზი აქ უნდა ვეძიოთ და არა მძლოლის ორგანიზმიდან ხელოვნურად გამოთიშულ აგზნებასა და შეკავებაში.

საქმე ისაა, რომ მძლოლი ზემოდასახელებულ მოქმედებას მეტწილად ცნობიერების მონაწილეობის გარეშე ასრულებს. სწორედ ამის გამო იძულებული ვართ ვიცოდეთ, რაა ის, რაც ცნობიერების ჩარევის გარეშე აძლევს ცოცხალი არსების ქცევას მიზანშეწონილებას? თუ სწავლის მიხედვით ვიმსჯელებთ, ეს უნდა იყოს ც ვ ლ ი ე ბ ა, რომელიც სწავლის პროცესში იყო შექმნილი და ამიერიდან თვითონ აძლევს ქცევას საჭირო მიმართულებას. ხომ არ შეიძლება ეიცოდეთ ამ ცვლილების ბუნება?

განა ამის ძიებას არ აჯობებდა გვეთქვა: „წითლის“ მიერ გაგზავნილი იმპულსი (აგზნება). ისეთი კუნთების ამოქმედებას იწვევს, რომელიც ონკანს ხურავს, ხოლო „მწვანე“ — ისეთისა, რომლის შედეგად ონკანი იხსნება? ასე მსჯელობა სავსებით გამართლებული აღმოჩნდებოდა, რომ ჩვენ მიერ აწერილი მოქმედება ერთიმეორისაგან არსებითად განსხვავებული იმპულსებით სრულდებოდა. აქ ორივე შემთხვევაში აგზნებასთან გვაქვს საქმე, ამიტომ არაფერი ჩანს ისეთი, რომლის მიხედვით „წითლის“ აგზნება განსხვავდებოდა „მწვანის“ აგზნებისაგან. ამის გამო აგზნება და შეკავება ჩვენ შემთხვევაში ამხსნელ ცნებად ვერ გამოდგება.

ამ ჩვენი დასკვნის სისწორე შემდეგ ვითარებას შეუძლია გვიჩვენოს. ვთქვათ, მემანქანემ ადგილი გადაინაცვლა: მარჯვნიდან გადავიდა მარცხენა მხარეზე, ამასთან დაკავშირებით რეგულატორთან მისი დამოკიდებულებაც შეიცვალა. ახლა მარცხენა ხელმა უნდა გააკეთოს ის, რასაც მარჯვენა ხელი აკეთებდა, ამის გამო წითლის დანახვაზე ხელის მოძრაობა საწინააღმდეგო მიმართულებით უნდა წარიმართოს. სივანალი იგივე რჩება, მაგრამ ორგანიზმში მისი ეფექტი რევერსირებულ მიმართულებას იძენს. როგორ არის ეს შესაძლებელი, როცა აგზნება დარჩა აგზნებად და შეკავებაც იგივე შეკავებად? ვფიქრობთ, ეში ამ შემთხვევაში მართალია, ვინაიდან ნერვული სისტემის ადგილობრივი მოქმედება შეუძლებელია განვიხილოთ როგორც „სწორი“ ან „მცდარი“, რადგანაც სწორი აგზნება არაფრით განსხვავდება მცდარი აგზნებისაგან და სწორი შეკავება მცდარი შეკავებისაგან.

აგზნებისა და შეკავებისათვის არ უნდა ჰქონდეს მნიშვნელობა — საპასუხო რეაქცია მიმდინარეობს ორგანიზმის გარემოსთან შეგუების საფუძველზე, თუ მის გარეშე. ჩვენ ვნახეთ, რომ შეგუებული ქცევა ემყარება იმ ცვლილებას, რომელიც ორგანიზმს სწავლის პროცესში აქვს შეძენილი. მაშასადამე, აგზნებასა და შეკავებაზე აგებული ქცევის რეფლექსური თეორია, რომელიც ემყარება „სტიმულ-რეაქციის“ პრინციპს, არ უნდა იყოს გამოსადეგი. ამ პრინციპის მიხედვით ყურადღების გარეშეა დატოვებული, რაც ორგანიზმს გარემოსთან შეგუების გზით შეუძენია. — თითქოს სტიმული ორგანიზმის გარეშე იწვევდეს საპასუხო რეაქციას! სხვაგვარად შეუძლებელია მტკიცება — „როგორცაა სტიმული, ისეთივეა რეაქცია“. სინამდვილეში ქცევა წარმოადგენს ორგანიზმის გარემოსთან შეგუების საფუძველზე აღმოცენებულ საპასუხო რეაქციას.

### 3. ჰომეოსტაზი

ორგანიზმი თვითრეგულაციის მექანიზმით ალტურკილი სისტემაა. ამ მექანიზმის მოქმედებაში მოყვანით ახერხებს იგი ისეთი წონასწორობის დაცვას, რომელიც მისი შინაგანი გარემოს მთლიანობის შენარჩუნებისათვისაა საჭირო. ორგანიზმის ამ თავისებურებას პირველად კლოდ ბერნარმა მიაქცია ყურადღება და მანვე მოგვცა ორგანიზმის შინაგანი გარემოს შემადგენელი ელემენტების, როგორც თავისებური კონსტანტური ერთეულების დახასიათება. იმ ცვლილებებს, რასაც გარესინამდვილეში აქვს ადგილი, ორგანიზმში თავისი შინაგანი გარემოს მთლიანობითა და მისი დაცვით განხორციელებული წონასწორობით უპირისპირდება. შინაგანი გარემოს წონასწორობის დარღვევა არის მისი არსებობის, მისი თვითრეგულაციის მექანიზმის მწყობრიდან გამოსვლის სიმპტომი, რომელიც შეუძლებელია დიდხანს გაგრძელდეს. ორგანიზმი თვითონვე იღებს ზომებს აღადგინოს დარღვეული წონასწორობა და ამით შექმნას ნორმალური მოქმედების პირობები.

ფიზიოლოგიურად მყარ მდგომარეობას, რა საშუალებითაც არ უნდა მიმდინარეობდეს მისი რეგულაცია, ვ. კენონმა ჰომეოსტაზი უწოდა. აქვე შეიძლება ამის საილუსტრაციოდ რამდენიმე მაგალითის დასახელება. როცა სისხლში ნახშირჟანგი გროვდება, ორგანიზმი მოწამვლის საშიშროების წინაშე დგას, რასაც თან სდევს ვახშირებული სუნთქვა, ამ გზით ჟანგბადის საკმარისი რაოდენობის მიღება და, საბოლოოდ, დაკარგული წონასწორობის აღდგენა.

მშვიერი ცხოველი მოუსვენარია, იგი ყველგან საკმელს დაეძებს, გაძლომის შემდეგ მოუსვენრობა ქრება და საკმლისადმი ინტერესიც არ ჩანს. ამ შემთხვევაში. ჰომეოსტაზის თვალსაზრისით, ისეთ ქცევასთან გვაქვს საქმე, რომელსაც ცხოველი შიმშილის დაკმაყოფილებისაკენ მიჰყავს, ე. ი. მოქმედებისაკენ, რომლის მიზანაა ორგანიზმი გამოფიტვისგან დაიცვას და ხელი შეუწყოს შინაგან გარემოში მომხდარი ცვლილების ლიკვიდაციას, მის შემადგენელ ელემენტთა შორის წონასწორობის აღდგენას.

ორგანიზმში არსებული ბუფერული სისტემის მოვალეობას შეადგენს დაიცვას სისხლში pH გარკვეულ დონეზე კონცენტრაცია. ეს არც ისე მარტივი მექანიზმის მოქმედების შედეგად ხორციელდება. ორგანიზმში მოძრავი სითხისთვის დამახასიათებელია იონიზებულ

და არაიონიზებულ ელემენტებს შორის წონასწორობა, მაგრამ არის შემთხვევა, როცა მუქავას ან ტუტის რაოდენობა იზრდება და რეაქცია ან ერთის ან მეორის სასარგებლოდ გადაიხრება. ამ დროს თირკმელი გაძლიერებულ მუშაობას იწყებს, რასაც თან სდევს ზედმეტი ნივთიერების სხეულიდან განდევნა და დაკარგული წონასწორობის აღდგენა.

სისხლში დიდი რაოდენობით შაქრის დაგროვებას თან სდევს აუქქვეშა ჭირკვლის გაძლიერებული მოქმედება და ინსულინის დიდი რაოდენობით გამოყოფა. ეს ხელს უწყობს შაქრის გაძლიერებულ წვას და ორგანიზმში დაკარგული წონასწორობის აღდგენას. არის შემთხვევა, როცა ორგანიზმში ბაქტერიები შეიჭრებიან, ამაზე ორგანიზმის პასუხია სისხლის წითელი ბურთულების რაოდენობის ზრდა და ტემპერატურის აწევით ანტისხეულების მობილიზაცია. ნეშინებული ადამიანის ორგანიზმში მატულობს შაქრის რაოდენობა, ძლიერდება. სისხლის ცირკულაცია, აჩქარებულია სუნთქვა, გაძლიერებით მიმდინარეობს ჟანგბადის გადატანა. თირკმლისზედა ჭირკვლის ფუნქციის გაძლიერების გამო აღრენალინი მომატებული რაოდენობით გამოიყოფა იმისათვის, რომ ნერვული იმპულსების შეგუებული მოქმედება უკეთ წარიმართოს.

ცნობილია, რომ სისხლში გლუკოზის კონცენტრაცია უნდა დარჩეს 0,06 მ/გრამის ფარგლებში, წინააღმდეგ შემთხვევაში ქსოვილებს მოაკლდება ენერჯის ძირითადი წყარო. თუ მისმა კონცენტრაციამ მაინც დაიკლო, ეს იქნება სიგნალი, რომ სისხლში შემოვიდეს აღრენალინი დიდი რაოდენობით, რაც შაქრის რაოდენობის შემცირებას შეაჩერებს. საერთოდ გლუკოზის ნაკლებობა აძლიერებს შიმშილს, ადამიანი ცდილობს დიდი რაოდენობით მიიღოს საჭმელი, რომელიც ღვიძლში გარდაიქმნება გლიკოგენად.

ამრიგად, ჰომეოსტაზის სახით საქმე გვაქვს ორგანიზმის შეგუებულ (ადაპტირებულ) მოქმედებასთან, რომლის დანიშნულებაცაა, ფიზიოლოგიურ ფარგლებს არ გასცილდეს ცვლილება, რომელიც მის შინაგან გარემოში მიმდინარეობს. ჩვენ მიერ განხილული მაგალითები ჰომეოსტაზის თანშობილი მექანიზმის მოქმედების საილუსტრაციოდ იყო წარმოდგენილი. უკანასკნელად მიღებულია ზომები — გააფართოონ ჰომეოსტაზის ცნება და ცდილობენ გვიჩვენონ რა ადგილი უკავია ორგანიზმის მოქმედების ამ პრინციპს შექნილი ქცევის მიმდინარეობაში.

ადამიანის ქცევის გარემოსთან შეგუება ინტელექტის მონაწილეობით მიმდინარეობს, რომელიც აგრეთვე ჰომეოსტაზის ასპექტითაა განხილული. სითბოს რეგულაციასთან მჭიდროდაა დაკავშირებული სახლის აშენება, ბინის გათბობა, ტანსაცმლის შექმნა. ტროპიკულ ქვეყნებში ისეთი ტანსაცმელია გამოყენებული, რომელიც ადამიანს ეხმარება სითბოს დაცვაში, მზის სხივების არეკვლაში. ადამიანმა გონებით მიაღწია უვნებლად ჩაეშვას ოკეანის სიღრმეში, იფრინოს სტრატოსფეროში, არა იმიტომ, რომ მისი ორგანიზმი მომეტებული ამტანობით ხასიათდება, არამედ მხოლოდ იმის გამო, რომ წინასწარ აქვს მიღებული ზომები სიცოცხლის დასაცავად. ინტელექტის დახმარებით ადამიანმა მოახერხა ისეთი აპარატების მოწყობა, რომლის დახმარებით შორს ხედავს, უშორესი მანძილიდან გადაცემულ ლაპარაკს ისმენს და თანდათან ქმნის ხელოვნურ გარემოს, უკეთ შეგუებულს არსებობისათვის. ინტელექტუალური ფუნქციების გამოყენებას ჰომეოსტაზში შეაქვს ახალი ფაქტორი: ადამიანმა მოაპოვა შინაგან გარემოს რეგულაციის საშუალება, რომელიც არა მარტო მას, არამედ ყველა მისი მსაგვისის არსებისათვისაა გამოსადეგი. ამის გაკეთებას მხოლოდ ინტელექტი ახერხებს და, როგორც ვნახეთ, იგი მეტად აფართოებს ჰომეოსტაზის მოქმედების სფეროს.

ეს მეორე სახის ადაპტაცია მემკვიდრეობით შექმნილი მექანიზმების მოქმედების სფეროს შორდება და ემსახურება არა ორგანიზმის შინაგან გარემოს, არამედ ორგანიზმის ურთიერთობას მის გარშემო არსებულ სინამდვილესთან. ცოცხალი არსების მოქმედება არც ამ შემთხვევაში არის მემკვიდრეობით შექმნილი. მექანიზმიდან მთლიანად მოწყვეტილი. ამის პირდაპირი მაგალითის მაჩვენებელია სწავლა. პირობითი რეფლექსების კვლევამ გვაჩვენა, რომ ცხოველის მიერ ამ რეფლექსის შექმნა პროცესია და არსებითად მემკვიდრეობით გამტკიცებული ქცევის მექანიზმებს ემყარება. ამის წილადგზე ასკენის ეშვი: **შ ე გ უ ე ბ უ ლ ი ქ ც ე ვ ა ა რ ი ს მ ყ ა რ ი ს ი ს ტ ე მ ი ს ქ ც ე ვ ი ს ე კ ვ ი ე ა ლ ე ნ ტ ი, თ ა ნ ა ც ს ი მ ყ ა რ ე ფ ა ზ უ რ ი ხ ა ს ი ა თ ი ს ა ა და ყ ო ვ ე ლ თ ვ ი ს მ დ ე ბ ა რ ე ო ბ ს ფ ი ზ ი ო ლ ო გ ი უ რ ი ს ფ ა რ გ ლ ე ბ შ ი.**

მაგრამ ჰომეოსტაზი ორგანიზმში წონასწორობის აღდგენის აღმნიშვნელი ცნებაა, რომლის შემდეგ მისი დაძაბულობა ეცემა, ამიტომ უნდა ვიფიქროთ, რომ ქცევისთვის აუცილებელი აქტიობა, რომელმაც მიმართულება უნდა მისცეს საქცეო აქტების მიმდინარეობას, ამ ცნებაში არ ჩაეტევა. ამის გამო ჰომეოსტაზი უნდა მივი-

ჩნით ამ რთული პროცესის ერთ ფაზად. აქ ძირითადი მნიშვნელობისაა, კ. პრიბრამის მითითებით. ნერვული მექანიზმი მთლიანად, რომელიც, თანახმად თანამედროვე შესედულებისა. შედგება მიმღები აპარატისა, უარყოფითი უკუქცევითი კავშირებისა და მექანიზმისაგან, რომელზედაც დამოკიდებულია ქცევის შემუშავების დროს ორგანიზმში მიმდინარე პროცესებისათვის მიმართულ ემპირიულ მეთოდებს.

პომეოსტაზურ მოქმედებას უნდა გააჩნდეს ორგანიზმში ხელმძღვანელი მექანიზმი, სინამდვილეში ამჟამადაც თითქმის უყოყმანოდ არის ასეთად დასახელებული უკუქცევითი ინფორმაციისათვის განკუთვნილი აპარატი ან, როგორც ზოგიერთის მიერაა იგი წოდებული, მოქმედების აკცეპტორი.

#### 4. ორგანიზმი და გარემო

ორგანიზმი არასოდეს არ არის მოწყვეტილი იმ გარემოს ზემოქმედებისაგან, რომელმაც შექმნა მისი ჩასახვისა და განვითარების აირობები. პაერი, წყალი, საკვები ორგანიზმის გარეთ, გარემოშია მოთავსებული, რომელთანაც ორგანიზმი მუდმივ გაცვლა-გამოცვლის ურთიერთობაშია. ასიმილაცია-დისიმილაციის პროცესი არის სიცოცხლის არსებობის პირობა, იგი გაცვლა-გამოცვლას გულისხმობს, რომლისთვის აუცილებელი ნივთიერება გარემოშია მოცემული, გარს არტყია ორგანიზმს. ასეთ განუყრელ ერთიანობას წარმოადგენს ორგანიზმი და გარემო ქცევის თვალსაზრისითაც. ორგანიზმი გარემოს ზეგავლენით იცვლება, მაგრამ ასეთივე ცვლილება შეაქვს მას გარემოში. თავისთავად ცხადია, რომ გარემო არა მატერიალურის, არამედ, თუ შეიძლება ასე ითქვას, ფუნქციონალურის მხრივ განიცდის ცვლილებას.

მათი ასეთი ერთიანობა გვაძლევს უფლებას ორივე განვიხილოთ, როგორც ერთი სისტემის ორი ნაწილი. ჩვენ ახლა ვიცით, რომ ერთის გავლენით იცვლება მეორე, ხოლო მეორეს ზეგავლენით პირველი. ამიტომაც ორგანიზმი და მისი გარემო, ერთად აღებული, ემზის სიტყვებით რომ ვთქვათ, ქმნის აბსოლუტურ სისტემას (სხვისგან დამოუკიდებელი არსებობის მქონე სისტემის შესახებ არის მსჯელობა), რომელიც დასრულებულ მთლიანობას წარმოადგენს.

ვთქვათ, რომ ველოსიპედის მატარებელმა, მისდა უნებურად, მარჯვენა ხელი უკან წაიღო: ეს წინა ბორბლის მოძრაობის კუთხეს შეც

ელის. ამ ცვლილების შედეგად ბორბალი მარჯვნივ გადაიხრება და საერთოდ მოძრაობა ახალი ცვლილების საწინააღმდეგო ტენდენციის მქონე მიმართულებას შეიძენს, მიუხედავად იმისა, სურს ეს ველოსიპედის მართველს, თუ არა. ველოსიპედის სიმძიმის წერტილი პირველად რაკი უძრავად იყო, ახლა მისი სიმძიმის ცენტრიდან ვერტიკალურად გავლებული ხაზი მარჯვნივ კვეთდეს იქნება ბორბლის მიწასთან შეხების წერტილს. ამის შედეგად ველოსიპედი მარჯვნივ გადაიხრება და დაცემის საშიშროებაც დადგება. ამას მოჰყვება ყურში წონასწორობის ორგანოს აგზნება, რომლის ნერვული სისტემისათვის გადაცემა გამოიწვევს კუნთების ისეთ მოძრაობას, რომელიც მარჯვენა ხელს წინ გადაისვრის.

აი კიდევ ერთი ასეთი მაგალითი: ჩიტი დასაპერად მისდევს პეპელას, რომელიც ცდილობს მას გაექცეს. ორივე გარშემო არსებულ ჰაერს იყენებს მოქმედებისათვის. ჩიტის ყოველი მოძრაობა იწვევს პეპლის მხედველობის სტიმულაციას, რომელიც მისი ნერვული სისტემიდან მომდინარეობს და ცელის მისი ფრთების მდებარეობას. ჩიტის მოძრაობა გავლენას ახდენს ჰაერის მოძრაობაზე და შემდეგ პეპელაზე, რაც საბოლოოდ იწვევს მისი მდგომარეობის შეცვლას. ეს კი მომენტანურად გადაეცემა ჩიტის მხედველობის ორგანოს, რომლის შედეგად ჩიტის ფრთების მდებარეობაც შეიცვლება. ამას ისევ ჰაერის რხევის შეცვლა მოჰყვება და ა. შ. სანამ ერთ-ერთი არ დაიღლება.

ორგანიზმი გავლენას ახდენს გარემოზე, წერს ეშბი, ხოლო გარემო, თავის მხრივ, ისევ ორგანიზმზე, საბოლოოდ, ჩანს ისეთ სისტემასთან გვექონია საქმე, რომელსაც აქვს „ფილბეკი“ (უკუქცევეთი ინფორმაცია).

„ორგანიზმი და მისი გარემო ქმნის ერთს მთლიანობას და ამ მხრივ საქმეობს იგი განხილვას“ (სტარლინგი).

ასეთი თვალსაზრისი, რასაკვირველია, მხედველობაში არ იღებს ორგანიზმსა და გარემოს შორის არსებულ ანატომიურსა და ფიზიკურ განსხვავებას. იგი სისტემას ფუნქციონალური თვალსაზრისით იხილავს, რომელსაც აქვს მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი თვისებები. იგივე უნდა ითქვას ნერვზე, რომელიც ამ სისტემის წევრია. მაგრამ ნერვულ სისტემას მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი თვისებებიც გააჩნია. ჩვენ საქმე გვაქვს ისეთ მთელთან, როგორცაა ორგანიზმი, ხოლო ნერვული სისტემა ამ მთლიანის მეტად მნიშვნელოვანი, მაგრამ მისი ერთ-ერთი ორგანოა.

## ნ. ორგანიზმი და მოთხოვნილება

ორგანიზმისა და გარემოს ურთიერთობას დინამიკური ხასიათი აქვს. იგი ყოველთვის გარკვეული სახის აქტიურობის გამოვლინებით მთავრდება. ამ აქტიურობის წყაროს წარმოადგენს მოთხოვნა იღება, რომელიც არასოდეს არ არის სტატიკური წონასწორობის მდგომარეობაში. მოთხოვნილება სიცოცხლის გამოვლინების, მისი არსებობის ძირითადი პირობაა. ორგანიზმი არ არსებობს მოთხოვნილების გარეშე და გარემოსთან ურთიერთობაც აქტუალური მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად სჭირდება. ორგანიზმი თავის ბუნებრივ გარემოში იმიტომ გრძნობს თავს კარგად, რომ მისთვის საჭირო ნივთიერებანი, ჰაერი, წყალი უხვად მოიპოვება.

შიმშილი იმის მაჩვენებელია, რომ ორგანიზმს რაღაც ნივთიერება მოაკლდა და იგი ამ დანაკლისის განცდაა. ქიმიური თვალსაზრისით, შიმშილი არის სისხლის შედგენილობის გარკვეული მიმართულებით შეცვლა (არსებობს „მშიერი სისხლი“). ფიზიოლოგიურად მოთხოვნილება არის ნერვული სისტემის აწეული აგზნება, სახელდობრ, ქერქქვეშა კვანძებისა.

ჩვენთვის ცნობილია ცხოველების გარკვეული ჯგუფი, რომელთა მოდგმა შიმშილს მხოლოდ მცენარეულობის მიღებით იკმაყოფილებს. ცხოველებს ისეთი ჯგუფიცაა ცნობილი, რომელნიც ხორციით იკმაყოფილებენ შიმშილის მოთხოვნილებას, მაგალითად მშიერი ვეფხი ბუნაგიდან სანადიროდ გამოდის, ირჩევს ამისთვის ხელსაყრელ ადგილს და ისეთ პოზასაც იკავებს, რომ მსხვერპლს ერთბაშად დაესხას თავზე. ვეფხის ქცევა ამ შემთხვევაში შიმშილის მოთხოვნილებითაა სტიმულირებული.

ამ მხრივ არც ადამიანი წარმოადგენს გამონაკლისს, მხოლოდ როგორც მისი მოთხოვნილება, ისე ქცევა საგრძნობლად გართულებულია. საერთოდ კი ადამიანის ვერც ერთ ქცევას ვერ დავასახელებდით, რომელიც მოთხოვნილების იმპულსით არ იყოს სტიმულირებული. ადამიანი ბავშვობიდანვე იწყებს მომზადებას. რათა თავისი მეტად მრავალფეროვანი მოთხოვნილებების დაკმაყოფილება შეძლოს. იგი სკოლაში შეჰყავთ, აქედან უმადლეს სასწავლებელში და, ბოლოს, გარკვეული პროფესიონალური შრომით იწყებს თავის მრავალფეროვან მოთხოვნილებათა დაკმაყოფილებას.

ადამიანს არა მარტო ჭამის, წყურვილის, სქესობრივი მოთხოვნისებები აქვს, არამედ გაცილებით უფრო რთული, როგორცაა: ოჯახის მოწყობა, სახლის აშენება, ტანსაცმლის ჩაცმა, სამშობლოს



დაკვა, შრომა, ცოდნის შეძენა და ა. შ. ასეთი ბიოლოგიურის-გვერდით არსებული, კ. მარქსის ენით რომ ვთქვათ, გაცნობიერებული მოთხოვნილება. როცა მოთხოვნილება ცნობიერების ფორმას იძენს, იგი სცილდება ბიოლოგიურ საზღვრებს და იდენის სახით გა-ნაგრძობს ადამიანში არსებობას. ეს ჰქონდა დ. უზნაძეს მხედველობაში, როცა მიუთითა ადამიანში სუბსტანციონალური და თეორიული მოთხოვნილებების არსებობაზე.

პირობითი რეფლექსის შემუშავების ძირითად პირობას შეადგენს, რომ ცდაზე მშვიერი ძალის იქნეს მოყვანილი. იგი საექსპერიმენტო კამერაში შეყვანიდანვე უცდის საკმლის მიღებას, რომელსაც ყოველთვის წინ უძღვის პირობითი გამლიზიანებლის (ზარის) მოქმედება. ეს იმისთვისაა საჭირო, რომ ქერქში აღმოცენდეს აგზნების ორი კერა: ერთი შიმშილის, ხოლო მეორე გამლიზიანებლის ზემოქმედების შედეგად. შიმშილის შესატყვისი აგზნება დიდძალით წინ უსწრებს ზარის ხმის გაგონებას. ქერქში დროებითი კავშირი ამ აგზნებულ კერათა შორის მყარდება, რომლის განმტკიცების შემდეგ ზარის გაგონებას თან სდევს პირის ღრუში იმდენი ნერწყვის გამოყოფა, რამდენიც ნამდვილი კამის დროს.

გამძლარ ძალზე ამავე ცდის 800-ჯერ გამეორებამ; როგორც ივ. პავლოვს აქვს მითითებული, ვერავითარი ნაყოფი ვერ გამოიღო. ერთი სიტყვით, დროებითი კავშირების ჩამოყალიბება ვერ მოხერხდა, მხოლოდ იმის გამო, რომ ძალის გამძლარი იყო და შიმშილით გამოწვეული აწეული აგზნებადობის კერა ქერქში არ არსებობდა.

ამრიგად, სრულიად უდავოდ უნდა იქნეს მიჩნეული, რომ რა რიგ ელემენტარული უნდა იყოს ქცევა, მის ჩამოსაყალიბებლად აუცილებელია. ისეთი სუბიექტური ფაქტორის მონაწილეობა, როგორცაა მოთხოვნილება. ამ ექსპერიმენტულად შემოწმებულ ფაქტს, როგორც აღვნიშნეთ, ივ. პავლოვი იცნობდა, მაგრამ მას ამისთვის არ დაუთმია ადგილი თავის რეფლექსურ თეორიაში.

საბჭოთა ფსიქოლოგებს შორის როგორც ამ გარემოებას, ისე კ. ლევინის ცნობილ მხედველებას მოქმედებისა და მოთხოვნილების ურთიერთობის შესახებ, პირველად დ. უზნაძემ მიაქცია ყურადღება. მას ეკუთვნის ქცევის თეორია, რომლის მიხედვით ქცევა -- გარემოსი და მოთხოვნების, ე. ი. ობიექტური და სუბიექტური ფაქტორების ურთიერთობის შედეგად ყალიბდება.

## 6. განწყობის ცნება

ორგანიზმისთვის უცნობია უფითი: რომელიც მიგვითითებდეს მის არსებობას გარემოსთან კავშირის გარეშე. ორგანიზმი და გარემო განუყრელ ერთიანობას წარმოადგენს. უანგბადის გარეშე სიცოცხლე შეუძლებელია. მაგრამ არც უანგბადი გვექნებოდა მცენარეთა სამყაროს გარეშე. მზე სიცოცხლის წყაროა, ხშირად იმეორებენ ბუნებისმეტყველები, რადგანაც სადაც მისი ცხოველმყოფელი ენერგია ვერ აღწევს, იქ ვერც სიცოცხლის ჩანასახი ჩანს. მზის ცხოველმყოფელი წყარო მცენარეშია გადმოსული, ამდენად მისი არსებობა მზის არსებობას გულისხმობს.

დაახლოებით ასეთი დამოკიდებულება არსებობს ქცევის სუბიექტურ და ობიექტურ ფაქტორებს შორის. მოთხოვნილების აქტივაციის შემთხვევაში, თუ ეს შიმშილს ეხება, მასში წინასწარ ილვინდება იმ ნივთიერებისკენ სწრაფვა, რომელიც აკლია. თუ ასეთი პურია, ამ მოთხოვნილების დაკმაყოფილება არ მოხდება მანამ, სანამ პურს არ ვიშოვით და პირში არ ჩავიდებთ. როგორ იქნება პური ნაშოვნი, ე. ი. როგორ წარიმართება მოთხოვნილების დასაკმაყოფილებლად აუცილებელი ქცევის აქტები, ეს არა მოთხოვნილებაზე, არამედ გარემოზეა დამოკიდებული. მაგრამ აქ ჩვენი სურვილია მივაქციოთ ყურადღება იმ წინასწარ სტიმულს, რომელიც ორგანიზმს პურის შოვისკენ უხმობს.

მოთხოვნილება რაღაცის დანაკლისია და იგი ამ დანაკლისის შესავსებად წარმართავს ორგანიზმს, მასში გარკვეული მოქმედების ტენდენციას აღვიძებს, გარკვეულ მიმართულებას. ამიტომაცაა, რომ ორგანიზმმა წინასწარ იცის, ჯერ კიდევ დანაკლისის შესავსებად საჭირო ნივთიერების მიღებამდე, რომ მას პური სჭირდება. ეს სათანადო ქცევის ჩამოყალიბების ერთი ეტაპია, რომელსაც მოსდევს პურის ძიება და როცა აქტუალური მოთხოვნილებით ტენდირებული ორგანიზმი ამ მოთხოვნილების დაკმაყოფილების გარემოში მოხედება, მისი ძალე ბის აქტიურობა შეიძენს ისეთ ფორმას, რომელიც გარკვეული მოქმედების მზაობის resp. განწყობის მაჩვენებელია. ეს წარმოადგენს ორგანიზმისათვის როგორც ფარული, ისე ხილული მოქმედების რეგულირების ერთადერთ დასაყრდენს.

ფსიქოლოგიურ ლიტერატურაში დიდი ხნიდანაა ცნობილი განწყობის მაუწყებელი ფაქტები. ექსპერიმენტის მიმდინარეობის

დროს რეაქციის ხანგრძლიობის გაზომვამ უჩვენა, რომ ცდისპირის წინასწარ მომზადება საგრძნობლად ამცირებს საპასუხო რეაქციისათვის საჭირო დროს. კულპეს ექსპერიმენტიდან ცნობილი გახდა განწყობის გავლენა სურათების უკეთ აღქმაზე და ამისთვის საჭირო დროის საგრძნობლად შემცირებაზე. უატისა და ახის ექსპერიმენტებიდან ცნობილია თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს ამოცანის წინასწარ ფორმულირებას მომდევნო რეაქციათა მიმდინარეობაზე. ნ. ახის მიერ დეტერმინაციის ტენდენციის შესწავლამ უჩვენა, რომ უაზრო მარცვლების კითხვაში ვარჯიში გავლენას ახდენდა მომდევნო მარცვლების სწორად წაკითხვაზე. ამ ექსპერიმენტული ანალიზის შედეგად მესერი მისულა იმ დასკვნამდე, რომ არაცნობიერი წინასწარმიდრეკილების ცნება შემოეტანა. ექსპერიმენტული ფაქტების საფუძველზე იქნა შენიშნული ისიც, წერს ფრიმენი, რომ შეიძლება განწყობის მოქმედება შეწყდეს, მაგრამ მისი მთავარი ძალა არ დაიკარგოს. იგი თავს ისეთ ფაქტებში იჩენს, როგორცაა ეკლერის Einsicht, ლევენის „დაძაბვა“ და ტოლმანის საბოლოო მზაობა (means — end — readiness).

მსოფლიო ლიტერატურაში განწყობის ფაქტად ცნობილია „ანტიციპაციური ხასიათის რეაქციები“ (anticipatory reaction), ვულვორტის „მოსამზადებელი აქტი“, აგრეთვე ჰედის „პოსტურალური პოზა“. ფრიმენი თავის მიმოხილვას ასე ამთავრებს: „ფსიქოლოგებს აქვთ ტენდენცია განწყობა როგორც არსებითად ნერვული სისტემის პრობლემა იქნეს განხილული“. ამის ტიპიურ მაგალითად თვლის იგი ტიტჩენერის „ტვინის ჩვევას“, ფონ-კრიზის „კონაქტიურ მზაობას“ და თორნდაიკის „მზაობას პასუხისათვის“. არც მ. ბენტლი დვას აქედან შორს, რომელსაც ეკუთვნის შემდეგი შინაარსის მითითება: „ჩვენ ყოველთვის აწყობილი ვართ რაიმე მოქმედების შესასრულებლად, თუმცა ხშირად იგი შეუმჩნეველი რჩება“. მისი აზრით, ჩვენ გვპირდება ფიზიოლოგიური მექანიზმის ცოდნა, რომლის მიხედვით ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში როგორც ირკვევა, ძალაში რჩება ფუნქციონალური მიდრეკილება მანამ, სანამ მოქმედება თავის გზაზე განაგრძობს მიმდინარეობას.

ფ. დაშიელის მიერ გადადგმული ნაბიჯიდან ჩანს, რომ განწყობა მისთვის არის სხეულის პოზა, რომლის საფუძველზე აღმოცენებული რეაქცია შეიძლება ტონიკურიც იყოს და ფაზურიც. თუმცა, როგორც ჩანს, განწყობა მისთვის სხეულის პოზის ტონიკური რეაქციაა, რომელსაც დაკისრებული აქვს მოკლე ფაზურ მოძრაობა-

თა შორის შეკავების გაძლიერება ან შეჩერება. ფაზური და ტონიკური ელემენტები კუნთის მოქმედებაში ყველგან შედის, ამიტომ საჭირო იყო თითოეულის მნიშვნელობისა და განსხვავების ჩვენება, მაგრამ თავისი თეორიის უკმარობის გამო, როგორც ამას ქვემოთ ფრიმენის ფაქტების გარჩევის დროს ვნახავთ, ამის გაკეთება დაშეღმა ვერ შეძლო.

განწყობის ნამდვილი შესწავლა დ. უზნაძით იწყება, მანამდე რაც გვაქვს, როგორც მითითებული იყო, ეს არის ცალკეული ფაქტების მიხედვით მის მნიშვნელობაზე მითითება. განწყობის სუფთა სახის გამოვლინება შარპანტიეს ილუზიებში გვაქვს მოცემული, ამიტომაც დ. უზნაძემ მისი შესწავლა ყველა ამ სახის ილუზიის განხილვით დაიწყო და თვითონაც ნახა და აღწერა წონის ილუზიის გვერდით მოცულობის ილუზია. მანვე დაადასტურა ექსპერიმენტული ფაქტების საფუძველზე განწყობის ცენტრალური წარმოშობა და ამით საბოლოოდ გაუსწორა ანგარიში განწყობის ეგრეთ წოდებულ მოტორულ, ე. ი. „პერიფერიულ თეორიას“.

დ. უზნაძის ყველევით მუშაობაში შემდეგი და, ჩვენი აზრით, უაღრესად მნიშვნელოვანი მომენტი იწყება იქიდან, როცა მან განწყობის საკვლევად სცადა გამოეყენებია ეგრეთ წოდებული „განწყობის ილუზიები“. ამით ბოლო მოეღო განწყობის შემთხვევითი ხასიათის ფაქტებში ძიებასა და დაიწყო თვით მისი ბუნების ექსპერიმენტული შესწავლის პერიოდი.

ამის შემდეგ მიმართა მან საკუთარი ექსპერიმენტული ფაქტების გაანალიზების შედეგად ფიქსირებული განწყობის ცნებისა და თეორიის ჩამოყალიბებას. დ. უზნაძის თეორიის მიხედვით, განწყობის აღმოცენება ობიექტური (გარემოსი) და სუბიექტური ფაქტორის (მოთხოვნილების) ერთიანობას ემყარება. მოთხოვნილების აქტუალიზაციის შედეგად ორგანიზმში მისი ძალების გარკვეული მიმართულებით ამოქმედებას აქვს ადგილი, რომელიც სათანადო გარემოსთან ურთიერთობის შედეგად შეიძენს ისეთ ფორმას, რომელიც, როგორც ითქვა, ორგანიზმის გარკვეული მოქმედებისათვის მზაობის, resp. განწყობის მაჩვენებელია. ამ შემთხვევაში არა თანშობილ, არამედ ისეთ განწყობაზეა მსჯელობა, რომელიც აქტუალური მოთხოვნილებისა და მისი დაკმაყოფილების გარემოსთან ურთიერთობის შედეგად აღმოცენდება. რაკი მას ფიქსირებული სახით არსებობა შეუძლია. უნდა ვიფიქროთ, რომ ბოლოსა და ბოლოს თანშობილ არსებობასაც შეიძენს. შეიძლება აქვე ვიკითხოთ—რა საშუალებას მიმართავენ განწყობის საფიქსაციოდ?

ცდისპირს შესადარებლად ეძლევა წონით თანაბარი და მოცულობით განსხვავებული ორი ბურთი, ამ ცდის 10—15-ჯერ გამეორებით მთავრდება საგანწყობო ცდა. ამას უშუალოდ და ცდისპირის გაუფრთხილებლად მოსდევს კრიტიკული ცდა, რომელიც წონითა და მოცულობით თანაბარი ბურთის მიწოდებით იწყება. საგანწყობო ცდის ზეგავლენით ტოლი ბურთების არატოლად, ე. ი. განწყობისეულად აღქმა საკმაო ხანს გრძელდება. კრიტიკულ ცდაში ტოლი ბურთების ილუზორული სიდიდის ობიექტებად აღქმა, თანახმად ჩვენ მიერ დაყენებული ცდისა, განწყობითაა გამოწვეული, რომლის შემუშავება წინ უსწრებდა კრიტიკული ცდის დაწყებას.

ბურთების მაგიერ თეთრ ქაღალდზე დახატული წრეების გამოყენებაცაა შესაძლებელი, რაც საშუალებას მოგვცემს ზემოაწერილი ცდა ოპტიკური სფეროს მონაწილეობით განვახორციელოთ. ცდისპირს ტაქისტოსკოპით (სწრაფსაჩვენებელი აპარატით) 10—15-ჯერ აჩვენებენ დიდ და პატარა წრეებს (საგანწყობო ცდა). ამის შემდეგ კრიტიკული ცდა იწყება ტოლი წრეების ჩვენებით, ამ შემთხვევაშიც ცდისპირი ამ ტოლ წრეებს წინმსწრობი განწყობის ზეგავლენით, როგორც უტოლო წრეებს აღიქვამს, ე. ი. ილუზორულად.

აღქმის ილუზიები, რომლის შესახებ ზემოთ გვქონდა მსჯელობა განწყობის მოქმედების შედეგადაა მიღებული, ამიტომაც ეწოდება განწყობის ილუზიას.

## 7. განწყობის თავისებურებანი<sup>1</sup>

ზემოაწერილი ექსპერიმენტიდან ჩანს, რომ ცდის გამეორებას თან სდევს განწყობის ფიქსაცია, რომლის საფუძველზე წამოაყენა დ. უზნაძემ ფიქსირებული განწყობის ცნება. ფიქსაცია ექსპერიმენტული პირობაა იმისა, რომ განწყობის ხელოვნურ პირობებში შესწავლა არის შესაძლებელი.

ფიქსირებულ განწყობას ქრონიკული მოქმედება აღმოაჩნდა: ერთხელ ფიქსაციის შემდეგ მას შეუძლია ანალოგიურ სიტუაციაში ხელმეორედ განახლება ცდის დაყენებიდან არა მარტო მეორე, არამედ მესამე, მეხუთე დღეს, ერთი კვირისა და ერთი თვის შემდეგაც. ასეთია ექსპერიმენტული ფაქტი, რომელიც ფიქსირებული განწყობის სტაბილობის. მისი ქრონიკული მოქმედების მახვენებელია.

<sup>1</sup> ამ შემთხვევაში დ. უზნაძის მიერ დადგენილი ცნობებით ვსარგებლობთ.

განწყობის მოქმედება ვრცელდება ისეთ რეცეპტორებზე, რომელთაც არ მიუღიათ მონაწილეობა განწყობის საფიქსაციო ცდის გამოვრებაში. მაგალითად, ობტიკურ რეცეპტორებზე უტოლო ობიექტების უშუალო ზემოქმედებით ფიქსირებული განწყობა პაპტურ სფეროს მოქმედებაზე ახდენს გავლენას და ხელში აღსაქმელად მიწოდებული ტოლი ბურთები ილუზორულად განიცდება. ერთ-ერთი თვალით შემუშავებული განწყობის ზეგავლენით ტოლი ობიექტები მეორე თვალითაც ილუზორულად აღიქმება, სავსებით იგივე ნეორდება მარჯვენა და მარცხენა ხელების მიმართ, სადაც ცდა გამოიზიანებელთა სუქცესური მიწოდებით ხორციელდება. ასეთ ექსპერიმენტულ სიტუაციაში მიღებული ფაქტების საფუძველზე არის გამოტანილი დასკვნა ფიქსირებული განწყობის ი რ ა ლ ი ა - ც ი ის შესახებ.

განწყობის განსხვავებული მოცულობის წრეების მიწოდებით ფიქსაციის შემდეგ კრიტიკულ ცდაში ცდისპირს შეიძლება მივაწოდოთ არა ტოლი წრეები, არამედ მისგან ფორმით განსხვავებული ფიგურები, როგორცაა: ელიფსები, ოთხკუთხედები, ტრაპეციები, რომბები. კვადრატები, მრავალკუთხედები. ამ ცდის მიმდინარეობას შეუძლია გვიჩვენოს, რომ ცდისპირი ამ ტოლსა და საგანწყობო ცდაში გამოყენებული წრეებიდან არსებითად განსხვავებულ ფიგურებსაც ილუზორულად, ე. ი. განწყობისეულად აღიქვამს. ჩანს, განწყობას შეუძლია ისეთი შთაბეჭდილებების ასიმილაცია, რომელიც მის ფიქსაციაში მონაწილე ფიგურებისაგან განსხვავებულია. ამ შემთხვევაში განწყობის გ ე ნ ე რ ა ლ ი ზ ა ც ი ა ს თ ა ნ გვაქვს საქმე, რომელიც აგრეთვე მის ერთ-ერთ დამახასიათებელ თავისებურებას შეადგენს.

ფიქსაციის შემდეგ განწყობის ჩაქრობა საკმაოდ ხანგრძლივი პროცესი აღმოჩნდა. იგი ერთბაშად არ უთმობს ადგილს მეორე მის ბოწინააღმდეგე მიმართულებით მოქმედ განწყობას. კრიტიკული, ე. ი. ტოლი ობიექტების რამდენიმეჯერ ზემოქმედების შედეგად იგი სუსტდება და უფრო ხშირად თანდათანობით მიდის ჩაქრობამდე. ამჟამად ცნობილია მისი ჩაქრობის სამი ძირითადი ფაზა: 1. კონტრასტული (განწყობის ფიქსაციის ცდაში დიდი ობიექტი ცდისპირს თუ მარცხენა ხელში ჰქონდა, კრიტიკულ ცდაში ტოლი ობიექტებიდან დიდი გონია ის ობიექტი, რომელიც მარჯვენა ხელში უჭირავს). 2. ასიმილაციური (დიდი გონია ობიექტი იმავე მარცხენა ხელში, სადაც თავიდანვე დიდი ობიექტის ზემოქმედებას მიემართავდით), 3. ტოლობის—ტოლი ობიექტების ტოლად აღქ-

მა. რომელიც თავიდანვე მოკლებულია სათანადო სიმტკიცეს და ხშირად ადგილს უთმობს უტოლო ობიექტების შემოქმედებით ფიქსირებულ განწყობას.

ამ სამი ფაზის გამოვლენა ინდივიდთა შორის განსხვავებულია: ზოგი განწყობის კონტრასტული მოქმედების ფაზიდან ერთბაშად გადადის ტოლობის დადასტურების ფაზაზე, ზოგში კი დევ განწყობის კონტრასტულ მოქმედებას მისი ასიმილაციური მოქმედების ფაზა ცვლის და ბოლოს თავს იჩენს ტოლი ობიექტების ტოლად აღქმა. ეს ფიქსირებული განწყობის პლასტიკურობის მაჩვენებელია. არც ისე იშვიათად გვხვდება ისეთი ინდივიდები, რომელთათვის განწყობის კონტრასტული მოქმედებიდან გადანაცვლება არ ხერხდება — მისი სიტლანქის გამო.

განწყობის ჩაქრობის მიმდინარეობა ზოგ ადამიანში მეტად ხანგრძლივი პროცესია, მისი აღკვეთა კრიტიკული ცდის 30—35-ჯერ გამეორების შემთხვევაშიაც მიუღწეველი რჩება. ამაში ვნახულობთ განწყობის სტატიკურობას ანუ ინერტულობას, — ადამიანი ექსპერიმენტულ სიტუაციაში ვერ ახერხებს მისგან თავის განთავისუფლებას.

ამის საწინააღმდეგო ნიშანი განწყობის დინამიკურობა. ამ შემთხვევაში ფიქსირებული განწყობის ექსპერიმენტულ სიტუაციაში ჩაქრობა ხერხდება, მას მეორე განწყობა ცვლის და ადამიანიც შედარებით უფრო სწრაფად ახერხებს გარემოსთან ადეკვატური ურთიერთობის აღდგენას.

ყოველ ორგანიზმს განწყობის მოქმედების საკუთარი ტიპი გააჩნია. იგი როგორც ექსპერიმენტულმა შემოწმებამ გვიჩვენა, ორგანიზმის ნორმალური ფუნქციების პირობებში არ იცვლება — კონსტანტურია.

საგანწყობო ცდის 15-ჯერ გამეორება ყველა ინდივიდში ერთნაირად მტკიცე განწყობის ფიქსაციას ვერ ახერხებს. ინდივიდებს შორის ამ მხრივაც გვაქვს განსხვავება: ზოგის განწყობა მეტ სიმტკიცეს ამჟღავნებს, ზოგის — ნაკლებს.

ცდის შედეგად შესაძლებელია ადამიანთა გამოყოფა, რომელთაც განწყობის საფიქსაციოდ ყოფნით — ცდის 4—5-ჯერ გამეორება. ზოგიერთისთვის იმავე შედეგის მისაღებად ცდის 7—8-ჯერ გამეორება საჭირო. ეს, რასაკვირველია, განწყობის ისეთ თავისებურებაზე მიგვიითითებს. რომელიც მისი მეტ-ნაკლები აგზნებადობის მაჩვენებელია.

ფიქსირებული განწყობის მოქმედების ძალის ექსპერიმენტულად შესწავლამ გვიჩვენა, რომ ინდივიდებს შორის ამ მხრივაცაა განსხვავება. განწყობის 30 და 20 მმ წრეებით ფიქსაციის შემდეგ, ცდისპირს იმ მხარეს, სადაც მას დაპატარავებულად ეჩვენება წრე. ვუჩვენეთ 0.5; 1; 1.5; 2 მმ-ით განსხვავებული წრეები. ვნახავთ, რომ ამ უტოლო წრეების აღქმაც ილუზორული აღმოჩნდება. მაგალითად განწყობის ფიქსაციის შემდეგ ცდისპირი 21 და 20 მმ-იან წრეებს აღიქვამს ისე, რომ 21 მმ-იანი წრე პატარად ეჩვენა და 20 მმ-იანი წრე მასზე უფრო დიდად. ამ ცდის მიხედვით უნდა დავასკვნათ, რომ კრიტიკულ ცდაში წრეებს შორის 1 მმ-ით განსხვავება ვერ არღვევს განწყობას, რომლის საფუძველზე კონტრასტული ილუზიის აღმოცენება არ შეწყვეტილა. საერთოდ, გამოირკვა, რომ ფიქსირებული განწყობის მოქმედების ძალა საშუალოდ 1,5 მმ-ით გაიზომება.

აქვე ვლინდება ფიქსირებული განწყობის მეორე და, ჩვენი აზრით, არსებითი მნიშვნელობის თავისებურება. 1 მმ-დან 1,5 მმ-მდე მდებარეობს ზონა, რომლის შიგნით განწყობის მოქმედების გათანაბრებასთან გვაქვს საქმე. ექსპერიმენტში ამის მაჩვენებელია ის, რომ 21,7 და 20 მმ-იან წრეებს ცდისპირი ფიქსირებული განწყობის ზეგავლენით როგორც ტოლი სიდიდის წრეებს აღიქვამს. სინამდვილეში ამ წრეების დიამეტრი 1,7 მმ-ითაა განსხვავებული. მიუხედავად ამისა განწყობა ახერხებს ისინი ცდისპირს ტოლი სიდიდის წრეებად მოაჩვენოს.

ვამლიზიანებელთა გამათანაბრებელი განწყობის ძალაც შეიძლება ოდენობაში გამოვხატოთ. იგი მდებარეობს 1-დან 2 მმ-ს შორის.

აქ განხილული გვაქვს ორგანიზმისა და გარემოს ურთიერთობის შედეგად აღმოცენებული განწყობის თავისებურებანი. თუ ამას მივიღებთ მხედველობაში, მაშინ ფიქსირებული განწყობა წარმოსდგება ჩვენ წინაშე ყველა იმ თვისებით აღჭურვილი. რომელიც ეშმის მითითებით, მულტიტაბილური სისტემისათვისაა დამახასიათებელი. ამ ვარაუდის სასარგებლოდ მეტყველებს ისიც, რომ ნერვული სისტემა ამდაგვარ თვისებას, როგორც ეშმის მითითებიდან ვიცით, ორგანიზმის გარემოსთან შეგუების შედეგად იძენს.

ახლა შეიძლება ასე დავსვათ საკითხი: არის თუ არა შესაძლებელი ფიქსირებული განწყობის ზემოდასახელებულ თითოეულ თავისებურებას კოდის სახე მიეცეთ? ამის განხორციელება არ წარმოადგენს გადაულახავ სიძნელეს. ჩვენ შეგვიძლია ყოველივე



ეს დიფერენცირებული ელემენტების დასმარებით გადავწყვიტო, რომელიც შემდეგი სახით იქნება წარმოდგენილი.

1) ა-ა<sup>2</sup>, 2) მ-მ<sup>2</sup>, 3) დ-დ<sup>2</sup>, 4) კ-კ<sup>2</sup>, 5) ს-ს<sup>2</sup>, 6) ი-ი<sup>2</sup>,  
8) გ-გ<sup>2</sup>.

ამ სიმბოლოთა ინტერპრეტაცია ასეთია:

ა—აგზნებადი	ა <sup>2</sup> —არააგზნებადი,
მ—მტკიცე	მ <sup>2</sup> —არამტკიცე (სუსტი),
დ—დინამიკური	დ <sup>2</sup> —არადინამიკური (სტატიკური),
პ—პლასტიკური	პ <sup>2</sup> —არაპლასტიკური (ტლანქი),
კ—კონსტანტური	კ <sup>2</sup> —არაკონსტანტური (ვარიაციული),
ს—სტაბილური	ს <sup>2</sup> —არასტაბილური (ლაბილური).
ი—ირადირებული	ი <sup>2</sup> —არაირადირებული (ლოკალური),
გ—გენერალიზებული	გ <sup>2</sup> —არაგენერალიზებული.

ექსპერიმენტულ გამოკვლევას შეუძლია უჩვენოს, რომ ზეენ მიერ შესწავლილი პიროვნების (x-ის) ფიქსირებულ განწყობას ახასიათებს პლასტიკურობა, დინამიკურობა და ირადიაცია. თუ აქ წარმოდგენილ თითოეულ ცნებას (კოდის მიხედვით) თავის ეკვივალენტურ ასოებს მოუნახავთ, x-ის ფიქსირებული განწყობა აღმოჩნდება „პდი“. თუ ამ ადამიანის განწყობა ამავე დროს იყო აგზნებადი, მაშინ აღნიშნულს ამის ადეკვატური სიმბოლოც უნდა დავუმატოთ და მივიღებთ: „პდია“. მეორე პიროვნების განწყობის დამახასიათებელი ნიშნები თუ კოდის ენაზე ასე ითქმის: „დპმი“. რაკ ნიშნავს იმას, რომ ამ ადამიანს დინამიკური, პლასტიკური, მტკიცე და ირადირებული განწყობა ჰქონია. ერთი სიტყვით, ნიშანთა მეტად მრავალი კომბინაციაა შესაძლებელი, რომელიც ყოველთვის არის მოსახერხებელი კოდის მიხედვით იქნეს წაკითხული.

## 8. განწყობა როგორც ორგანიზმის მოქმედების აკცეპტორი

ზშირად მიუთითებენ პირობითი რეფლექსისათვის დამახასიათებელ უკუქცევით მოქმედებაზე, მაგრამ ამის ექსპერიმენტული დასაბუთება ვერ მოხერხდა. ამ მხრივ, როგორც ეს ანოზინის მითითებიდან ჩანს, არც ჭაჭკური რეფლექსია გამოსადეგი. ეს გარემოება პირდაპირ მიგვითითებს, რომ პირობითი რეფლექსი და მისთვის განკუთვნილი დროებითი კავშირების მექანიზმი არ გამოდგება ორგანიზმის მოქმედების აკცეპტორად.

რაც შეეხება ფიქსირებულ განწყობას. მის წინაშე ასეთი სიძნელე არ დგას. სახელდობრ. რა მხრივ, ამის შესახებ საუბარი გვექონ-

და, როცა ვმსჯელობდით მანქანისა და ორგანიზმის მოქმედების წერიოფიზიოლოგიური საფუძვლების შესახებ.

ახლა ჩვენთვის განწყობის რიგი თავისებურებაა ცნობილი, რომელიც მას მოქმედების რეგულატორის—აკცეპტორის—მოვლენის შესრულებას უადვილებს. ასეთია ფიქსირებული განწყობის სტაბილობა და სიტუაციის ერთ-ერთი წევრის ზემოქმედებით მისი ხელმეორედ აქტუალიზაცია. ამ გზით განახლებული განწყობა განაგრძობს არსებობას მანამ, სანამ ისე არ აეწყობიან ქცევის აქტები, რომ ორგანიზმის აქტუალური მოთხოვნების დაკმაყოფილება მოხერხდეს. ამრიგად, ორგანიზმს ფიქსირებული განწყობის სახით გააჩნია დასაყრდენი. რომლის მიხედვით ადვილად ხორციელდება შთაბეჭდილებათა გარკვეული მიმართულებით ასიმილაცია. როცა ამის საშუალება არ არსებობს, განწყობა წყვეტს მოქმედებას და ახალს უთმობს თავის ადგილს.

ორგანიზმში მოქმედების სქემა ფიქსირებული განწყობის სახითაა წარმოდგენილი, ამის გამო რამდენადაც უნდა აუტკრძალოთ ძალს წყალთან მისვლა, იგი სულ ერთისა და იმავე ქცევის გამეორებაში იქნება, სანამ წყურვილს არ დაიკმაყოფილებს. აქტუალური მოთხოვნებიდან წამოსული იმპულსი, ჩანს, ტრიგერის მსგავსად მოქმედებს, ვინაიდან მთელი პოტენციით გადაყავს მოქმედებაში ორგანიზმის მზაობა. რაც აქამდე ფარულად იყო მოცემული და არ ჩანდა, ამიერიდან თვალსაჩინო ქცევის აქტებად მოგვევლინება.

სანამდის განწყობა არ ჩამქრალა აფერენტული იმპულსები მის. გარშემო იყრიან თავს და მათგან მხოლოდ ის იღებს საშვებს, რომლის ასიმილაციაა შესაძლებელი. დანარჩენისთვის გასასვლელი კარი გადაკეტილია. ვთქვათ. განწყობის ისეთი იმპულსით განვაგრძობ მოქმედებას, რომ ქვის აღება მჭირდება, მაგრამ ხელში ერთბაშად რაღაც ცივი და თან რბილი საგანი მომხვდა. იგი ხელიდან ვარდება სანამ გავიგებდე რა მომხვდა ხელში. ეს იმპულსი განწყობიდან მომდინარეობს. ამიტომ იგი მოქმედებას ცნობიერების დაუკითხავად ერთვის. ხელში ქვა რომ მომყოლოდა. ცხადია, თითები კი არ გაიშლებოდა, არამედ მაგრად მოვეუქვრდი მას და დანიშნულებისამებრ გამოვიყენებდი. ფიქსირებული განწყობის გარდა, როგორც ზემოაღნიშნულიდან ვნახეთ. სხვა არაფერი ჩანს. რომლის მიხედვით. ორგანიზმის მიერ აქამდე მოქმედების შესრულება იყოს შესაძლებელი.

ექსპერიმენტულად დადასტურებულია. რომ განწყობას ქრონიკული არსებობა ახასიათებს და იგი, მაშინაც ინარჩუნებს განახლე-

პული მოქმედების ძალას, როცა მისი არსებობის შესახებ ქცევის სუბიექტმა არაფერი იცის. ჰიპნოზის მდგომარეობაში დაყენებულმა ცდის შედეგებმა მისცა დ. უზნაძეს საშუალება გამოეტანა დასკვნა: გამოღვიძებულ მედიუმში რაც რჩება და რასაც მიჰყავს პოსტჰიპნოზური შთაგონების რეალიზაცია არის არა წარმოდგენა და არა სიტყვა, არამედ განწყობა, რომლის ჰიპნოზის მდგომარეობაში ფიქსაციას მივალწიეთ და ახლა გაღვიძების შემდეგ, მიუხედავად ამნეზიისა, საფუძვლად ედება ტოლი ობიექტების უტოლოდ, ე. ი. ილუზორულ აღქმას.

მოქმედების აქცებტორისათვის, როგორც მისი დახასიათებიდან ვიცით, არაცნობიერი და ქრონიკული მოქმედებაა დამახასიათებელი.

აქტუალური მოთხოვნილებით თუ გარემოს სტიმულაციის შედეგად აქტუალიზებული ფიქსირებული განწყობა, როგორც ითქვა, გარეთ არ ჩანს, იგი ფარულად წარმართავს ცალკეული ქცევის აქტების მიმდინარეობას. ინდივიდი, რომელსაც აქვს მოქმედების მზაობა აფერენტული იმპულსების სტიმულაციაზე ყოველთვის ერთნაირ პასუხს არ იძლევა. ზოგის ასიმილაციას აწარმოებს, ზოგისას — არა. ერთი სიტყვით, განწყობას აქვს დაკისრებული ორგანიზმში რეაქციათა მიმდინარეობის ხელმძღვანელობა არა იმის გამო, რომ მასში ყოვლისშემძლე სული ზის, არამედ მხოლოდ იმის შედეგად, რომ წინასწარ აქვს შექმნილი ორგანიზმს მზაობა იმისა, რა მიმართულებით უნდა წარიმართოს მისი მოქმედება. აქედან გამომდინარეობს მისი დანიშნულება, რომლის ფარგლებში ასე წარმატებით ასრულებს იგი ნეიროფსიქიკური პროცესების რეგულატორის როლს.

## 9. განწყობა და სხეულის პოზა

კუნთების მოწესრიგებული და წინასწარგანსაზღვრული მოძრაობის საფუძვლად არც ისე დიდი ხანია აღიარებული იყო კინესტეტიკური კონტროლი. ამ ცნების მართებულებამ, როგორც მოსალოდნელი იყო, სრულიად სამართლიანად აღძრა ექვი, რადგანაც იგი გულისხმობს მოძრაობის კონტროლს ისევე მოძრაობაზე და ამავე დროს არც ერთხელ არ ყოფილა მითითებული — რა უპირატესობით სარგებლობს მოძრაობის ერთი სახე მეორე მოძრაობასთან შედარებით.

ვეფქრობთ, ამ საკითხში სინათლის შესატანად საკმარისი იქნება ვიკითხოთ—რა დამოკიდებულება აქვს კუნთის აგზნებას კინესტეზიასთან? პასუხის მისაღებად ჩონჩხის კუნთებს უნდა მივმართოთ, რომელთა მონაწილეობით მიმდინარეობს სიმძიმის აწევა და საკუთარი სხეულის პოზის გამართვა.

ჩონჩხის კუნთებს შორის ისეთივე ხასიათის შეთანხმებული მოქმედება გვაქვს, რომელიც ცნობილია გამშლელი და მომბრელი კუნთების ურთიერთობიდან. სიარულის დროს საკმარისია მათი შეთანხმებული მოქმედება შეფერხდეს, დაირღვეს მოძრაობის რითმი, რომ უკუქცევითი იმპულსის დაგვიანების გამო კუნთების შეკუმშვამ და გაშლამ გარკვეული დროის განმავლობაში დაიგვიანოს და ზედაწეული ფეხი ჰაერში დარჩეს. ამ მომენტში აკცეპტორი არც ძლიერ იმპულსს ატარებს და არც სუსტს, ამის გამო ფენის კუნთები გარკვეული დროის განმავლობაში ტონიკური აგზნების მდგომარეობაში რჩებიან.

სხეულის პოზა კუნთების ამდაგვარი მოქმედების შედეგია, რომელიც ცხადის მდგომარეობაში უმალღეს წერტილს აღწევს, ხოლო ძილში მაქსიმალურად შემცირებულია. ინდივიდის კუნთების ტონუსის მდგომარეობის მაჩვენებელია კისრის კუნთები, რომელსაც სხეულის ისეთი მძიმე ნაწილის დაკავება უხდება, როგორცაა თავი და, ამდენად, მონაწილეობის მიღება სხეულის წონასწორობის დაცვაში. ამ უკანასკნელის რეკეპტორები: ვესტიბულარული აპარატიდან, —ლაბირინტიდან თავშია მოთავსებული და აქედან იღებენ იმპულსებს პოსტურალურ წონასწორობაში მონაწილე კუნთები. მაგრამ არა უშუალოდ, არამედ, როგორც ითქვა, რეტიკულარულ (ბადებრივ) ფორმაშიაში გავლით, სადაც უცდის მათ წინასწარჩამოყალიბებული აკცეპტორული ნერვული აპარატი.

რაც აქამდე იყო თქმული ეხება ცენტრის გავლენას პერიფერიაზე, მაგრამ ამ უკანასკნელსაც აქვს ზეგავლენა ცენტრის მდგომარეობაზე, ვინაიდან, როგორც ეს ფრიმენის გამოკვლევის მიხედვითაა ცნობილი, კუნთის დაძაბვა და ტონუსი ხელს უწყობს ქერქში აგზნების შენარჩუნებას გარკვეულ დონეზე. არა მარტო კუნთების მოქმედება გზავნის კინესტეტიკური არხით ინერვაციას ცენტრალურ ნერვულ სისტემისაკენ, იგი (ინერვაცია) იწვევს ძალისხმევის გრძობას და ამით ხელს უწყობს ამოცანის გადაწყვეტას. თუმცა კუნთის მონაწილეობა ყოველი სახის ამოცანაში არ ხდება. ზოგიერთი მოქმედება საკირობებს კუნთის მონაწილეობას, როგორცაა: ტვირთის აწევა, გადაადგება, გადატანა, მაგრამ არც გონებრივი მოქმედება

უნდა იყოს აბსოლუტურად მოწყვეტილი სათანადო კუნთების, ყოველ შემთხვევაში მეტყველებისათვის დამახასიათებელი კინესტეტიკური მოძრაობისაგან.

თანამიმდევარ ხატზე დაყენებულმა ცდამ გვიჩვენა, რომ ამ ელემენტარულ ფსიქიკურ მოვლენას მეტად მჭიდრო კავშირი აქვს კინესტეტიკურ მოძრაობებთან. ერთ-ერთ ცდაში გამლიზიანებლის პოზიტიური ფერის თანამიმდევარი ხატის მოცულობა დამოკიდებული აღმოჩნდა ხელის მოძრაობაზე. ცდისპირს 2 წამის განმავლობაში გაუუნათეთ წითელი სამკუთხედი, სინათლის ჩაქრობის შემდეგ მის თვალწინ გამოჩნდა იგივე სამკუთხედის ხატი, რომელიც ხელის მოხრის შემთხვევაში თანდათან მცირდებოდა, ხოლო ხელის გაშლისას—მისი მოცულობა მატულობდა. ამავე ხასიათის ცვლილებას ადგილი ჰქონდა ამ ხატში ცდისპირის ხელის კანზე სხეულის გატარებისას როგორც თვალისკენ, ისე მისგან დაშორებით.

განწყობის პრობლემატიკით დაინტერესებულ მკვლევარს არ შეიძლება უურადღება არ მიექცია, თუ რა წვლილი უდევს კუნთების ტონიკურ მდგომარეობასა (სხეულის პოზასა) და კუნთების ფაზურ მოქმედებას (კინესტეტიკურ სეგმენტს) ფიქსირებული განწყობის მოქმედებაში? ამ საკითხის ყველაზე სერიოზული მკვლევარი ფრიმენია, ამიტომ ჩვენ მისი ექსპერიმენტული ფაქტების დალაგებაზე შევჩერდებით.

ყოველი გამლიზიანებლის მიერ გამოწვეულ იმპულსს (აგზნებასა და შეკავებას) ცენტრალური ნერვული სისტემის გავლით მიეყვართ მოტორიკის მიერ გაცემულ პასუხამდე, როგორიცაა ხლებების, ფეხების, ფასციების სახსრებში პროპრიოცეპტორების, ვოკალური კუნთების მოძრაობა. ამ უკანასკნელს თან სდევს აფერენტული ნეირონების აგზნება, რომელიც ისევ ცენტრალური ნერვული სისტემისაკენ მიემართება; იგი აქედან ეფექტორული გზით ისევ კუნთებისკენ იგზავნება და ამდაგვარად მიიღება ცირკულარული ბუნების პროცესი, რომელიც გარკვეული დროის განმავლობაში, ყოველ შემთხვევაში ორგანიზმის შინაგანი მდგომარეობის შეცვლამდე, განაგრძობს მოქმედებას. ასეთია პირობები, რომლის საფუძველზე მიმდინარეობს კუნთების ტონიკური და ფაზური აგზნება.

ფრიმენის სამართლიანი მითითების მიხედვით კუნთების ტონიკური და ფაზური მოქმედება, თავისი ციკლური „ფორმატით“ ერთი და იგივეა. ფაზურ შეკუმშვას უნდა შეეძლოს უკუქცევითი სტიმულაცია, გაიმეოროს ცენტრალური ნეირონების აგზნება და ამის მი-

ხედვით შეიძინონ სრული პასუხის გამეორების ტენდენცია. კუნთების ასეთი ტონიკური და ფაზური მოქმედების გარეშე გაუგებარი დარჩებოდა ქცევის აგრეგატის, როგორც ფ. ოლპორტი მიუთითებს, დროებითი ხანგრძლიობა და კოორდინაცია.

კუნთის ტონიკურ აგზნებას ფრიმენი იხილავს როგორც პოსტურალური სუბსტრატის თავისებურ სახეს და მის დანიშნულებას ხედავს იმაში, რომ ორგანიზმმა მიაღწიოს ნეირო-კუნთოვანი მოქმედების ეკონომიას. ტონიკურ აგზნებაში კუნთის გადასვლა ხელს უწყობს ქცევის უწყვეტობას და ორგანიზმისათვის წარმოადგენს ლოკალიზებული ფაზური რეაქციების დასაყრდენს. ამ თვალსაზრისით განწყობა, წერს ფრიმენი, პოსტურალური სუბსტრატის თავისებური გამოხატულებაა, რომელიც აღმოცენდება ფაზური რეაქციის მიმდინარეობაში. კუნთის ამ პროპრიოცეპტულ-ტონიკური მზაობის ფონზე ექსტეროცეპტორის მოქმედებაც ძლიერდება, მათ შეუძლიათ აგზნებაში მოიყვანონ მოტონეირონები და კუნთის ბოქკოები მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ კუნთის აფერენტული ნეირონი უვნებლად დარჩენილია. ამ უკანასკნელის გადაკვეთის შემთხვევაში იმპულსის გატარება წყდება და კუნთის ტონუსიც ძალას კარგავს. ექსტეროცეპტული სტიმულაციის შეწყვეტის გამო მოტორული პასუხების მიღებას არა აქვს ადგილი. ამრიგად, პოსტურალური ტონიკური შეგუება, ანუ განწყობა წინ უსწრებს და ამაგრებს კუნთის ფაზურ მოქმედებას. ამის მაჩვენებელია ექსტეროცეპტული იმპულსების გავლენა ისეთ პროცესებზე, რომელიც ავტონომიური ტონიკური (მოტორული განწყობის) ზედამხედველობის ქვეშაა, როგორცაა: გულის ფრიალი, რესპირაცია. საერთოდ, არც ერთი საპასუხო რეაქცია არ ყალიბდება კუნთის ტონიკური აგზნების, მისი სხეულის პოზაში (განწყობაში) მონაწილეობის გარეშე. ფაზური იმპულსების ინტრანეირონული თანამიმდევრობა, წერს ფრიმენი, ემყარება უკუქცევით აფერენტულ სტიმულაციას, რომელიც კუნთში მიმდინარე ტონიკური პროცესებიდან მომდინარეობს. ამ შემთხვევაში იმის მსგავს მოვლენასთან გვაქვს საქმე, ამ ჩინებული მკვლევარის აზრით, რასაც ტაქსიმეტრიის მოქმედება გვიჩვენებს. დისტრანციის კაპეიკებში გადაყვანის მსგავსად იზომება სხეულის პოზის საბოლოო მოქმედების შედეგი, რომელიც დაკავშირებულია სხეულის ფაზურ ორიენტაციასთან. ორგანიზმის ყოველ ნეიროკუნთურ მოქმედებაში მონაწილეობს მისი ტონიკური მდგომარეობა ანუ სხეულის პოზა, აგრეთვე ფაზური პროცესი, ანუ კინესტეტიკური სეგმენტები:

პირობითი რეფლექსების მოძღვრებაში, ფრიმენის აზრით, თითქმის არაფერია გაკეთებული იმის გასარკვევად თუ როგორ მიმდინარეობს ტონიკურ და ფაზურ პროცესებთან დაკავშირებით ღროებითი კავშირების ჩამოყალიბება. პოზური სუბსტრატის გარეშე ადამიანის ქცევა, საერთოდ, და, კერძოდ, პირობითი რეფლექსები თავის სოლიდობას კარგავს. იგი არც ფაზური სეგმენტის გავლენის გარეშეა დარჩენილი. ფრიმენს მოჰყავს ექსპერიმენტული ფაქტები, რომელიც ნეტყველებს, რომ პოსტურალური პოზა (ტონიკური აგზნება) წინ უსწრებს მომდევნო ფაზურ პროცესებს. ჩოგბურთის თამაშის დროს, მიუთითებს იგი, სხეულის პოზა შეიძლება შედარებით უცვლელი დარჩენს რამდენიმე ფაზური აქტის შესრულების განმავლობაში, რაც სწორედ იმის შესახებ მეტყველებს, რომ ძნელია თქმა სად იწყება ერთი და სად მთავრდება მეორე.

განმამტკიცებელ ცდაში, რომელსაც მიზნად აქვს ორგანიზმში შეინარჩუნოს ერთი გარკვეული მდგომარეობა, სანამ პირობითი გამღიზიანებლის მოქმედება შეწყდება, განა არ სვამს საკითხს იმის შესახებ, თუ რა როლი მიუძღვის კუნთების ტონუსს უპირობო რეფლექსის შემუშავებაში? ჩვენ ხომ ვიცით რომ საექსპერიმენტო კამერაში შეყვანილ ძაღლს, როგორც ამას მის ქცევაზე დაკვირვება გვიჩვენებს, ერთბაშად აღმოაჩნდება გენერალიზებული პოსტურალური პოზა. ცხოველი მთელი სხეულით დაძაბულია, მაგრამ ჯერ კიდევ არ იცის საიდანაა სასჯელის და საიდან საკვების მიღება მოსალოდნელი. იგ. პავლოვისათვის ეს არის საორიენტაციო რეფლექსის გამომხატველი მდგომარეობა, მაგრამ რაღა აზრი აქვს რეფლექსი ვუწოდოთ ისეთ რამეს, რაც რეფლექსის ცნებას ეწინააღმდეგება<sup>1</sup>. ამ მხრივ სრულიად განსაკუთრებული მნიშვნელობისაა იგ. ბერიტაშვილის დამსახურება არა მარტო იმიტომ, რომ მან საჭიროდ დაინახა ყველა ამის მსგავსი მდგომარეობა განწყობის ცნებით აღენიშნა, არამედ უმთავრესად იმის გამო, რომ იგი გადააქცია ხანგრძ-

1 საორიენტაციო რეფლექსი იმიტომაც არ არის რეფლექსი, რომ მისი რკალისთვის დამახასიათებელი ეფექტური კომპონენტი არ გააჩნია, მეორე, იგი ორგანიზმის დიფერენციური რეაქციაა და მოკლებულია რეფლექსისათვის დამახასიათებელ გარკვეულობას. მთავარი ეს კი არ გახლავთ არამედ ის, რომ იგი წინ უსწრებს პირობითი რეფლექსის შემუშავებას, მიმართულებას აძლევს მას. ამით აიხსნება, რომ ბიკოვი, ბირიუკოვი, ანოხინი ორგანიზმის ამ მოქმედებას საორიენტაციო რეფლექსს კი არ უწოდებენ, არამედ „მოქმედებისათვის მზაობა“, „ცხოველის საგანწყობო შემადგენელ რეაქციას“ და ა. შ. იხ. Тезисы докладов на конференции по проблемам ориентировочного рефлекса, 1957, Москва.

ლივი სისტემატური კვლევის საგნად და ამდენად ორგანიზმის მოქმედებათა ინტეგრაციის ერთ-ერთი საფეხურის დასაბუთებაში შეიტანა მისთვის დამახასიათებელი სინათლე.

## 10. განწყობა და რეფლექსი

განწყობისა და რეფლექსის ურთიერთობის გასარკვევად, ვფიქრობთ თანამიმდევარი ხატი (Nachbild) ყველა დანარჩენ ელემენტარულ პროცესებზე უფრო ხელსაყრელი უნდა იყოს. ჩვენი არჩევანი ამ ელემენტარულ მოვლენაზე იმის გამოც შეჩერდა, რომ ივ. პავლოვს ჰქონდა შემთხვევა იგი როგორც რეფლექსი განეხილა.

ჩვენ გვქონდა შესაძლებლობა განწყობის საფიქსაციო ცდა დაგვეყენებია პოზიტიური ფერის თანამიმდევარი ხატების მონაწილეობით.

სიბნელისადმი თვალების ადაპტაციის შემდეგ ცდისპირი გავაცრთხილეთ. რომ მის წინ აღმოჩნდება ერთი დიდი და მეორე პატარა მოწითალო ფერის თანამიმდევარი ხატი. მან უნდა შეადაროს ისინი სიდიდის მიხედვით ერთმანეთს და გვითხრას, რომელ მხარეზე ხედავს დიდი მოცულობის ხატს. ამის განსახორციელებლად ცდისპირის წინ იდო კოლოფი, რომელშიაც მოთავსებული იყო თეთრ ქალაღზე დაკრული დიდი და პატარა წითელი წრეები. კოლოფის განათება ღილაკზე თითის დაჭერით მიმდინარეობდა და გრძელდებოდა 1,5—2 წამი. სინათლის გამოთიშვას თან სდევდა წრეების განათების ადგილზე დიდი და პატარა წრეების თანამიმდევარი ხატების აღმოცენება და ცდისპირის მიერ მითითება იმაზე, რომელ მხარეზე დაინახა მან დიდი წრის ხატი. ამ ცდის 15-ჯერ გამეორებით მთავრდებოდა განწყობის ფიქსაცია.

კრიტიკულ ცდაში იმავე წესით ვუნათებდით ცდისპირს ტოლ წითელ წრეებს. ამ შემთხვევაშიაც სინათლის გამოთიშვას თან სდევდა მათი თანამიმდევარი ხატის აღმოცენება, მაგრამ ახლა ისინი არა ტოლი. არამედ ერთი დიდი და მეორე პატარა ჩანდა. კრიტიკული ცდის ხელმეორედ გამეორებას კვლავ იგივე შედეგი მოჰყვა და, ამგვარად, ცდისპირის მხედველობის ველზე დამკვიდრდა ტოლი წრეების თანამიმდევარ ხატთა სახეებით ისეთი კანონზომიერებით ილუზორული განცდა, რომელიც დ. უზნაძის ექსპერიმენტის ძირითადი შედეგებიდან არის ჩვენთვის ცნობილი.



ამრიგად, ისეთი რეფლექსი, როგორცაა თანამიმდევარი ხატი, ინდივიდის ფიქსირებული განწყობისადმი დამორჩილებული აღმოჩნდა და მის საფუძველზე შეცვლილი პოულობს, როგორც ჩანს. იგი გამობატულებას, ყოველი ადამიანის განცდაში. ჩვენი დასკვნა, მართალია, თანამიმდევარ ხატებს შეეხება, მაგრამ ეს სრულიად არ გვიშლის ხელს, იგი ყველა დანარჩენი სახის რეფლექსებზე გავავრცელოთ.

## 11. განწყობა და პირობითი გამლიზიანებელი

ჩვენ გვქონდა საშუალება მიგვეთითებია, რომ ჩვენ მიერ განწყობის საფიქსაციოდ გამოყენებული გამლიზიანებლის ხელმეორედ ამოქმედებას შეუძლია მისი აქტუალიზაცია. ამიტომ შეიძლება ვიკითხოთ, როგორ ასრულებს გამლიზიანებელი პირობითი სიგნალს. როლს? ამ საკითხის გადასაწყვეტად გამოყენებული ცდის შინაარსი ასეთია:

თანამიმდევარი ხატის მონაწილეობით განწყობის საფიქსაციო ცდაში შემოვიყვანეთ ორი პირობითი გამლიზიანებელი: 300 ჰერცი და 100 ჰერცი. 300 ჰერცის გამლიზიანებლის მიცემა წინ უძღოდა განწყობის საფიქსაციო ცდას. ე. ი. დიდი და პატარა წითელი წრეების განათებას. სინათლის გამოთიშვის შემდეგ ცდისპირი დასახელებული გამლიზიანებლის ზუილს ისმენდა და თან ამავე დროს დიდი და პატარა წრეების თანამიმდევარი ხატების ხედვას განაგრძობდა. ხატის ჩაქრობის სიგნალის მიღებით ვწყვეტდით ცდის მიმდინარეობას. ერთი წუთის დასვენების შემდეგ მას ხელმეორედ ვანახლებდით და დღეში 10 ასეთი ცდის გამეორებით შემოიფარგლებოდა ექსპერიმენტის მიმდინარეობა.

მეორე დღეს იგივე ცდისპირს, სავსებით ზემოაღწერილი წესის დაცვით, ვუნათებდით არა უტოლო, არამედ ტოლ წრეებს, რომლის შეუღლება მიმდინარეობდა არა 300, არამედ 100 ჰერციან ბგერით გამლიზიანებელზე. ამ შემთხვევაში განწყობის ფიქსაცია ტოლი წრეების განათებით მიმდინარეობდა. როგორც ითქვა. 10 შემაუღლებელი ცდის გამეორების შემდეგ ცდისპირი ჩაბნელებული კამერიდან გამოგვეყავდა.

მართალია, საკმაოდ დიდი რაოდენობით დაგვეკირდა შემაუღლებელი ცდების გამეორება, მაგრამ საბოლოო შედეგი სავსებით კანონზომიერი აღმოჩნდა. კრიტიკული ცდა 300 ჰერცის პირობითი სიგნალის ამოქმედებით იწყება, მაგრამ ცდისპირს გავუნათეთ არა უტოლო, არამედ ტოლი წითელი წრეები. მან, როგორც მოსალოდ-

ნელი იყო, დაინახა ტოლი წრეები და მისი თანამიმდევარი ხატები არა ტოლად, არამედ ამ პირობითი სიგნალის მონაწილეობით შემუშავებული განწყობის შესატყვისად შეცვლილი: ერთი დიდი და მეორე პატარა.

ამ ცდის რამდენიმეჯერ გამეორების შემდეგ ცდისპირს იგივე ტოლი წრეები 100 ჰერცის გამლიზიანებლის მოქმედების შემთხვევაში გავუნათეთ. ამ შემთხვევაშიაც ტოლი წრეები განწყობის შესატყვისად შეცვლილი აღმოჩნდა, მაგრამ იმ განწყობის, რომელიც ამ პირობითი სიგნალის მონაწილეობით იყო ფიქსირებული. ცდისპირი ამის გამო იმავე ტოლ წრეებს და მათ თანამიმდევარ ხატებს ტოლად აღიქვამდა.

ამრიგად, გამოირკვა, რომ გამლიზიანებელი, რომელიც განწყობის შემუშავებაში იღებს მონაწილეობას, მათ შორის შეუღლებების განხორციელების შემდეგ, იგი ფიქსირებული განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალის როლს ასრულებს.

განწყობის აქტუალიზაციის შესახებ ემსჯელობთ იმის გამო, რომ ჩვენ მიერ გამოყენებული ბზულია გამლიზიანებლისათვის სულ ერთია ტოლად გამოჩნდება წრეები, თუ ილუზორულად შეცვლილი. 300 ჰერცის მოქმედება მასთან შეუღლებული განწყობის აქტუალიზაციას იწვევს. ამიტომ ტოლი წრეები არა ტოლად, არამედ უტოლოდ წრეებად განიცდებიან, ე. ი. იმის შესატყვისად, როგორც იყო ფიქსირებული განწყობა. 100 ჰერციც მასთან დაკავშირებული განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალის როლს ასრულებს და ამის გამო იგივე ტოლი წრეები ახლა არა უტოლოდ, არამედ ტოლი სიდიდის წრეებად არის განცდილი.

რატომ არ შეიძლება ამ შემთხვევაში აგზნებისა და შეკავების შედეგად შექმნილ დროებით კავშირთან გვექონდეს საქმე? რასაკვირველია, აგზნებისა და შეკავების მონაწილეობა, როგორც აუცილებელი ფიზიოლოგიური პროცესების, სრულიად აუცილებელი უნდა იყოს, მაგრამ აგზნება ერთ შემთხვევაშიც აგზნებად რჩება და მეორე შემთხვევაშიაც, ამიტომ მათი სახით არაფერი გვაქვს ხელშესახები. რომელიც გასაგებს გახდიდა, რატომ ტოლი წრეები ერთისა და იმავე პირის მიერ ერთი გამლიზიანებლის მოქმედების დროს ტოლად და მეორის მოქმედების დროს უტოლოდ განიცდება. თვითონ აგზნებას ვერ მივაწვრთ გამლიზიანებელთა დიფერენციაციის ფუნქციას.

რაც შეეხება დროებით კავშირს, ჩვენ ივ. პაელოვის შრომების მიხედვით არ ვიცით როგორ მიმდინარეობს მისი ჩამოყალიბება.

თუ ამ შემთხვევაში იგულისხმება, როგორც თორნდაიკი ფიქრობს, სათანადო ნეირონებს შორის სინაფსური კავშირი, ასეთი პიპოთეზის წინააღმდეგ არაფერი ითქმის, მაგრამ აქაც მნიშვნელოვანი კოოპტივის შეტანა დაგვიკირდება. დროებითი კავშირების ჩამოყალიბების ადგილიც სადავო გახდა. თანახმად უკანასკნელი ათი წლის განმავლობაში ჩატარებული ფიზიოლოგიური კვლევებსა იგი შეუძლებელია, როგორც ეს ივ. პავლოვს ეგონა, ქერქში იყოს მოთავსებული. ამჟამად ივ. პავლოვის მიმდევრებიც არ ფიქრობენ ასე და დროებითი კავშირის ჩამოყალიბების ადგილად ტენის ლეროს -- ბადებრივ ფორმაციას ასახელებენ.

დროებითი კავშირი არ უნდა იყოს, როგორც ამას რეფლექსური თეორია გულისხმობს, აფერენტული და ეფერენტული სუბსტანციის იზოლირებული კონტაქტი. იგი სისტემატური ხასიათის მთლიანი ჩანს, როგორც ამას ასრათიანის, სეიპინის, კუპალოვის და სხვათა ცდის შედეგები გვიჩვენებს. პირობითი სიგნალისა და განწყობის ურთიერთობის დასახსიათებლად ზემომოყვანილი ფაქტებიც სწორედ ამის სასარგებლოდ მეტყველებს. ამან მოგვცა საბაბი, რომ ნერვული პროცესების სისტემურობა ჩაგვეთვალა ფიქსირებული განწყობის შესატყვის ფიზიოლოგიურ მოვლენად.

## 12. განწყობის ცნება ნეიროფიზიოლოგიაში.

თუ ცხოველის ნერვულ სისტემაზე ისეთი პირობითი გამლიზიანებით ზემოქმედებას მივმართეთ, წერს ანონინი, რომლის განმტკიცებისათვის ხორცი იყო გამოყენებული, მაშინ მოქმედების აკცეპტორი, რომელიც გაცილებით უფრო ადრე იყო ნერვულ სისტემაში ჩამოყალიბებული, ასრულებს განმსაზღვრელის როლს იმისა, რამდენად შეესატყვისება მიღებული გამტკიცება ცხოველის მიერ წარსულში შექმნილ აფერენტულ გამოცდილებას. იგი გარკვეული დროის განმავლობაში წინ უსწრებს საპასუხო რეაქციას<sup>1</sup>. ასეთია მისთვის მოქმედების აკცეპტორი.

მოქმედების აკცეპტორს აქვს დაკისრებული სანქცია და მოწონება იმის, თუ რამდენად შეეფერება უაუქციეული ინფორმაცია

<sup>1</sup> „Если, например, на нервную систему животного подействовал условный раздражитель, всегда подкрепляющийся мясом, то акцептор действия, складывающийся уж вначале действия условного раздражителя, т. е. задолго до самого подкрепления, определяет затем, в какой степени полученное подкрепление соответствует прежнему афферентному опыту животного“ (ანონინი).

წინასწარმომზადებულ აგზნებას, ანოზინის აზრით. ცხოველის გამოცდილებას („Задетивленном возбуждении, т. е. прошлomu опыту животного“). ამიტომაც, რომ მშვიერ ძალს თუ ქვა გადავუვღეთ, იგი მისკენ გაიქცევა, ზედ ცხვირსაც დაადებს, შეიძლება კბილით აილოს. მაგრამ იქვე პირიდან გამოაგდებს. რამდენჯერაც არ გადავუვღებთ ძალს ქვას, იგი მისკენ გაიქცევა, მაგრამ არც ერთხელ არ მიმართავს ქამისთვის განკუთვნილ ქცევის აქტებს. ცხოველის ასეთი მიზანშეწონილი მოქმედება აკცეპტორის მიერაა განსაზღვრული, რომელზედაც დაყრდნობით ასრულებს იგი გამლიზიანებლის გასინჯვას. ლუ ყნოსვისა და გემოს რეცეპტორებიდან წამოსული იმპულსები (ინფორმაცია) არ შეესატყვისება ცხოველის გამოცდილებას, რომელიც აკცეპტორის სახითაა ორგანიზმში წარმოდგენილი, იგი მყისვე პირიდან უკუაგდებს შეცდომით აღებულ ქვას.

ამრიგად, ცხოველი „ცდისა და შეცდომის“ პრინციპით როდღა მოქმედებს. მის ორგანიზმს აკცეპტორის სახით მოეპოვება შინაგანი დასაყრდენი, შეიძლება გვეთქვა, მძლოლი, რომელსაც ქერქში მიმდინარე პროცესები გარკვეული მიმართულებით მიჰყავს. ამ გარეობებისათვის ფესვს მისცემს ყურადღება. თავის ერთ-ერთ გამოკვლევაში მას აქვს აღნიშნული, როგორც ანოზინი მიუთითებს, რომ ამის ანალოგიური რამ მართლაც არსებობს ავტომატური რეგულაციის აპარატებში, მაგრამ ნერვულ სისტემაში მისი არსებობის შესახებ მან არაფერი იცის. ნეიროფიზიოლოგიაში, მისი აზრით, უნდა გადაიდგას ნაბიჯი ამ ძნელი ამოცანის გადასაწყვეტად. ამგვარი შეგუების მოსაზრებებს სხვადასხვა კერძო შემთხვევაში. ფესვარის ამ მოსაზრებას დაერთვის ანოზინის დასკვნა, რომ მან შეძლო ნერვულ სისტემაში მოენახა უკუქცევითი ინფორმაციისათვის განკუთვნილი აპარატი, რომელსაც იგი მოქმედების აკცეპტორს უწოდებს.

ანოზინის მოსაზრება, ვფიქრობთ, არაფერს შეიცავს არსებითად განსხვავებულს იმისაგან, რაც ვინერის მიერ იყო მათითებული. ვინერსაც აფექტური ტონუსის შესატყვის ფიზიოლოგიურ ცნებად მიაჩნია ქერქში აწეული აგზნებადობის პუნქტის არსებობა. თუ მოქმედების აკცეპტორი ქერქში აწეული აგზნებადობის იდენტური ცნებაა, მაშინ იგი ახსნით მნიშვნელობას კარგავს. მართლაც აგზნება იქნება დადებითი თუ უარყოფითი, იგი ყოველი სახის ქცევაში ერთნაირად მონაწილეობს და ასეთი მოვლენის მიხედვით როგორ უნდა იყოს შესაძლებელი ქცევის, მისი მიზანშეწონილების ახსნა ნერვული სისტემა აგზნებულა მაშინაც, როცა გვიხარია და იმ შემთხვე-

ვაშიაც, როცა გულმოსული ვართ. ამასთან დაკავშირებით უფლება გვაქვს ვიკითხოთ: როგორ უნდა მოვახერხოთ ცნობა იმის, რომელმა აგზნებამ გამოიწვია სიცილი და რომელმა ცრემლი? ვფიქრობთ, რომ აგზნების ცნება ამის გასათვალისწინებლად არ გამოდგება. აგზნება ქცევის ერთ-ერთი შემადგენელი კომპონენტია და არა თვითონ ქცევა; ამიტომ ქცევის რეგულატორის როლს მას ვერ დავაკისრებთ. ალბათ, ამას გაუწვია ანგარიში ქცევის რეფლექსური თეორიის პირველმა ავტორმა სეჩენოვმა, რომელმაც თავის მოძღვრებაში ქცევის რეგულატორის როლი მიაკუთვნა არა აგზნებას, არამედ რეფლექსის შუა ნერვს — შეგარძნებას.

როგორია მდგომარეობა საბჭოთა კავშირის ფარგლებს გარეშე არსებულ ლიტერატურაში? ამ საკითხზე პასუხის გასაცემად საკმარისია დავასახელოთ კ. პრიბრამის გამოკვლევა, რომელიც რუსულ ენაზე გადათარგმნილი მოთავესებულია ეურნალში „Вопросы психологии“, № 2, 1961 წ., სათაურით: „К теории физиологической психологии“.

პრიბრამის აზრით, ქცევის თეორია რომელიც ემყარებოდა „სტიმულ-რეაქციის“ პრინციპს, არ არის საკმარისი, იგი გადასინჯვის მოითხოვს. ამასთან დაკავშირებით უნდა გადაისინჯოს რეფლექსური რეაქციის ცნება, რომელიც არსებითად „სტიმულ-რეაქციის“ პრინციპის გასამტკიცებლად იყო მოწოდებული. მეცნიერებისათვის ცნობილია, წერს იგი, რომ რეცეპტორების აქტიობა იმყოფება ცენტრალური ნერვული სისტემის აფერენტული ნაწილის კონტროლის ქვეშ. აგრეთვე მეორე მსოფლიო ომის დროიდან ტექნიკაში გამოყენება ჰპოვა უკუქცევითი კავშირის („fed back“) ცნებამ, რომელიც კონტროლს უწევს მანქანის მოწესრიგებულ მოქმედებას. ამან ძალე მიიქცია ნეიროფიზიოლოგების ყურადღება და მათ მიერაც ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში აღმოჩენილ იქნა კონტროლის თვისებებით აღჭურვილი სერვო-მექანიზმი. ამიერიდან ქცევის მექანიციკური პოზიცია შეიცვალა, ორგანიზმი აღიარებულ იქნა არა პასიურ პროტოპლაზმურ მასად, არამედ მოქმედ, აქტიურ არსებად, რომლის ქცევა არა უშუალოდ გარეგანი სტიმულით არის განსაზღვრული, როგორც მიუთითებს პრიბრამი, არამედ თვითონ ორგანიზმი უწევს კონტროლს იმას, თუ რა იქნება მისთვის მოქმედების სტიმული. ეს კონტროლი ხორციელდება ცენტრალური ნერვული სისტემისა და უკუქცევითი კავშირების გზით.

ანატომიური წარმოქმნა, რომელიც ამ კონტროლს ახორციელებს, არის რეტიკულარული ფორმაცია. რეტიკულარული სისტე-

მის ყოველ უჯრედში შემოდის აგზნება. წერს პრიბრაში. გრძელ კლასიკურ გზათა მრავალრიცხოვან კოლატერალიდან. რომელიც საწყისის იღებს ორგანიზმის სხვადასხვა რეცეპტორული ველიდან. რეტიკულარული სისტემის ყოველი ნერვული ელემენტი გავლენას განიცდის სხვადასხვა ნენსორული მოდლობებიდან, როგორც ამას გვიჩვენებს მიკროელექტროდებით ფიქსირებული ელექტრული აქტივობა. დადასტურებულია, რომ ამ სისტემას ორმხრივი კავშირი აქვს დიდ ჰემისფერობთან, სახელდობრ, ტვინის ღეროს რეტიკულარული სისტემის ელექტრონული სტიმულაციის დროს როგორც ქერქი, ისე ქერქიდან წამოსული იმპულსი გავლენას ახდენს რეტიკულარული ფორმაციის აქტიურობაზე. სპეციალურ აფერენტულ გზებსა და დიფუზურ რეტიკულარულ სისტემას შორის ასეთი ურთიერთობა წარმართავს აზრს იქითკენ, რომ ამ მექანიზმების ყველაზე უფრო შესაძლო ფუნქცია უნდა იყოს, თანახმად პრიბრაში დასკვნისა, „ნერვული სისტემის აგზნებულებების მდგომარეობის საერთო რეგულაცია“. ეს ის დებულებაა, რომელსაც, როგორც ვნახეთ, ანოხინი იცავდა.

მაგრამ ეს კიდევ არ წყვეტს საკითხს იმის შესახებ, თუ როგორ ხდება სტიმულების შერჩევა, რა აძლევს ქცევას გარკვეულ მიმართულებას. წონასწორობისათვის განკუთვნილი მექანიზმი ამისთვის არ არის საკმარისი. ამიტომ დამატებითი ძიების საჭიროება დადგა. თავის ტვინის ლიმბიკური სისტემის ფიზიოლოგიის შესწავლის საფუძველზე მონახულ იქნა ექსპერიმენტული ფაქტები, რომელთა საფუძველზე ამ კითხვაზედაც მოიპოვება ჩვენთვის საინტერესო პასუხი. წინატვინის ამ საინტერესო წარმოქმნაში აღმოჩნდა ნერვული მექანიზმი, რომელიც ორგანიზმის წინასწარმიდრეკილების განხორციელებას უწყობს ხელს. მრავალი სხვა ფიზიოლოგიური და ნევროლოგიური ფაქტების ანალიზის შედეგად პრიბრაშს გამოტანილი აქვს დასკვნა:

„ორგანიზმში არსებობს არა მარტო წონასწორობის მექანიზმი, არამედ აქტიურობის, არჩევანის უზრუნველყოფელი მექანიზმი. თეორია, რომელიც გულისხმობს ამ მექანიზმის ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში არსებობას, სწორედ ის უსვამს ხაზს ორგანიზმის რეაქციების მიმართულებას, ვიდრე მისი მდგომარეობის წონასწორობას. იყო ცდა ორივე თვალსაზრისის შერიგებისა, ე. ი. მიღებულიყო მხედველობაში როგორც ორგანიზმის რეაქციების აქტიურობა, მომზადების (ხაზი ჩენია. ი. ბ.), ისე მისი მდგომარეობის წონასწორობის დაცვის მხრივ“.

ამით ჩვენ მხოლოდ იმის ჩვენება გვსურს, რომ უცხოეთში ინტენსიური კვლევა მიმდინარეობს, მოინახოს ქვეყნის ისეთი ნევროლოგიური მექანიზმი, რომელიც თავიდან ჰქონდა ნაგულისხმევი განწყობის თეორიას. ის, რაც ამჟამად არის გაკეთებული ორმხრივ არის ჩვენთვის საინტერესო: 1. განწყობის ცნება ქვეყნის მეცნიერებაში კანონიერი ცნებაა, 2. თანამედროვე ნეიროფიზიოლოგიაში მისი ნერვული მექანიზმების ძიებისათვის ფართოდ არის გაშლილი მუშაობა. სრული იმედი არსებობს, რომ დღემდე ნაყოფიერად წარმართული ეს კვლევა-ძიება წარმატებით დამთავრდება.

ტვინის შუბლის წილები დაზიანებულ ადამიანებზე ცდების ჩატარების შედეგად მეტად საინტერესო ფაქტი აღმოჩნდა ჩვენ განკარგულებაში. ავადმყოფს, თუ ხელში მივეციტ გასასინჯად დიდი და პატარა ობიექტები, ამ გზით განწყობის ფიქსაცია შედარებით ადვილად ხორციელდება. სამაგიეროდ, იგივე ავადმყოფს თუ დავავალეთ წარმოიდგინოს იგივე ობიექტები და წარმოსახულს სიტუაციაში სცადოს განწყობის ჩამოყალიბება, ეს შუბლის წილები დაზიანებული ადამიანებისათვის მიუღწეველი რჩება. ეს იმის მაჩვენებელია, რომ ამ ავადმყოფებს არ გააჩნიათ ის შინაგანი დასაყრდენი, რომელიც გარკვეულ მიმართულებასა და თანამიმდევრულ მიმდინარეობას მისცემდა მათ ქვეყას. ეს 15 წლის წინათ მოპოვებული ექსპერიმენტული ფაქტი, თავის ტვინის ლიმბიკური სისტემის ნეიროფიზიოლოგიის გაცნობის შემდეგ, სრულიად განსაკუთრებულ მნიშვნელობას იძენს!

<sup>1</sup> ტვინის აწყობის პროცესში გამოკვეყნდა A. H. Берштейн-ის წერილი: „Пути задачи физиологии активности“. „Вопросы философии“, № 6, 1961, სადაც განწყობა განხილულია როგორც თანამედროვე ფიზიოლოგიის ძირითადი მნიშვნელობის ცნება. აქვე არის მითითებული, რომ მოძრაობა, რომელსაც კუნთი ასრულებს, მოქმედებაში სიგნალს (пусковой и спусковой) მოყავს, მაგრამ შინაარსი ამ სიგნალების გარეშე რჩება. საერთოდ, ადამიანის ნებისმიერი მოქმედების მიმართ მიუთითებს იგი, არც ერთი სიგნალი არ სარგებლობს გადაწყვეტი მნიშვნელობით, შეიძლება იგი სრულიადაც არ არსებობდეს „Эти-то действия, для которых не только программа, но и инициатива целиком определяется изнутри индивида“... „Опираясь на намеченную программу действия, центральная нервная система в состоянии осуществлять и действительно осуществляет еще и преднастроики и возбудимости всех занятых чувствительных и двигательных элементов“. ამით ანტიციპაციისა და ექსტრაპოლაციის მექანიზმებზეა მითითებული, რომელმაც მიიღო, „В различных условиях наблюдения и от различных наблюдателей названия то нервно-мышечного тонуса, то физиологической установки, то последние годы, функции ретикулярной формации мозга, хотя все большее количество данных говорит за то, что здесь имеем дело с одним и тем же обширным кругом взаимно-связанных фактов“. გვ. 88—89.

### 1.3. განწყობის იერარქიული წაფესურები

როგორც ითქვა, ქიმიური ნივთიერების სიჭარბის შემთხვევაში, თანახმად ჰომეოსტაზის პრინციპისა, ორგანიზმი თვითონ იღებს ზომებს ნორმალური მდგომარეობის აღსადგენად. ასევე იქცევა იგი, როცა რომელიმე ნივთიერების დანაკლისს განიცდის. პრინციპულად იგივე მდგომარეობასთან გვაქვს საქმე, როცა წყურვილის მოთხოვნილებით ამოქმედებულ ორგანიზმში, ისეთი განწყობის აქტუალიზაცია ხდება, რომელიც საფუძვლად ედება წყლის საშოვნელად აუცილებელი ქცევის აქტების რეალიზაციას. ჰომეოსტაზის დონეზე ორგანიზმი არ ზრუნავს დანაკლისის შესავსებად საჭირო ნივთიერების საშოვნელად და არც გარეთ ჩანს მოქმედება, რომელიც ამ შემთხვევაში ორგანიზმში მიმდინარეობს. როცა ორგანიზმს ცივა, იგი ჰომეოსტაზის დონეზე მოქმედ მექანიზმებსაც მიმართავს: პერიფერიული კაპილარები იკუმშება, სისხლი შინაგანი ორგანოებისკენ მიემართება ორგანიზმის შინაგანი ტემპერატურის დასაცავად. კანის უჯრედები იკუმშება. რომ გარედან სიცივის შემოკრა არ მოხდეს და ა. შ. არც ისე იშვიათად იქმნება მდგომარეობა, როცა ჰომეოსტაზის დონეზე მიღებული ღონისძიებანი საკმარისი არ არის და ორგანიზმი იძულებულია დამატებითი ზომების მისაღებად. ქცევის ახალი ფორმა ეძიოს.

დაუკმაყოფილებელი მოთხოვნილება თავისი შესატყვისი განწყობის აქტუალიზაციას იწვევს, რომელიც საფუძვლად ედება თბილი სადგომის მონახვას, ცეცხლის დანთებას, ფეჩის გახურებას, საბნის მოხურვას და ა. შ. ქცევის ეს აქტები განსხვავდება ზემოაწერილი ჰომეოსტაზური მექანიზმებით განსაზღვრული მოქმედებისაგან იმით, რომ აქტუალური მოთხოვნილების დაკმაყოფილებისათვის ორგანიზმი აუცილებელ საშუალებებს არა თავის თავში, არამედ გარეთ ეძებს, მის გარშემო არსებულ გარემოში. ერთი სიტყვით, ქცევას მიმართულება აქვს და ამიტომაც, რომ თირკმლის ზედაჯირკვლის დეფექტით შეპყრობილი ბავშვი, სათანადო ოპერაციაგადატანილ ვირთაგვას მსგავსად, ყველგან მარილიან საჭმელს დაეძებს. კალციუმის მარილის (კირის) დანაკლისის შემთხვევაში, რომელიც ორსულ ქალებში გვხვდება, ადამიანი თვით თიხას, ცარცს სიამოვნებით მიირთმევს. ცარცის ბუნებაში ძიებას და ამ გზით ორგანიზმის დანაკლისის ხელოვნურად შევსებას ინდივიდი იმიტომ მიმართავს, რომ ჰომეოსტაზის მექანიზმების დონეზე მისი აღდგენა ვერ ხერხდება. ჰომეოსტაზი იმ რესურსებით ახორციელებს წონასწორობის აღდგენას. რომელიც ხანგრძლივი არსებობის შედეგად აქვს ორგა-



ნიზმს შექმნილი. ორგანიზმის წინაშე ინტეგრაციის უფრო მაღალ საფეხურზე მოქმედების საჭიროება დგება. რა გვაქვს მხედველობაში, ეს შემდეგი მაგალითიდან ჩანს. მწყურვალე ადამიანის სული დაუფიქრებლად დოქისკენ მიემართება, კიქაში წყალს ასხამს და სავსე კიქა მიაქვს პირისკენ დასალევად. აქ ქცევის ერთ აქტს მეორე მოსდევს, მეორეს — მესამე და ა. შ. ასეთ თანამიმდევრობას ქცევა ფიქსირებული განწყობიდან იძენს. იგი აძლევს ქცევას გარკვეულ მიმართულებას.

ჩვენ მიერ განსახილველად აღებული მოვლენის განვითარება ამით არ მთავრდება. ვთქვათ, ქცევის მიმდინარეობის უწყვეტ ჯაჭვში შეფერხებამ იჩინა თავი, — დოქი ცარიელი აღმოჩნდა. რა უნდა მოჰყვეს ამას? ადამიანი უმაღლეს შემჩრდება და აქამდე ქცევაში ჩართული, მაგრამ ახლა მის განგამოყოფილი აზრი თავის განსჯის საგნად აქცევს. როგორც ავტომატურად მიმდინარე ქცევის აქტებს, ისე მისი შეფერხების მიზეზს. ამას მოჰყვება პრაქტიკული მოქმედების სფეროში მიმდინარე ქცევის აქტების გადატანა თეორიული მოქმედების სფეროში.

ცხადია, ფიქსირებული განწყობის რეალიზაციის შეჩერება ყოველთვის არ ხდება შემთხვევით. ადამიანის განკარგულებაში ნებისყოფაა, რომელსაც იგი, რასაკვირველია, საჭიროების მიხედვით იყენებს. ადამიანისათვის ნებისმიერად შეჩერება შეადგენს პირობას იმისა, რომ ქცევის წარმოება აქტუალური მოთხოვნილები-სა და გარემოს ურთიერთობის სფეროდან გადაიტანოს აზრით ანუ წარმოსახულს სიტუაციაში. ამრიგად, ჰომეოსტაზური მექანიზმების განვითარების ადამიანურ საფეხურზე განწყობის შემუშავება ნებისმიერად წარმოსახულს სიტუაციაში მიმდინარეობს და ამით განსხვავდება იგი განწყობის დანარჩენი სახეებისაგან.

ამ შემთხვევაში მხოლოდ იმის ჩვენება გვაინტერესებდა. რომ ცოცხალ არსებას გააჩნია განწყობის ინტეგრაციის განსხვავებულ საფეხური. 1. ჩვენ განკარგულებაში არსებული ცოდნის მიხედვით იგი ისეთი მოვლენებით იწყება, რომელიც ჰომეოსტაზის სახელითაა ცნობილი. 2. განვითარების შემდეგ საფეხურზე ორგანიზმის მოქმედების სფერო ფართოვდება და კუნთები მათთვის დამახასიათებელი ტონიკური შეკუმშვით ჩაერთვიან საქმის ვითარებაში. ქცევის ორგანიზაციის ამ საფეხურზე შეიძლება ვიგულისხმოთ, რომ განწყობა არსებითად პოსტურალური პოზის სახითაა წარმოდგენილი. 3. ერთი დიდი ნაბიჯი ცენტრალური ნერვული სისტემის განვითარების შემდგომ საფეხურთან არის დაკავშირებული, რომელმაც

უზრუნველყო ქცევის ორგანიზაციაში ფსიქიკური „ძალების“ მონაწილეობა. ასე თანდათანობით მიაღწია ორგანიზმმა განწყობის შემუშავებას, რომელიც მასში ფსიქოფიზიკური ძალების ერთიანობას ემყარება. მისი ერთი ფორმა მხოლოდ მემკვიდრეობით გამტკიცებული მექანიზმებით სარგებლობს მეორე ძირითადად — შექმნილით.

ამის შემდეგ იწყება მე-4 სპეციფიკური ადამიანური საფეხური, რომლისთვის დამახასიათებელია წარმოსახული მოთხოვნებისა და გარემოს ერთიანობის შედეგად ჩამოყალიბებული განწყობის საფუძველზე მოქმედება.

განწყობის ინტეგრაციის საფეხურების განხილვა გვიჩვენებს, რომ მათი სახით ჩვენ წინაა სუბსისტემები, რომელთა ერთიანობის გამომხატველად გვაქვს ჩვენ ორგანიზმის ცნება. აქედან გასაგებოუნდა იყოს, რატომ არის განწყობის საფეხურები ერთიმეორესთან ორგანულად დაკავშირებული და რატომ არ შეიძლება არც ერთს გამორიცხვა ორგანიზმის საერთო მოქმედებისაგან.

რას გვეუბნება განწყობის გარშემო გამართული მსჯელობა? ვფიქრობთ, მივალწიეთ ქცევის მოდელის დახასიათებას, რომელიც ძლიერ ახლო მსგავსებას პოულობს სევრომექანიზმით აღჭურვილი: ავტომატის მოქმედებასთან.

## ქვანტიტატიკური პრობლემა უსიქოლოგიაში

### 1. ფსიქოფიზიკური ექსპერიმენტი

როცა ბუნებისმეტყველების მიღწევების ზეგავლენით ფსიქოლოგიაში ექსპერიმენტი დამკვიდრდა და ჩამოყალიბდა ექსპერიმენტული ფსიქოლოგია, ფსიქიკური პროცესების გაზომვა, მათი ოდენობაში გამოხატვა ერთხელ და სამუდამოდ გადაწყვეტილ საკითხად იქნა მიჩნეული. ბევრი რამ მნიშვნელოვანი არის გაკეთებული ყურადღებისა და ცნობიერების მოცულობის, მეხსიერების ცალკეული პროცესების, აზროვნების, წარმოდგენების ქვანტიტატიკური დახასიათების მიმართულებით. XIX საუკუნის უკანასკნელ წლებში ინტელექტის (ზოგადი გონიერების) გაზომვის, მის კოეფიციენტში გამოხატვის საშუალებაც იქნა მოპოვებული (IQ) და ბინე-სიმონის ტექსტების საფუძველზე გაჩნდა შესაძლებლობა იმისა, რომ განესხვავებიათ ზოგადი გონიერების ასაკი ფიზიოლოგიური ასაკისაგან.

ექსპერიმენტული ფსიქოლოგიის ისტორია, ამ სიტყვის ნამდვილი მნიშვნელობით, ფსიქოფიზიკის, როგორც ფიზიოლოგიისა და ფსიქოლოგიის მოსაზღვრე საკითხებით დაინტერესებული დარგის ჩამოყალიბებიდან იწყება. შეიძლება ფსიქოფიზიკის სფეროში ბევრი რამ არ იდგა სათანადო მეცნიერულ დონეზე, მაგრამ დანამდვილებით შეიძლება ითქვას, რომ ვებერის კანონი ამჟამადაც ძალაშია დარჩენილი და სათანადო მეცნიერული ცოდნით შეიარაღებულ მკვლევარს უცდის.

ექსპერიმენტისადმი ინტერესი ფსიქოლოგიაში, ყოველ შემთხვევაში, XIX საუკუნის დასაწყისში ფენომენოლოგიური მიმართულებისა და ფსიქოანალიზის ზეგავლენით შენელდა, მაგრამ ამერიკულ ფსიქოლოგიაში ბიჰევიორისტული მიმდინარეობის წყალობით

ქვანტიტატიკური მიდგომა აუცილებელ ღონისძიებად იქნა აღიარებული ფსიქოლოგიის როგორც თეორიის, ისე პრაქტიკის სფეროში. ამას თავისი მიზეზი აქვს. ამერიკაში ფსიქოლოგია ტექნიკისა და ფიზიკური მეცნიერების განვითარებისათვის ანგარიშის გაწევით ვითარდებოდა. აქ ფიზიკამ მიაღწია სხვა მეცნიერებისათვის მისაბამ დონეს განვითარებისა, რომლის გარეშე არც ფსიქოლოგია დარჩენილა. ამერიკაში ფსიქოლოგიას ნაკლებად ეტყობა ცდა ფიზიკისაგან არსებითად განსხვავებული გზა დაიკავოს. განსაკუთრებით მიზიდველი აღმოჩნდა ფიზიკის მეთოდოლოგიური შეხედულებიდან გამომდინარე ღონისძიება -- დაკვირვების ობიექტი გამოეყოთ დამკვირვებლისაგან და მხოლოდ ასეთ პირობებში ყოფილიყო მისი შესწავლა განხორციელებული. ამას ხელი არ შეუშლია ფიზიკის, ასტრონომიის, ქიმიის, მათემატიკის განვითარებისათვის, მაგრამ მძიმე მდგომარეობაში აყენებდა იგი ფსიქიკის მკვლევარს. საქმე ისაა, რომ „პიროვნების განზომილების“ გამოძახილი ასტრონომიისა და ფიზიკის ლაბორატორიებში ჩატარებულ ექსპერიმენტებშიაც პოულობდა გამოხატულებას. მაგრამ იმდენად არა, რომ ამ მეცნიერების წარმომადგენლების წინაშე დაესვა საკითხი თვითდაკვირვების მეთოდის გამოყენების შესახებ. ფსიქოლოგიის განვითარებაც, როგორც ითქვა, ექსპერიმენტის გამოყენებამ განსაზღვრა. ისიც არასოდეს არ ცდილა მოწყვეტოდა საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა მიერ შექმნილ ნიადაგს, რამაც ბუნებრივად გამოიწვია ფსიქოლოგიაში არა მარტო ფიზიკის განკარგულებაში არსებული ფაქტებისათვის ანგარიშის გაწევა, არამედ შემოეტანა მისი ძირითადი მეთოდი — მოვლენების ქვანტიფიკაციისა.

ამაში უნდა ვეძიოთ მიზეზი. რომ ამერიკაში არაჩვეულებრივად ფართო მასშტაბითაა გამოყენებული ეგრეთ წოდებული მენტალური ტესტები, კორელაციური ანალიზი, ძალის განსაზღვრა, ამა თუ იმ ფუნქციის ოდენობაში გამოხატვა, მისი ვარგისიანობის განსაზღვრა და ა. შ. ასეთია ღონისძიებანი, რომლის მიხედვით ხორციელდება ფსიქიკის ქვანტიტატიკური დახასიათება. ფსიქომეტრიას ქვაკუთხედია თითოეული კრიტერიუმის სტატიკურ ტერმინებში ფორმულირება. რაც ამ კანონზომიერებას არ ემორჩილებოდა მიჩნეული იყო ფანტაზიის ნაყოფად. საერთოდ, რაც ფსიქიკური მოვლენების ქვანტიტატიკურ დახასიათებას არ ეგუებოდა არც კი იწვევდა მკვლევართა ერთ ნაწილში დაინტერესებას. ფსიქოლოგიური მეცნიერების სტრუქტურა ვითარდებოდა მეტ წილად წინამძღვრის საფუძველზე, რომლის მიხედვით მეცნიერული ქვემარტების — ობიექ-

ტურობა მხოლოდ გაზომვის საშუალებითაა მისაწვდომი. შეიძლება ეს ისეთი ჰეშმარტებაა, რომელიც ეხლაც გამოდგება სახელმძღვანელო პრინციპად, რომ თანამედროვე სტატისტიკა განთავისუფლებული იყოს ატომისტური ფსიქოლოგიის შეცდომებისაგან და კერძოული ხასიათის მოვლენების მაგიერ მთლიანის კანონზომიერებისადმი დაინტერესებას იჩენდეს.

ქვანტიტატიკური მეთოდის გამოყენება ყველა საკითხის საკვლევად, უთუოდ სწორი ვიქნებით თუ ვიტყვით, შეიძლება არც აღმოჩნდეს შესაძლებელი. მაშასადამე, აუცილებელია კვლევის ამ მეთოდისათვის თავისი ადგილის მიჩენა და სათანადო საკითხების შერჩევა, რომლის შესწავლა შესაძლებელია თანამედროვე მათემატიკური სტატისტიკის დახმარებით. არ შეიძლება მხედველობაში არ მივიღოთ მათემატიკური სტატისტიკის განვითარების თანამედროვე დონე, მისი შესაძლებლობები ჭერჭერობით განსაზღვრულია, რადგანაც იგი მეცნიერების დარგია და როგორც მეცნიერების დანარჩენი დარგი, ისიც საჭიროებს განვითარების გრძელი გზის გავლას. მაგრამ განვითარების როგორი დონეზე არ უნდა ავიდეს სტატისტიკა, ჩვენი აზრით, რიცხვი არასოდეს არ იქნება სიტყვაზე უფროობიექტური. ციფრებს სიტყვაზე უფრო მეტი ძალა, როგორც საკომუნიკაციო საშუალებას, არც აღმოაჩნდება. ეს სრულიად უდავოა; მაგრამ არც ის იქნება მართებული, რომ ციფრს სიტყვა და სიტყვას ციფრი დაუპირდაპიროთ. ერთსაც და მეორესაც ადამიანის აზროვნებაში სათანადო ადგილი უკავია. ციფრი ალგებრის სამეტყველო ენაა, ისიც სიმბოლოა, რომელიც წონაზომის აღმნიშვნელის როლს ასრულებს ჩვენ მეტყველებაში. მათემატიკა რიცხვის ასეთი დანიშნულებით ვერ დაკმაყოფილდა და რიცხვების ადგილი სემანტიკიდან დაკლილ სიმბოლოებს დაუთმო. მათემატიკური აზროვნება შინაარსიდან განწმენდილი ნიშნებით არის დაინტერესებული, ამიტომ შეცვალა მან სიტყვები და ციფრები სემანტიკის მხრივ ნეიტრალური ნიშნებით და მხოლოდ მისთვის მისაწვდომი მეტყველების გზით წარიმართა. მეცნიერების სპეციფიკურობა შეიძლება მოითხოვდა ასეთი ნაბიჯის გადადგმას, მაგრამ ამის სახელმძღვანელო პრინციპად აღიარება შეუძლებელია ისეთი მეცნიერებისათვის, როგორც არის ფსიქოლოგია. იგი განცდის ბუნებითაა დაინტერესებული და რა უნდა იყოს განცდა იმ მნიშვნელობის გარეშე, რომელსაც მისი შინაარსის ბირთვის როლი აქვს დაკისრებულ.

ამის აღნიშვნა სრულიად არ ნიშნავს, როგორც ამას ფსიქონალიზის წარმომადგენლები ჩადიან, ფსიქიკურის ქვანტიფიკაცია.

ბრძოლა გამოუცხადოთ. ფროიდის სკოლის წარმომადგენლები საერთოდ წინააღმდეგი არიან ექსპერიმენტის და, მაშასადამე, ცხადია, ებრძვიან ფსიქიკური მოვლენების, როგორც ისინი უწოდებენ, ნუმერაციას. ებრძვიან მას იმიტომ, რომ, როგორც მიუთითებენ, თითქოს ახასიათებდეს დამახინჯების ტენდენცია. იგი ატომისტურია და თან, თითქოს, აწარმოებს მნიშვნელობის იგნორაციას. ფსიქიკურის ოდენობაში გამოხატვას ყოველთვის თან სდევს ან გადაფასება ან დაუფასებლობა. სტატისტიკა ამ მანკის გამოსასწორებლად ნაკლებად სანდოა, რადგან ზერელე აბსტრაქციით მოპოვებულ მასალებს ემყარება.

თუ ეს ასეა, ისმის კითხვა — როგორი უნდა იყოს ფსიქოლოგიაში კემპარიტების კრიტერიუმი? როგორაა მოსახერხებელი ფსიქოლოგიური ჰიპოთეზის შემოწმება? ზემოთქმულის მიხედვით ამ კითხვაზე პასუხის გაცემა არ უნდა იყოს ძნელი. ქვანტიტატიურ მეთოდს ყოველ პრობლემაზე არ შეუძლია სწორი პასუხის გაცემა, მაგრამ ფსიქოლოგიაში ისეთი პრობლემებიც მოინახება, რომლის მიმართ სტატისტიკის გამოყენება მეტად ნაყოფიერი აღმოჩნდება. მას შეუძლია მეტი თანამიმდევრობა შეიტანოს მოვლენების მიმდინარეობაში და არ არის გამორიცხული, რომ გაგვიადვილოს მნიშვნელობის წვდომა.

თორნდაიკის აზრით ყოველი სახის ფსიქოლოგიური მოვლენა ბოლოს და ბოლოს შეიძლება გაიზომოს. ამ ნათქვამში ფსიქონალიზის წარმომადგენლები ხედავენ ბიხევიორიზმის ატომისტურ-სტატისტიკურ ხასიათს. სტიმულ-რეაქციის პრინციპზე მდგომი მკვლევარისათვის, როგორცაა უოტსონი, ამის გაზიარება ადვილია, რადგანაც მისთვის ყოველივე არსებული, ოდენობის ფორმაში, შეიძლება არსებობდეს, ვინაიდან მისთვის როგორც არსებობა, ისე ოდენობა დროსა და სივრცეზეა დამოკიდებული.

არ უნდა მივეცეთ ილუზიას, რომ მედიანას შეუძლია მთლიანად იმ პოპულაციის აღწერა, საიდანაც იგი არის აღებული. მეორე მხრივ, მედიანა უთუოდ იმაზე მეტია, ვიდრე ოდენობის მიხედვით განლაგებული რიცხვების საშუალო არითმეტიკული. გარკვეული მხრივ მედიანა მართლაც იძლევა მის აღწერას, მაგრამ მხოლოდ ისეთი მხარეებისათვის ანგარიშის გაწევით, როგორცაა: რიგი, სტანდარტული გადახვევა, პოპულაციის ოდენობა და ა. შ. თანამედროვე სტატისტიკა გვასწავლის, რომ მედიანას არა აქვს გადამწყვეტი მნიშვნელობა, თუ არ არის განხილული იმ ძირითად მოვლენასთან მიმართებაში, საიდანაც იყო ის მიღებული. ამას კონტექსტუ-

ლური რეფერენტის სახელით აღნიშნავენ, რომლის მიხედვით ხდება მედიანის გააზრება. აი ამ კონტექსტუალური რეფერენტის გამოყენებაა აუცილებელი ფაქტორების კორელაციისა და ანალიზის სფეროში.

ამჟამად გზახსნილია ორი უძლიერესი ინსტრუმენტის ნოქმედებისათვის, როგორცია სიტყვა და რიცხვი. ორივეს შეუძლია ერთიმეორეს გაუწიონ დახმარება და ამით ხელი შეუწყონ ფსიქოლოგიის განვითარებას. როგორც სიტყვა, ისე რიცხვი წარმოადგენს შინაგან და გარეგან სამყაროს გამომხატველ სიმბოლოებს, კომუნიკაციის ძირითად საშუალებებს.

## 2. სტიმულისა და რეაქციის ურთიერთობა

ფსიქოფიზიკის კვლევის საგანი შეგრძნება იყო და დღესაც მის ფარგლებში იხილავს იგი სტიმულსა და რეაქციის შორის ურთიერთობის მაუწყებელ ფაქტებს. სწორედ აქ კპოვა დასაბუთება მოსაზრებამ იმის შესახებ, რომ ელემენტარულ ფიზიკურს ელემენტარული ფიზიოლოგიური მოვლენა-აგზნება შეესატყვისება, მხოლოდ ამ უკანასკნელს, ელემენტარული ფსიქიკური — შეგრძნება. ფერების შეგრძნება უშუალოდ დამოკიდებული აღმოჩნდა ელექტრომაგნიტური ტალღების რხევაზე. დადგენილია ტალღების სიგრძის ნუსხა, რომელიც წარმოდგენას იძლევა ფერების შეგრძნების შესახებ.

ცხრილი 13

ფერის შეგრძნება	სინათლის ტალღის სიგრძე
წითელი	760—620 მკ
ყვითელი	590—560 "
მწვანე	590—500 "
ლურჯი	470—430 "
იისფერი	430—390 "

390 მკ სიგრძის ტალღების ქვემოთ (ულტრაიისფერი) და 760 მკ ზევით (ინფრაწითელი) სხივები ბუნებაში არსებობენ, მაგრამ ჩვენი მხედველობისათვის მიუწვდომელია. ასევე არსებობს ელექტრომაგნიტური ტალღების რხევის ნუსხა, რომელიც სმენისთვისაა გაანგარიშებული. ყურს შეუძლია შეიგრძნოს 12 800—17 მკ წამში 20-დან 20000 ტალღის რხევა. ტალღის სიგრძე განისაზღვრე-

ბა  $c$  მანძილით, რომელსაც ბგერა გაივლის 1 წამში და გაყოფილა ბგერავე სხეულის მიერ წამში შესრულებული რხევა  $n$ -ზე.

$$Y = \frac{c}{n};$$

ყურს არ ესმის ყოველი სიმაღლის ბგერა, აქ ზღვრული მდებარეობს 16—20 ჰერციდან 18—20 000 ჰერცამდე.

ამ ელემენტარული მოვლენის შესწავლა, რომელიც ერთ დროს ფსიქოფიზიკის შესწავლის საგანს შეადგენდა, არ დარჩენილა კიბერნეტიკის ყურადღების გარეშე. ვებერ-ფენხერის შემდეგ აქაც მოხერხდა შესამჩნევი ნაბიჯის გადადგმა. ძირითად საკითხად ისევ ძველი პრობლემა დარჩა: ფუნქციონალური კავშირის მონახვა ფსიქიკასა და სხეულს შორის. ძირითადად შეგარძნება იქნა ობიექტად აღებული და განმტკიცდა აზრი, რომ ამ ელემენტარულ-ფსიქიკური მოვლენის დახასიათება არა მარტო ოდენობის თვალსაზრისითაა შესაძლებელი, არამედ უფრო მეტიც — შესაძლებელია მის ერთეულებში გამოხატვა. ამის უშუალო ილუსტრაციას წარმოადგენს ზღვრულების კვლევა. რაში მდგომარეობდა იგი? ამის შესახებ ქვემოთ გვექნება სპეციალური მსჯელობა. აქ იმის თქმა გვსურს, რომ ფსიქოფიზიკის კვლევის სფერო გაფართოვდა, იგი სულ სხვა სფეროში იქნა გადატანილი. მაგალითად, მოსიე (1940, 1941) შეეცადა სქემის შემუშავებას, რომლის მიზანი იყო ფსიქოფიზიკის თეორიის გადმოცემა ფსიქომეტრიის ენაზე (ფსიქიკური ფუნქციების შემსწავლელი ტექსტები). ამის შესაძლებლობას მოსიე ნახულობდა იმაში, რომ ორივე მეცნიერული დისციპლინა სწავლობდა სტიმულის მიერ გამოწვეულ სიტუაციაზე ინდივიდის რეაქციას. ფსიქოფიზიკა საპასუხო რეაქციას იხილავს როგორც პიროვნების თავისებურების მაჩვენებელს, რომელიც სტიმულის მიხედვით იცვლება, მაგრამ შედარებით მყარი ჩანს. ერთი ინდივიდიდან მეორეზე გადასვლისას; რაც შეეხება ფსიქომეტრიას, მისთვის საპასუხო რეაქცია არის თვისება, რომელიც იცვლება პიროვნებიდან პიროვნებაზე გადასვლისას. მაგრამ შედარებით უფრო მყარია სხვადასხვა სახის სტიმულის მოქმედების პირობებში: როგორც ფსიქოფიზიკა, ისე ფსიქომეტრია დაინტერესებულია გამოავლინონ პირობები და საზღვრები ამ სიმყარის.

არსებული მასშტაბის მიხედვით მხოლოდ ერთი ორგანიზმისა ან მსგავსი ორგანიზმების გაზომვა შეგვიძლია. ამის უბრალო მაგალითს იძლევა ლაბორატორიაში დადგენილი შკალის მიხედვით ნორმალური ადამიანების სმენის გაზომვა. შეიძლება სმენის საშუალებ-



ბით ადამიანები დავაჯგუფოთ იმის მიხედვით, როგორია მათი სმენის აპარატი. ასეთი მყარი მაჩვენებელი შეიძლება მხედველობის სფეროშიაც ვნახოთ, თუ გავზომავთ არსებული შკალის მიხედვით თითოეული ადამიანების მხედველობას. ამ გზით ნახული თავისებურების გამოყენება შესაძლებელია ინდივიდთა შორის სხვაობის დასადგენად და ცალკეული ჯგუფების გამოსაყოფად.

ეს გვეუბნება იმის შესახებ, რომ როგორც სმენის, ისე მხედველობის შეგრძნების, ე. ი. სათანადო სტიმულზე საპასუხო რეაქციის არა მარტო გავზომავთ შესაძლებელი, არამედ მისი ისეთი მყარი თვისების დადგენა, რომლის მიხედვით შესაძლებელი იქნება ადამიანთა დაჯგუფება. მყარი აქ მიგვიითებებს იმაზე, რომ სტიმულის ცვალებადობას თან სდევს, ყოველ მის უცვლელად გამეორების პირობებში, შედარებით მყარ თვისებების მატარებელი საპასუხო რეაქცია. რასაკვირველია, ამისთანა მოვლენა მხოლოდ იმ შემთხვევაშია შესაძლებელი, როცა სტიმულსა და საპასუხო რეაქციას შორის კანონზომიერი დამოკიდებულება ვლინდება.

ფსიქოფიზიკური კვლევა-ძიების პრობლემას სწორედ ამ სახის დამოკიდებულების გამოვლენა და შესწავლა წარმოადგენს. სტიმულისა და საპასუხო რეაქციის ურთიერთობის განსაზღვრა, შეიძლება ითქვას, არის საერთოდ ფსიქოლოგიის პრობლემა. იგი გაცილებით უფრო რთული და მნიშვნელოვანია, ვიდრე პირველი შეხედულებიდან ჩანს. ფსიქოფიზიკის ამ პრობლემის ასე ფართოდ გაგების გამართლებას შეიძლება მისი შემდეგი სახით გადმოცემა იძლეოდეს: სტიმულისა და საპასუხო რეაქციის ურთიერთობის განსაზღვრება შეიცავს მთლიანად იმ ცვლილებათა გათვალისწინებას, რომელსაც ადგილი აქვს როგორც გარეგან, ისე შინაგან გარემოში და რომელიც უცვლელად ტოვებს საპასუხო რეაქციას. ეს ნიშნავს, რომ ზუსტად განვსაზღვროთ იმ ცვლილების ბუნება, რომელიც თან სდევს ორგანიზმზე სტიმულის ზემოქმედებას. როცა ასეთი რამ სტიმულს ეხება, მაშინ ადვილია იმ ფაქტორების დადგენა (ფერი, განათება, ხაზი, ტალღა და ა. შ.), რომლებმაც უნდა შეასრულონ სტიმულის როლი. მაგრამ ჩვენ მხოლოდ ეს არ გვაინტერესებს, არამედ ორგანიზმში მომხდარი ცვლილება, რომელიც განსაზღვრავს საპასუხო რეაქციის სიმყარეს.

შეიძლება ჩვენთვის საინტერესო პრობლემის გახსნა არა ორგანიზმში მომხდარი ცვლილების კვალობაზეა საძიებელი, არამედ სტი-

მულის განსაზღვრის მიმართულებით. სტიმულია ის, რაც გარედან ახდენს ორგანიზმზე ზემოქმედებას და ამ გზით იწვევს მის საპასუხო რეაქციას. ავილოთ სმენის სფერო, რომლის შესახებ მრავალი საინტერესო ფაქტებია მეცნიერებაში ცნობილი. რა სახის ტრანსფორმაციის შემთხვევაშია შესაძლებელი ჰაერის ტალღის რხევას (ტონის) პერცეფცია დარჩეს უცვლელად? შეგვიძლია შევცვალოთ მისი სიხშირე? შეგვიძლია რომელიმე მის ფაზაში ცვლილების შეტანა? ეს შესაძლებელი უნდა იყოს გარკვეულ საზღვრებში, მაგრამ ჩვენთვის უცნობია თვითონ ამ საზღვართა მდებარეობის ადგილი. კიდევ უფრო ნაკლები ცოდნა გვაქვს ტალღათა ფორმის, სპექტრის, ხანგრძლიობის, წინმსწრობი სტიმულების მნიშვნელობის შესახებ. ეს ეხება ისეთ ელემენტარულ სტიმულს, როგორიც არის ტონი. ხოლო უფრო რთული საპასუხო რეაქციას, როგორცაა ქალუცინაცია, აქ უფრო მეტად თვალსაჩინოა ჩვენი უცოდინარეობა მათი გამომწვევი მიზეზის გარშემო.

ესეც რომ არ იყოს, სტიმულსა და საპასუხო რეაქციათა შორის, როგორც ითქვა, არ არსებობს სწორხაზობრივი დამოკიდებულება. ყოველი საპასუხო რეაქცია ორგანიზმში ყალიბდება, რომელიც არ წარმოადგენს ტორიჩელის სიციარიელეს. ყოველ სტიმულს ორგანიზმს პასუხობს არა ეხოს მსგავსად, არამედ მასში ფილო და ონტოგენეტური განვითარების პროცესში დაგროვილი გამოცდილების საფუძველზე, ამიტომ ამბობენ, რომ სტიმულზე საპასუხო რეაქცია ორგანიზმის შინაგანი მდგომარეობით გაშუალებულია და ამდენად შეცვლილიც. საფიქრებელია, რომ რეაქცია სიმყარეს ორგანიზმის ამ შინაგან მდგომარეობიდან იძენს.

სანამ ამ მიმართულებით გავამახვილებდეთ ყურადღებას, ვნახოთ საკითხების რიგი, რომელიც ფსიქოფიზიკის კვლევის სფეროდ არის მიჩნეული. არსებობს ამ საკითხების შვიდი კატეგორია, რომლის ჩამოთვლას აქვე შევუდგებით.

### 3. ზღრუბლთა კვლევა

ა) ა ბ ს ო ლ უ ტ უ რ ი ზ ღ რ უ ბ ლ ი. ზღრუბლის ისეთი სიდიდე გვაქვს მხედველობაში, რომელიც სტიმულთა შეუწყვეტელ თანამიმდევრობას ყოფს ორ კლასად: ისეთ სტიმულებად, რომელზედაც ორგანიზმი პასუხობს და ისეთებიც, რომლის ზემოქმედებაზე არ იძლევა პასუხს. ეს უკანასკნელი ერთბაშად არ ჩნდება, არამედ თანდათანობითი შემცირების შედეგად, რასაც თან სდევს საბოლო-

ოდ ორგანიზმის მიერ პასუხის შეწყვეტა და ასე ჩნდება ფიზიკურ მოვლენათა წყვეტილი (კვანტური) ბუნება. სწორედ ამ მხრივ შეიძლება ზღრუბლი განვიხილოთ, როგორც სტიმულთა უწყვეტ მიმდინარეობაში „გათიშვის“ შემტანი.

ზღრუბლი დროის მიხედვით ცვალებადია და ერთი მომენტიდან მეორისაკენ მოძრაობს, მისი ძიება გვიხდება წინასწარ გაუთვალისწინებელ საზღვრებს გარეშე. აქ ერთგვარი ანალოგია შეიძლება არსებობდეს მათემატიკის მოქმედებასთან, რომელიც ირაციონალურ ოდენობას ეძებს ორ ოდენობათა შორის მანძილის შემცირებით და რომელთაგან ერთი დიდია და მეორე პატარა. ჩვენ სტიმულის ზღრუბლურ სიდიდეს ვეძებთ სტატისტიკურ საშუალებათა გამოყენებით, ისეთი სტიმულების ინტერპოლაციისათვის, რომელიც ზღრუბლის ზემოთ და ზღრუბლის ქვემოთ მდებარეობენ. ზღრუბლი მათ შორის მდებარეობს და ნებისმიერ წერტილს გავს, ამიტომაც მრავალი ცვალებადი პირობებისათვის ანგარიშის გაწევას მოითხოვს.

ზღრუბლის განსაზღვრაში, ცხადია, ადამიანი ღებულობს მონაწილეობას, ამიტომ მნიშვნელობა აქვს განწყობას, რომლის საფუძველზე მიმდინარეობს მის მიერ სტიმულების შეფარდება. ფსიქოფიზიკაში ცნობილია ფაქტი, რომლის მიხედვით აღმავალ და დაღმავალ ცდათა შედეგები განსხვავებულია. როცა ზღრუბლის განსაზღვრას ვაწარმოებთ სტიმულის თანდათან ზრდის მიხედვით, ადამიანი ყოველი ახალი ცდის დროს, წინასთან შედარებით, უფრო ძლიერი გამღიზიანებლის მოლოდინშია, ამიტომ წინა და ამჟამად მოქმედ გამღიზიანებელთა ძალას ადარებს ერთმანეთს და მათ შეფასებაში უშვებს შეცდომას: ძლიერი გამღიზიანებელი ნაკლებად ძლიერი გონია. დაღმავალ ცდებში უფრო ნაკლები ძალის სტიმულის მოლოდინშია, ამიტომ სუსტი გამღიზიანებელი ძლიერი გონია და მის არა შემცირებას, არამედ მატების მიმართულებით გადაფასებას ახდენს.

ბ) დ ი ფ ე რ ე ნ ც ი ა ლ უ რ ი ზ ლ რ უ ბ ლ ი ს კვლევამ უნდა გასცეს პასუხი, როგორი უნდა იყოს სტიმულის უმცირესი ცვლილება, რომელიც შესამჩნევი აღმოჩნდება ორგანიზმისათვის?

ოდნავ შესამჩნევი განსხვავება არ არის მოწყვეტილი პირველი სტიმულის ოდენობისაგან. იგი ფსიქოლოგიაში შეფარდებითი (რელატივიზმის) კანონის გამოვლინებად შეიძლება მივიჩნიოთ. შესამჩნევი სხვაობის მისაღებად რალაციის დამატებაა საჭირო, რომელიც დამოკიდებულია იმაზე, რაც უკვე არსებობს. უკეთ რომ ვთქვათ,

ვებერის კანონი, რომელიც XIX საუკუნის 30-იანი წლებიდანაა ცნობილი, შემდეგში მდგომარეობს: შეგრძნების ოდნავ შესამჩნევი გაძლიერების მისაღწევად აუცილებელია გამლიზიანებლის მოქმედებამ განსაზღვრულ დონეს მიაღწიოს: გალიზიანების იმ დანამატს, რომელიც ამ ოდნავ შესამჩნევი განსხვავების შესამჩნევად საჭირო განსხვავებების ზღრუბლი იწოდება. ამაზე მეტს ზეზღრუბლური გალიზიანება ჰქვია, ხოლო ნაკლებს — ქვეზღრუბლური.

განსხვავების ზღრუბლის ერთ-ერთი სახის — აბსოლუტური ზღრუბლის — შესახებ გვექონდა საუბარი. თუ 200 სანთლით განათების პირობებში ოდნავ შესამჩნევი განათების მისაღებად 202 სანთლით განათება საჭირო, მაშინ ცხადია, ეს ოდნავ შესამჩნევი განსხვავება 2 სანთლით გაიზომება და აბსოლუტური განსხვავების ზღრუბლს ეს რიცხვი წარმოადგენს.

ამ შემთხვევაში დიფერენცირებული ზღრუბლის გამომხატველი იქნება  $\frac{2}{200} = \frac{1}{100}$ , რაც გვეუბნება: ყოველი 100 სანთლის განათებით მიღებული სინათლის შეგრძნებას მოკუნახოთ მისგან ოდნავ შესამჩნევი განსხვავების შეგრძნება. ამისათვის აუცილებელია 100 სანთლისაგან შემდგარ გამლიზიანებელს მივუმატოთ 1 სანთელი, 200 სანთლიანს — 2, 300 სანთლიანს — 3 და ა. შ. აქედან ცხადია, რომ სინათლის შეგრძნებათა ოდნავ განსასხვავებლად დასამატებელი გამლიზიანებლის ოდენობა არ იცვლება, იგი ყველგან  $\frac{1}{100}$  რჩება.

რა დახმარების გაწევა შეუძლია ამ შემთხვევაში სტატისტიკურ გამოთვლას?

ლიპსის მაგალითის მიხედვით განვიხილოთ შეგრძნებათა მწკრივი.

$$e_1, e_2, \dots, e_n$$

ამ შეგრძნების შესატყვისი გამლიზიანებელიც ასეთივე თანამიმდევრობით გავამწკრივოთ:

$$r_1, r_2, \dots, r_n$$

en შესატყვისი იქნება ყოველთვის rn. გამლიზიანებელ rn-ში არ შეიძლება ცვლილების არსებობა ისე, რომ შეგრძნება en-ზე ამან გავლენა არ იქონიოს. ეს ცვლილება აღვნიშნოთ in, ამ შემთხვე-

ვაში გამლიზიანებლის ბოლო ინტერვალი იქნება  $r_n + i_n$ , — შესაფერისად ამისა შეგვრძნება  $e_n + 1$ ; საესებით ამის მსგავსად შეგვრძნება  $e_n + 1$  შესატყვისისა  $r_{n+1} + i_{n+1}$  და  $r - i_{n+1}$  ინტერვალი  $r_{n+1} \pm i_{n+1}$ , ხოლო შეგვრძნება  $e_{n-1}$  ინტერვალი  $r_{-1} \pm i_{n-1}$ , აქედან ასეთი განტოლება მიიღება:

$$r_{n-1} + i_{n-1} = r_n - i_n; \text{ ანუ } r_n = r_{n-1} + i_{n-1} - 1 + i_n$$

$$r_n + i_n = r_{n+1} - i_{n+1}, \text{ ანუ } r_{n+1} = r_n + i_n + i_{n+1}$$

ამრიგად, შეგვრძნებათა მწკრივი

$$e_1, e_2, e_n \dots$$

შესატყვისობაშია გამლიზიანებელთა შორის არსებულ ინტერვალთან

$$r_1 \pm i_1; r_2 \pm i_2; r_n \pm i_n \dots$$

როცა  $i$  კონსტანტური სიდიდეა, მაშინ განტოლებიდან:

$$r_1 + i = r_2 - i_1; r_2 + i_2 = r_2 - i_2 \text{ და ა. შ.}$$

თუ მხედველობაში მივიღებთ იმას, რომ სხვაობის ზღრუბლი არის მუდმივი სიდიდე, ე. ი.

$$i = i_1 = i_2 = i_3 =$$

აქედან გამომდინარეობს:

$$r_2 = r_1 + 2i; r_3 = r_2 - 2i = r_1 + 4i \text{ და ა. შ.}$$

თუ შეგვრძნებათა მწკრივის  $e_1, e_2, e_3 \dots$  რიგითი განლაგების გამომხატველად ასო  $n$  და  $m$  გამოვიყენებთ, მაშინ გამლიზიანებელთა  $r_n$  და  $r_m$ -ის მწკრივში ნორმალური მნიშვნელობისათვის ასეთი პირობები გვექნება:

$$r_n = r_1 + 2(n-1)i; r_m = r_1 + 2(m-1)i;$$

აქედან

$$r_n - r_m = 2(n-m)i;$$

შეიძლება ამ ოპერაციის სულ მოკლე ფორმულით გამოხატვა:

$$\frac{dr}{r} = \text{const.} \quad (dr - \text{დამატებითი გალიზიანებაა, } r - \text{ძირითადი}$$

გამლიზიანებელი).

ფეხნერმა ვებერის კანონს ზუსტი მათემატიკური გამოხატულება მისცა:  $E = \log A$  ( $E$  არის შეგვრძნების ინტენსივობა,  $R$  — გალიზიანების ინტენსივობა). ამ ფორმულის სიტყვიერი განმარტება იქნება: იმისათვის, რომ შეგვრძნებათა ინტენსივობა არითმეტიკული პროპორციით იზრდებოდეს, გალიზიანებათა ინტენსივობა გეომეტრიული პროგრესიით უნდა გაიზარდოს.

ვებერის ცდა — შეგრძნებაში რაოდენობითი ცვლილება და უკავშიროს გალიზიანების რაოდენობით ცვლილებას, არ აღმოჩნდა მყარი საფუძვლის მქონე

დღესაც მიმდინარეობს მუშაობა იმ მიმართულებით, რომ ვებერის კანონის მათემატიკურ გამოხატვას ზუსტი და გამოსადეგი სახე მისცენ. თუ ვებერი ასეთ გამოხატულებას აძლევდა თავის კანონს  $\Delta I = kI$ , ახლა ასეთი ხასიათის შესწორებაა შეტანილი:

$$\Delta I = k(I + I_r),$$

სადაც  $\Delta I$  არის დანამატი,  $I$  — სტიმულის ინტენსივობა,  $I_r - I$  — სულ მცირე დანამატი, ხოლო  $k$  — კონსტანტა.

ყოველივე ამას შეიძლება ასეთი სახე მივცეთ:

$$\frac{2I + I_r}{I \Delta I} = k;$$

ერთი გარემოება იქცევს ჩვენ ყურადღებას, როცა ზღრუბლის განსასაზღვრავად ცდას აღმავალი გზით ვაწარმოებთ, ე. ი. საწყის გამლიზიანებელს თანდათანობით ვამატებთ წონას, ხოლო შემთხვევაში, როცა გამლიზიანებლის თანდათან შემცირების (დაღმავალი) წესით მიგვყავს ცდა, ნაშინ ერთისა და იმავე სახის გამლიზიანებლისათვის ზღრუბლი განსხვავებულია. ამას, თანახმად ჩვენი და ა. ავალიშვილის ცდის შედეგებისა, როგორც ზემოთაც იყო მითითებული, ინდივიდის ფიქსირებული განწყობიდან ნაწარმოებ ფაქტად ვთვლით. აღმავალი ცდის დროს ცდისპირი უფრო მძიმე გამლიზიანებლის აღქმის მზაობით ეგებება მომდევნო სტიმულს, ამ განწყობის საფუძველზე იგი მჩატედ ეჩვენება. დაღმავალ ცდაში საწინააღმდეგოდაა განწყობილი, და როგორც ეს ფიქსირებული განწყობის შოკმედებიდან არის ჩვენთვის ცნობილი, იგივე სტიმული მძიმეს შთაბეჭდილებას ტოვებს.

გ) ტოლობის დადგენა. ტოლობა ეკვივალენტების პრობლემაა, იგი ითვალისწინებს მოინახოს საპასუხო რეაქციის ისეთი თვისება, რომელიც უცვლელად შეიძლება დარჩეს. ამ პრობლემის დანახვა კვლევის მრავალ სფეროშია შესაძლებელი და ამდენად იგი ფსიქოლოგიის შესწავლის საგანსაც წარმოადგენს. ამის მაგალითს იძლევა ვებერის განსაზღვრება. მუბლზე 4 უნციით ზედაწოლა ტოლია ერთი უნციით ტუჩზე ზედაწოლისა. შემდეგში ამ ცდის საზღვრები გაფართოვდა, აღმოჩნდა, რომ სუბიექტურად ტოლსა და ობიექტურად ტოლს შორის თითქმის არასოდეს არ ხერხდება ეკვივალენტობის მონახვა. ეს ეხება როგორც იზომორფულ, ისე არაიზომორფულ მოვლენებს, როგორცაა: ტოლი სიმაღლის

ტონები და ტოლი მოცულობა, ტოლი ნათელობა და ტოლი ელფერის განათება და ა. შ. ყველგან წარმოდგენილია სიხშირე და ინტენსივობა, ამავე დროს თითოეულის თვისება უცვლელადაა დარჩენილი. ზღრუბლური კონტური როგორც ეკვივალენტების ცალკე შემთხვევა შეიძლება იყოს განხილული და ა. შ.

რასაც ზემოთ ტოლობა ვუწოდეთ ფსიქოფიზიკაში შეგუების მეთოდის სახელითაცაა ცნობილი. ამ შემთხვევაში ცდისპირს შესაძარებლად ორი სტიმული ეძლევა: სტანდარტული და ცვალებადი. იგი თავისუფალია მანიპულაცია აწარმოოს მანამ, სანამ ორივე ტოლად არ აღიქმება. მრავალჯის ცდის შედეგად ცდისპირი ამ ორი სტიმულის სიდიდეს ტოლად ხედავს. როგორც ამ შედეგის ობიექტურმა შემოწმებამ გვიჩვენა, სტიმულების სიდიდეთა შედარება იძლევა „კონსტანტურ შეცდომას“, რომელიც, თანახმად ჩვენი გამოკვლევისა, სუბიექტის ფიქსირებულ განწყობაზე აღმოჩნდა დამოკიდებული იმდენად, რამდენადაც შეცდომის ოდენობის მიხედვით შესაძლებელი აღმოჩნდა განწყობის ძალის გაზომვა.

აი ამის დამამტყიცებელი ცდა: დიდი და პატარა წრეების 15-ჯერ ექსპოზიციის შემდეგ ცდისპირს რომ მივაწოდოთ ოდნავ ერთმანეთისაგან განსხვავებული წრეები (20:20,5 მმ; 20:21 მმ; 20:21,5 მმ და ა. შ.), ვნახავთ, რომ 20:21,5 მმ-იანი წრეები, რომლებიც ობიექტურად 1,5 მმ-ითაა განსხვავებული, ცდისპირის მიერ აღიქმება როგორც ტოლი წრეები. ამის მექანიზმი ჩვენთვის ცნობილია. თუ ცდისპირს განწყობის საფიქსაციოდ განკუთვნილ ცდაში დიდ წრე მარცხენა მხარეს ეძლეოდა, კრიტიკულ ცდაში თავს იჩენს ფიქსირებული განწყობის კონტრასტულად მოქმედების ეფექტი — გამლიზიანებელი მას მარცხნივ დაპატარავებული ეჩვენება, ხოლო მარჯვნივ გადიდებული. განწყობის ასეთი მოქმედება საშუალებას გვაძლევს გავზომოთ მისი კონტრასტული მოქმედების ძალა. ამისთვის საკმარისი იქნება კრიტიკულ ცდაში ცდისპირს მარცხენა მხარეს მივცეთ 21,5 მმ-იანი და მარჯვნივ მხარეს 20 მმ-იანი წრე, რასაც საკმარის უმრავლეს შემთხვევაში მოყვება ერთიმეორისაგან 1,5 მმ-ით განსხვავებული წრეების როგორც ტოლ წრეთა აღქმა.

როცა ფიქსირებული განწყობის კონტრასტული მოქმედების ძალას ვზომავთ, 20 მმ-იანი ტოლი წრეებიდან ერთ-ერთის მოცულობა თუ არ გაიზარდა 1,5 მმ-ით, ისე 21,5 და 20 მმ-იანი წრეების ტოლ წრეებად აღქმა ვერ მოხერხდება. ამის ანალოგიურ მოვლენას წინსენსა და ბურღონის ცდებშიაც ვნახულობთ, ამ შემთხვევაშიაც:

სუბიექტს, წინასწარშემუშავებული განწყობის ზეგავლენით, 500 და 750 გრამიანი სხეული აღქმული აქვს როგორც ტოლი სხეულები.

ერთი სიტყვით, განწყობის სახით ისეთი მყარი ცვლილებაა წარმოდგენილი, რომლის საფუძველზე სტიმულებს შორის განსხვავება ნივლირებული ჩანს. რასაკვირველია, ამას თავისი მოქმედების საზღვარი გააჩნია და მხოლოდ მის ფარგლებში აქვს ადგილი ცვლილების განეიტრალებას, ობიექტთა იმდაგვარად აღქმას, როგორც ამა სუბიექტის განწყობა მოითხოვს. ფსიქოფიზიკის ცდაში დამკვირვებელი ყველგან ლებულობს მონაწილეობას, მაშასადამე, იგი მხედველობაში მიღებას საჭიროებს. სტივენი წერს: „ამ მიზნით ფსიქოლოგები ხშირად ეგრეთ წოდებულ „ილუზიებს“ მიმართავენ, ზოგჯერ ეს არის ერთადერთი პროცედურა, რომელსაც ისინი იყენებენ და რომელსაც ხშირად მეტად სასარგებლო შედეგები მოაქვს“.

ფსიქოლოგია, გრეჰემის აზრით, არასოდეს არ იქნება ფართო მასშტაბის ფსიქოფიზიკა. არც უნივერსალური პრინციპების ძიებაა მართებული ფსიქოფიზიკურ ცნებებში. ფსიქოფიზიკური მეთოდის გამოყენება ერთადერთი პირობაა იმისა, რომ მოვახერხოთ სტიმულისა და რეაქციის ურთიერთობის დახასიათება. არც ამ შემთხვევაშია მიზნის მიღწევა მოსალოდნელი, თუ არ მოხერხდა ფსიქოფიზიკური პროცესების ქცევასთან დაკავშირება. გრეჰემი დარწმუნებულია, რომ მან შეძლო ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი ნაბიჯის გადადგმა. ქცევის შესახებ მეცნიერების მიზანია ურთიერთობას დამყარება ისეთივე სახით, როგორც ქვემოთოყვანილ განტოლებაშია იგი წარმოდგენილი:

$$R=f(a, b, c, d \quad n \quad t \quad x, y, z).$$

ამ განტოლების პირველი ასოები  $a, b, c, d...$  წარმოგვიდგენს სტიმულთა გარკვეულ ასპექტებს, ხოლო უკანასკნელი ასოები  $x, y, z$  ორგანიზმის გარკვეული მდგომარეობის მაჩვენებელია.  $R$  — საპასუხო რეაქციის აღმნიშვნელი სიმბოლოა,  $n$  — შესაძლო ურთიერთობათა რაოდენობა, ხოლო  $t$  — დროის მაჩვენებელია.  $F, F_1, F_2$  გულისხმობს განტოლების მარცხენა ბრჭყალებში მოცემულ წევრებს შორის ფუნქციონალურ დამოკიდებულებას.

ყოველი ფსიქოფიზიკური ფუნქცია შეიძლება ავწეროთ როგორც პირველი განტოლების კერძო შემთხვევა, ე. ი.

$$R=F(a),$$

სადაც ყველა ცვლადი მყარია, გარდა  $R$ -სა და  $a$ -სი. მოქმედი სტიმულების ეფექტი უმთავრესად განსაზღვრულობას კონსტანტური სი-



დიდებიდან ( $x$ ,  $y$ -დან ან  $z$ -იდან) იქნეს. ორგანიზმის მდგომარეობის აღმნიშვნელი სიმბოლოების სრული განსაზღვრისათვის საჭიროა განტოლების იმ ნაწილის მოშველიება, რომელსაც შეუძლია მოგვეცეს პირობების აღწერა, რომელიც დაკავშირებულია ვერბალურ სიტუაციასთან, აგრეთვე გარკვეულ დროში ( $t$ ) მის ეფექტთან.

როცა ექსპერიმენტი რამდენიმე ფსიქოფიზიკური ფუნქციის განსაზღვრებას თხოულობს, როგორც ამას ინტენსივობის შესწავლის შემთხვევაში აქვს ადგილი, ჩვენ, მიუთითებს გრეპემი, აღნიშნეთ მხოლოდ სიტუაციის ერთი ასპექტი —  $b$  (მაგალითად, ინტენსივობის ზღვრულური ნაშატი —  $\Delta It$ ), რომელიც მეორესაგან  $a$  ცვლილებას განიცდის (მაგალითად, სადაპტაციო ინტენსივობა —  $I$ ). ამრიგად, ყველა ცვლადთა კონსტანტობისათვის, სადაც  $R$ -იც ჩართულია,

$$b = \varphi(a)$$

იმ შემთხვევისათვის, როცა განსაზღვრება ორგანიზმის მდგომარეობაზეა დამოკიდებული, მაგალითად,  $x$  ემოციაზე:

$$R = f_1(x)$$

ამ განტოლების მიხედვით სწავლა შეიძლება დაგვეყვანა შემდეგზე:

$$R = f_2(n),$$

სადაც  $n$  მუდმივმოქმედი სტიმულების  $a$ ,  $b$ ...-ს რაოდენობაა. „განმტკიცება“ არის  $x$ ,  $y$  ანუ  $z$ -ის სპეციფიკური ოდენობა, რომელიც მოქმედებაშია მანამ, სანამ გამამტკიცებელი აგენტის მოქმედება დაიწყებოდეს.

გრეპემი თვითონ აღნიშნავს, რომ მას არა აქვს ორგანიზმის მდგომარეობის გამომხატველი ცნება, რომლის არა მარტო მხედველობაში მიღება, არამედ როგორც დასაყრდენის გამოყენებაა შესაძლებელი ორგანიზმის საპასუხო რეაქციის შესაფასებლად.

მეორე ავტორი, რომელმაც ამ მიმართულებით მნიშვნელოვანი ნაბიჯი გადადგა არის ჰელსონი, რომლის მიერ მოწოდებული „ადაპტაციის დონეს“ ცნება ძლიერ ახლო დგას განწყობის ცნებასთან.

ჰელსონის აზრით, ისეთ ცნებებს, როგორცაა განწყობა, სქემა, სტანდარტი, — უნივერსალური მნიშვნელობა აქვთ მინიჭებული. არც ამ ცნებების შინაარსია იდენტური, რაც ხელს უშლის მათ ზუსტ გამოყენებას. ამან აიძულა ჰელსონი გადაედგა ნაბიჯი მათი გამაერთიანებელი იდეისათვის ქვანტიტატიკური დახასიათების მოსაძებნად.

ადაპტაციის დონეს შეიძლება, ჰელსონის აზრით, მივცეთ რაოდენობრივი დახასიათება იმდენად, რამდენადაც ყოველთვის შეიძლება მოინახოს სტიმულის ისეთი მოქმედება, რომელიც იძლევა ნეიტრალურ პასუხს. მოქმედი სტიმულისა და ორგანიზმის ამ ნეიტრალურ რეაქციას შორის თავსდება ქცევა და სწორედ ეს იძლევა შესაძლებლობას, რომ იგი ოდენობაში იქნეს გამოხატული.

ჰელსონის მიერ მოწოდებულია შემდეგი განტოლება:

$$P = k(xi - A)/(xi + A);$$

ამ განტოლებაში  $P$  ოდნავ შესამჩნევი განსხვავებაა,  $xi$  — სტიმულის მიერ გამოწვეული პერცეფცია, უკეთ რეაქცია.  $A$  — ადაპტაციის დონეა, რომელიც წინასწარ გაიზომება. თუ  $xi = A$ , მაშინ  $P = 0$ . თუ სტიმულზე საპასუხო რეაქციისა და ადაპტაციის დონეთა შორის განსხვავება არ ჩანს, მაშინ  $P$  უდრიდეს იქნება  $0$ -ს, ე. ი. არ გვექნება არავითარი შესამჩნევი რეაქცია.  $K$  არის ვებერის მუდმივი იმ მოდალობის მიმართ, რომელიც ცდაში ღებულობს მონაწილეობას. თუ  $P$ -ს ოდენობა ნული არ არის, მაშინ საპასუხო რეაქციის მიღება შესაძლებელია, სტიმულიც ადაპტაციის დონეზე დგას და მისი ოდენობა უნდა უდრიდეს  $\frac{k}{2}$ ; მეორე პირობის მიხედვით

სუბიექტთა მიერ ქვანტიტატურ ფორმაში მოცემულმა პასუხებმა უნდა გვიჩვენოს ქვალიტატიკურ და ქვანტიტატიკურ შკალასთან ხაზობრივი დამოკიდებულება. თუ ორივე ეს პირობა დაცულია, თითოეული  $K$  ერთისა და იმავე ოდენობის  $A$ -ს მომცემი იქნება.

## თ ა ვ ი მ ე რ ვ ე

# იმპულსების ორგანიზაციის პრინციპები

## 1. ტრანსფორმაცია

გამომთვლელი მანქანა გარკვეული რაოდენობისა და დამახასიათებელი ნიშნების მქონე ინფორმაციას ღებულობს, რასაკვირველია, გარკვეულ დროსა და სივრცეში. მან ინფორმაციას საბოლოო, ე. ი. ისეთი ფორმა უნდა მისცეს, რომელსაც მანქანაში შემოსული ყოველი ინფორმაცია, მის დასრულების ფაზაში ღებულობს. ეს კი შეუძლებელია ერთგვარი შეჯამების, საშუალო ოდენობის, ანუ წინასწარგანსაზღვრისა და გარემოსთან კავშირის შენარჩუნებინს გარეშე, დაახლოებით აღქმის მსგავსად, რომლის ჩამომყალიბებელ პროცესს ყოველთვის გარემოში არსებული მოვლენების ზუსტად შესატყვისი წარმოდგენის შემუშავებისაკენ მიეყავართ. როგორც ორგანიზმში, ისე მანქანაში ადგილი აქვს ერთგვარ ცვლილებას, ანუ ტრანსფორმაციას. მანქანის რეღე ასრულებს გარედან შემოსული იმპულსების გადაართვას, რომლის მიმართ ძალა აქვს არა თვითონ გამლიზიანებელს, არამედ მის შემცველ სიმბოლოს — ციფრს. გარეთ მომხდარი ცვლილების შესახებ მანქანას ინფორმაციას აწვდის ციფრები. ამ სახით შემოსულ ინფორმაციაზე პასუხი მანქანაში წარმოდგენილია სიგნალით „ჩართულია“ რეღე ან „გამორთულია“. ეს ჩანს ანალოგიური იმისა, რაც ნეირონების მოქმედებიდანაა ჩვენთვის ცნობილი (აქაც სინაფსში იმპულსი გადის ან არ გადის). იგი ერთგვარი კოდია, რომელიც გარემოში არსებული საგნებისა და მოვლენების შემცველის როლს ასრულებს.

ადამიანის შემთხვევაში — გრძნობადი შინაარსი ცვლილებათა რიგს გაივლის, იგი გარკვეულ სახეს საბოლოო სტადიაში იძენს და მთავრდება მისი ტიპიზაციის პროცესი. ეს ანალოგიურია იმისა, რასაც კვადრატის მოცულობაში ზრდა გვიჩვენებს, რომლის შემთ-

ხვევაში წერტილები იცვლის ადგილმდებარეობასა და დისტანციას. კორდინატების ასეთ ცვლილებას 'შიძლება დამახინჯებაც მოჰყვეს და კვადრატმა დაჰკარგოს პროპორციის კონსტანტობა, მაგრამ ძირითადი მნიშვნელობისაა ის, რომ საგანი მიუხედავად მისი სახეცვლილებისა თავის ძირითად ფორმას ხანგრძლივად არ კარგავს, იგრმას, მიუხედავად ცვლილებათა მთელი რიგისა, თითქმის უცვლელად ინარჩუნებს. მიკროსკოპში საგანი 100-ჯერ და ზოგჯერ მეტჯერაც გადიდებული ჩანს, მის ცალკეულ ელემენტთა შორის არსებული დისტანციისაგან შექმნილი პროპორცია უცვლელი რჩება. რეზინაზე შემოხაზული წრე რომ გავკიმოთ, მაინც დარჩება რალაც მუდმივი, ვინაიდან პირველში მეორე წრე რომ ჩავხაზოთ, ეს მეორე და რეზინის გაკიმვამდე ჩახაზული წრე მთლიანად დარჩება პირველის შიგნით, მიუხედავად თვალსაჩინოდ გამოხატული ცვლილებისა. ამრიგად, უცვლელად გვევლინება „ტოპოლოგიური“ სახის იგივეობა. ტრანსფორმაციის თითოეულ შემთხვევას შიძლება მოჰყვეს „ინვერსია“, რომელიც მისივე მიკუთვნებას შეადგენდეს იქნება და ამგვარად შეიქმნება „ტრანსფორმაციის ჯგუფი“. ჯგუფში შემავალი ელემენტების გარკვეული რაოდენობა უცვლელად რჩება იმ შემთხვევაშიაც, როცა თითოეული ელემენტი ტრანსფორმაციის შედეგად განიცდის ცვლილებას. ესაა ის, რასაც ჯგუფის ინვარიანტი ეწოდება (ვინერი).

ავიღოთ მოვლენა  $A, b, c$ , რომელმაც მანქანაში ასეთი გარდაქმნა განიცადა  $bAc$ , შიძლება ამ ცვლილების გაგრძელება და მივიღოთ  $bcA$ . ისმის საკითხი  $Abc$  და  $bcA$  იგივეობას გვიჩვენებს? ელემენტების გადაჯგუფების მიხედვით აქ ორ განსხვავებულ სტრუქტურასთან გვაქვს საქმე. ერთი სახის სტრუქტურაა  $Abc$  და მეორე —  $bcA$ ; სტრუქტურული განსხვავება მათ შორის მეტად თვალსაჩინოა. არც ელემენტებს უკავია ფიქსირებული ადგილი:  $A$  თავიდან გადათავსდა ბოლოში და ამდენად თითოეულ სტრუქტურაში წევრებს განსხვავებული ადგილი უჭირავს. ამ მხრივ ნამდვილ ტრანსფორმაციასთან გვაქვს საქმე, მაგრამ ისეთთან, რომლის ელემენტები უცვლელად არის დარჩენილი. მიუხედავად ადგილის გადანაცვლებისა და განსხვავებულ სტრუქტურაში მონაწილეობისა  $A$  ისეთი ელემენტი, რომ იგი ყველგან  $A$ -ად რჩება. ასეთ ელემენტზე იტყვიან ინვარიანტულობა ახასიათებსო. აღქმაშიც შემოდის ასეთი ინვარიანტული ბუნების ელემენტი და ეს აძლევს მას თვისებას, რომელიც მისი კონსტანტურობის სახელითაა ცნობილი.

პიტისა და მაკ-კალოკის მიერ ინვარიანტის ცნება გამოყენებულია იმ „უნივერსალის“ გასაგებად, რომლის გამო, მიუხედავად სტიმულების ცვალებადობისა, აღქმაში ცვლილება არ ჩანს. ამ ჰიპოთეზის გარჩევაზე აქ არ შეეჩერდებით, რადგან ამ ავტორების შეხედულებათა შესახებ ქვემოთ ცალკე გვექნება მსჯელობა.

ინვარიანტთა დახასიათებას მიეყვართ აღქმის კონსტანტობის განხილვისაკენ, მაგრამ ჩვენ აქ ეს არ გვაინტერესებს, არამედ ტრანსფორმაციის აღწერა, რომელიც გამომთვლელი მანქანის მუშაობის ერთ-ერთი პრინციპია. თავის ტვინში როგორც სპეციფიკური, ისე არასპეციფიკური გზით შემოსული ნერვული იმპულსები გზადაგზა შესამჩნევ ტრანსფორმაციას განიცდის. საგნიდან არეკლილი კვანტები თვალის დიოპტრიულ აპარატში იკრიბება, ორგანიზდება, მოცულობაში იზრდება და საბოლოოდ შებრუნებულ გამოსახულებას იღებს. ამ ინფორმაციის გარდაქმნა ამითაც არ მთავრდება, იგი ჩვენი ცნობიერების გრძნობად შინაარსად გადაიქცევა და ისეთ სახეს მიიღებს, რომელიც ინდივიდის გამოცდილებას შეესატყვისება. დაუმთავრებელი სამკუთხედის ხატი, როგორც ამის შესახებ თავის დროზე გვექნება მსჯელობა, დასრულებული ფორმის სამკუთხედად გარდაიქცევა. მანქანაში იმპულსების ტრანსფორმაცია აქ აღწერილი მოვლენიდან შორს არ დგას. ამის აღნიშვნა უფლებას იძლევა იმისა, რომ დავასკვნათ მანქანასაც აქვს თავისებური მეხსიერება, რომლით ივსება და სრულყოფილი ხდება მასში შემოსული იმპულსი. ყოველ შემთხვევაში დაჩხვლელი ლენტით მიწოდებული ინფორმაცია მანქანაში ბინალური ციფრების ენაზე გადაიყვანება და სრულიად სახეშეცვლილ იმპულსებისაგან შედგენილი კოდი გვიბრუნდება მის გამოსავალ ნაწილში.

საერთოდ ყოველი ლოგიკური ამოცანა შეიცავს გაცილებით მეტ ინფორმაციას, ვიდრე მის საფუძველზე გამოტანილი დასკვნა. ლოგიკური ამოცანის შინაარსში მოცემულია წანამძღვრები, რომელთა თანამიმდევრული გამოყენებით ადამიანი მიდის საბოლოო დასკვნის გამოტანამდე. ამიტომაა მითითებული, რომ ინფორმაციის გარდასაქმნელად საჭირო პირობები მასშივე არის მოცემული და ამ შემთხვევაში მხედველობაშია წესი, რომლის გამოყენებას მიეყვართ ინფორმაციის სასურველი მიმართულებით გარდაქმნამდე. ვინ ასრულებს ამ შემთხვევაში მძღოლის როლს: წესი თუ ინდივიდი? ამაზე პასუხს შემდეგი მაგალითი იძლევა.

ვთქვათ, ძაღლმა ადამიანს საკბენად შეუტია, ადამიანი ძირს იწევს ქვის ასაღებად. მისი ეს მოძრაობა ძაღლის მხედველობის ორ-

განოს საშუალებით ტვინამდე აღწევს და აქ გარდაიქმნება იმ განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალად, რომელიც ფიქსირებული სახითაა ორგანიზმში წარმოდგენილი. ეს საფუძვლად ედგება ძალისა ქცევას, რომელიც სირბილით ცდილობს დაიცვას თავი ქვის მოხვედრისაგან. გარკვეული მანძილის გარბენის შემდეგ ძალის იხვედრულობს ინფორმაციას (სიგნალს), რომ იგი ხიფათიდან შორსაა. თუ ადამიანი ძალის იხვედრულობს, კვლავ სირბილისათვის საჭირო მექანიზმი ამოქმედდება და ა. შ.

ამ ქცევის მძღოლია ორგანიზმი, რომელიც ქცევის გარკვეული მოდელით ხელმძღვანელობს. იგი ორი სახის ინფორმაციას ღებულობს: 1) გრძნობის ორგანოებით შემოსულ ინფორმაციას, რომელიც ორგანიზმს მოსალოდნელი სიტუაციის კუთხით აცნობს. ამას შეიძლება ვუწოდოთ ცნობაში მომყვანი ინფორმაცია. 2) მეორე არსებული ვითარების შესატყვისი განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალის როლს ასრულებს, ამიტომ მისთვის ბოძანების გადამცემი ინფორმაცია შეიძლება გვეწოდებოდეს. რასაკვირველია, ერთი ინფორმაციის გარდაქმნა მეორე სახის ინფორმაციად ორგანიზმში მიმდინარეობს და ამის უყურადღებოდ დატოვება არ იქნება მართებული ცოცხალ არსებათა ქცევის განხილვის არც ერთ მომენტში.

## 2. ცალკეულ ნაწილებად გარდაქმნა (სკანდირება)

როცა ხელით საგანს ვსინჯავთ, ეცდილობთ მის თითოეულ წერტილს შევეხეთ. საგნის ზედაპირზე ხელის თითების ასე თანდათანობითი მოძრაობა გრძელდება მანამ, სანამ აღქმის პროცესი არ დამთავრდება. თვალის მუშაობაც ამდაგვარია. იგი გამუდმებით განაგრძობს მოძრაობას როგორც პორიზონტალური, ისე ვერტიკალური მიმართულებით. თვალი ნანტომებიტომძრაობს. იგი ნამდვილად სკანდირების პრინციპით მოქმედი გრძნობის ორგანოა. ასეთი პრინციპით მუშაობს თანამედროვე ავტომატების „გრძნობის ორგანოები“, რაც იქიდან ჩანს, რომ ტრანსფორმაციასთან დაკავშირებული მანქანების მოწყობილობას მხოლოდ სკანდირების პრინციპით შეუძლია მუშაობა. სკანდირებულ მოძრაობას ეწევა ელექტრონის სხივი, რომელიც ძლიერ სწრაფად იჭრება მანქანის მორთულობაში, სადაც მრავალი ინფორმაციაა მოთავსებული. დამანაწილებელი სხივის მოძრაობა ყოველ პუნქტამდე აღწევს, მაგრამ ამას თან არ სდევს თითოეულის მთლიანად დაფარვა. რაც უფრო მეტ პუნქტს

აღწევს სხივი, რაც უფრო ზუსტად არის მისი მოქმედების სფერო თავიდანვე განსაზღვრული, მით უფრო სრული ინფორმაცია გროვდება და სხივიც ახერხებს პირველად ტრანსფორმაციის მთლიანად გამეორებას. რამდენადაც მიღწეულია თითოეული სახის ინფორმაციისათვის გამოსახულების მიცემა, იმდენად გზახსნილი რჩება ჯგუფისათვის დამახასიათებელი „უნივერსალის“, ანუ „ინვარიანტების“ იდენტიფიკაციისათვის. პიტისა და მაკ-კალოკის მითითებით, ამავე წესით უნდა მიმდინარეობდეს ქერქში ფორშის პერცეფცია.

სკანდირების პროცესის უკეთ დახასიათება ტელეხედვის მაგალითზეა შესაძლებელი. ამ აპარატის სათანადო მოწყობილობიდან სინათლე ფოკუსზე გროვდება და მასში გამოსახულების მიღება იმავე სახით მიმდინარეობს, როგორც ამას ფოტოელექტრული ელემენტების მოზიკაზე აქვს ადგილი. სხივების დაცემა ელექტრონების დიდი რაოდენობით განთავისუფლებას იწვევს და საშუალება გვძლევს ფირფიტის უკან მივრლოთ გამოსახულება, სადაც ყოველწერტილზე ელექტრონების რაოდენობა დაცემული სხივის პროპორციულადაა წარმოდგენილი. ფირფიტის სამიზნონი შემოსული ელექტრონები დადებით მუხტს ქმნიან. ზუსტად ფოკუსირებული სხივები ფირფიტის ზედაპირზე განაგრძობენ სრიალს, სადაც ასლომდებარე ელექტრონები დადებით მუხტს უერთდებიან, ხოლო „გამოუყენებლად“ დარჩენილები ბრუნდებიან კოლექტორის მიღში. როცა სხივი ფირფიტის ძლიერ დამუხტულ ნაწილზე ეცემა, გამოსახულება ინტენსიურად განათებულია და იქვე ადგილი აქვს ელექტრონების დიდი რაოდენობით აბსორბციას. ამრიგად, კოლექტორში ელექტრონების ნაკადის დაბრუნება დროის მიხედვით იცვლება, ამასთან დაკავშირებულია განათებული წერტილების წარმოშობა, სადაც გრძელდება სხივთა სრიალი. მას განლაგებაც ისეთი აქვს, რომ მოწესრიგებულია ფირფიტაზე მათი განაწილება. სხივის მოძრაობა ხაზის ფორმას იძენს და მიმართულია ფირფიტის მარცხნიდან მარჯვნივ და ზევიდან ქვევით. იგი 1/30 წამში 520 ხაზის გადაკვეთას ახერხებს და წამში ვლებულობთ 30 გამოსახულებას.

ტელეხედვის მიმღები, ე. ი. კინოსკოპი წარმოადგენს ფართო დაბოლოების მქონე ელექტრონის მილს. იგი ეკრანის მოვალეობას ასრულებს. კინოსკოპში ხდება რადიოსიგნალის მხედველობის სიგნალად გარდაქმნა, მაგრამ ამისთვის საჭიროა ეკრანზე სხივმა 520 ხაზი გადაკვეთოს. ფლურესცენციის ეკრანზე დაცემული სხივი სინათლეს გამოასხივებს, რასაკვირველია, ელექტრონების მიერ გაწეული „ბომბარდირების“ შედეგად. ეს მანათობელი ლაქები ძლიერ

მცირე ხანი ელვარებენ და მათი შეერთების შედეგად ადგილი აქვს სურათის წარმოშობას. ტელეხედვის ეკრანზე სხივის სკანდირებულ მოქმედება იძლევა მოძრაობის გამოსახულებას. განათების წყვეტილი თანამიმდევრობის შედეგად წარმოშობილ ხარვეზებს ავსებს ადამიანის მხედველობის აპარატისათვის დამახასიათებელი ინერცია (ეს მოვლენა კარგად ჩანს თანამიმდევარ ხატზე დაკვირვების დროს. ამ შემთხვევაში 1--2 წამში საგნის განათების შედეგად აღმოცენებული კვალი, 7--8 წამის განმავლობაში განაგრძობს დაუშლელად არსებობას).

ფიზიკურ სამყაროში ფლუორესცენცია წარმოადგენს თანამიმდევარი კვალის ანალოგიურ მოვლენას. რომელიც ჩვენ პერცეფციაში მუდამ განაგრძობს არსებობას. ეს მოვლენა იმითაც არის საინტერესო, რომ გვიჩვენებს სივრცესა და დროში განაწილებულ მოვლენათა შორის ეკვივალენტურ დამოკიდებულებას. ფლუორესცენციისათვის დამახასიათებელი სტატიკური ანუ მოძრავი სცენის მსგავსად მიმდინარეობს ელექტრონის მოძრავი სხივების წერტილწერტილად შეგროვება, რომელიც ცვალებადი დენის პულსაციისათვის დამახასიათებელ სახეს იღებს. ამ მომენტიდან მისი, როგორც დროში მიმდინარე სიგნალის გადაცემა ტყვიის მავთულით ან რადიოტალღების სახით არის შესაძლებელი. ამას მოსდევს მიმღების ბოლო ნაწილში ინფორმაციის ტრანსფორმაციისათვის დამახასიათებელი სურათების სერია, რომელიც ჩვენ თვალწინ მიმდინარეობს ეკრანზე.

ახლა დავუბრუნდეთ პერცეფციას და წარმოვიდგინოთ, რომ ორგანიზმში ისეთივე პროცესი მიმდინარეობს, რასაც მიმღების ბოლო ნაწილში აქვს ადგილი. ტვინში ამისი პარალელური ტრანსფორმაცია უნდა მიმდინარეობდეს, ვინაიდან გარედან გრძნობის ორგანოებით შემოსულა იმპულსები თანდათანობით განიცდის გარდაქმნას. ვთქვათ, ტელეხედვის ეკრანზე არა სიუჟეტს, არამედ მყარ საგანს ვხედავთ, რომელიც თანდათანობით გაფართოებისა და შეკუმშვის გზით მისთვის დამახასიათებელ ოდენობას იძენს. ეს ისეთ პროცესად მიაჩნიათ პიტსა და მაკ-კალოკს, რომ სადაც არ უნდა იყოს ამის ანალოგიური პროცესი წარმოდგენილი. მას შეიძლება „უნივერსალი“ ვუწოდოთ. ცერებრალურ მექანიზმში იმპულსების ჯაჭვურ გარბენას, ხსენებული ავტორების აზრით, გააჩნია ისეთი პარალელი, რომლის გამოთვლა, არამცთუ შესაძლებელია, არამედ სკანდირების პროცესში შეიძლება დავინახოთ ჭგუფის დამახასიათებელი ინვარიანტები. რომლებიც შესაძლებლობას იძლევა კვადრატა



როგორც კვადრატი იქნეს აღქმული. მართლაც არსებობს ტვინში ასე მოქმედი მექანიზმი?

მანქანის ნაწილებიდან განსაკუთრებული ყურადღების ღირსია ელექტრონული მილი, რომელიც ერთგვარ საწყობის მოვალეობას ასრულებს და ამ წხრივ შეიძლება ადამიანის მეხსიერებასთან ისევე დავაყენოთ მიმართებაში, როგორც ტელეხედვის მილი. მისი ფორმალური ნაწილი მრავალი პატარა წერტილებად და ნაწილებად, რომლებშიაც მოძრაობენ ელექტრონის მუხტები. ამ წერტილებზე დამარცვლილი მოძრაობით შეიძლება გამეორებით ინფორმაციის მოგროვება და მისი ამოცანის გადასაწყვეტად გამოყენება. „იდეებიც, როგორც ორგანიზმში უნივერსალები, დროით განსაზღვრული არ არიან, რომლის ფარგლებში მომხდარა მათი ორიგინალის აღქმა. ისინი ინახებიან იმისთვის, რომ გამოყენება კპოვონ მეხსიერებაში. წარმოსახვასა და აზროვნებაში“ (ვინერი). ჩვენ ზე ისეთი მსგავსების შესახებ მივუთითეთ, რომელიც არაფრის მტკიცებას არ შეიცავს, მაგრამ მაინც გვიჩვენებს კიბერნეტიკიდან გზას პერცეფციის ინტეგრაციის თეორიისაკენ.

ის, რაც ასლა ვიცით მანქანის შინაგანი მორთულობის შესახებ. კერძოდ მისი ისეთი ნაწილების შესახებ, როგორიცაა: რელე, საინფორმაციო ერთეულები, სკანდირებისათვის განკუთვნილი აპარატი, უქუქცევეთი სიგნალები, რხევა, ტრანსფორმაციის ჯგუფები და ა. შ. ბუნებრივად აღძრავს აზრს, რომ მიემართოთ ორგანიზმს და აქედან ვცადოთ კიბერნეტიკის პრინციპების გამოყენებით ერთგვარი შუქის შეტანა ქცევის, პერცეფციის თანამედროვე გაგებაში.

### 3. შთაბეჭდილებათა გარდაქმნის სახეები

ფსიქოლოგიაში ცნობილია, რომ აღქმის ველში შთაბეჭდილებათა გაერთიანებას ხელს უწყობს შემდეგი ფაქტორები: ს ი ა ხ ლ ო ვ ი ს, მ ს გ ა ვ ს ე ბ ი ს, დ ა ხ შ უ ლ ო ბ ი ს, მ დ ე ბ ა რ ე ო ბ ი ს, გ ა მ ო ც დ ი ლ ე ბ ი ს და პ რ ე გ ნ ა ნ ტ ო ბ ი ს (დ ა ს რ უ ლ ე ბ ი ს ა კ ე ნ ს წ რ ა ფ ვ ი ს). ამ ფაქტორების ანალოგები მანქანის მოქმედებაშიაც შეინიშნება.

როცა მანქანაში ორი ან რამდენიმე იმპულსი ერთად შემოდის, მასში მსგავსი იმპულსები (ფორმით, ძალით) ერთად იყრის თავს, მათ შორის კონტაქტივ ცაცილებით უფრო სწრაფად მყარდება, ვიდრე არასინქრონულსა და არამსგავსებს შორის. მანქანის სათანადო ნაწილში შემოსული იმპულსი, რასაკვირველია, ვრცელდება მასთან

ტერიტორიულად ახლომდებარე სფეროზე. იმპულსთა შორის კავ: შორის დასამყარებლად მეზობლობის ფაქტორის მნიშვნელობა მანქანის მუშაობის სფეროშიაც ძალაში რჩება.

სენსორული იმპულსების ორგანიზაციის სფეროში ერთ-ერთ შესანიშნავ მოვლენას მხედველობის ორგანოს მოქმედებაში აქვს ადგილი. მხედველობაში გვაქვს კონტურის გარჩევა. კონტური ნაკლებად მოგვაგონებს სახის ფერს, ანდა სინათლისა და ჩრდილის განლაგებას, მიუხედავად ამისა ახლობელი ადამიანის სახეს ჩვენ ყოველთვის ვცნობთ. ამ მოვლენის ასახსნელად საჭიროა დავუშვათ, რომ ვიზუალური პროცესის მიმდინარეობაში სადაც ადგილი აქვს კონტურის წინ წამოწევას, ხოლო დანარჩენ პროცესთა მნიშვნელობის მინიმუმამდე დაწევას, ე. ი. ისეთივე პრინციპით მოქმედებას, რასაც აღქმაში ფიგურისა და ფონის ურთიერთობა გვიჩვენებს.

ბადურის მოქმედება, სხვა გრძნობის ორგანოთა მსგავსად, აკომოდაციას საჭიროებს, ე. ი. გამლიზიანებელთან შეგუებას. ამის შემდეგ ფოკუსისა და ფიქსაციის წერტილის ოდნავ გადახრა, რომელიც მხედველობის აუცილებელი თანამგზავრია, არ ცვლის მიღებულ გამოსახულებას. ეს მკაფიოდ ჩანს კონტრასტის მოვლენაზე დაკვირვებიდან, სადაც ადგილი აქვს სტიმულებს შორის მონაცვლეობას, მაგრამ, როგორც ამას თანამიმდევარ ხატზე დაკვირვება გვიჩვენებს, ეს არ იწვევს აკომოდაციის ვიზუალური მექანიზმის გამოფიტვას, პირიქით, ხელს უწყობს მისი მგრძობელობის გაძლიერებას. იგი შეიმჩნევა იმ შემთხვევაშიც, მიღებულია თუ არა კონტრასტი მეზობლადმდებარე ფერისა თუ სინათლის ინტენსივობის შედეგად.

ფოტოგრაფიული ფირფიტის დამუშავება ზრდის გამოხატულობის კონტრასტულობას. მისი სახით ისეთ მოვლენასთან გვაქვს საქმე, რომელიც არ არის სავსებით უცხო ნერვული სისტემის მოქმედებისათვის.

შთაბეჭდილებათა გადამუშავების ერთ-ერთ საფეხურზე მიმართავთ მათ ცენტრაციას ყურადღების ფოკუსის გარშემო. ყურადღების ფოკუსში მომხდარი კონტურები ქმნის სახის ხატს. ამ მომენტიდან იწყება როგორც ერთმანეთთან, ისე ჩვენ მეხსიერებაში შენახულ სტანდარტულ შთაბეჭდილებათა შედარება.

კიბერნეტიკური მანქანა არ მუშაობს ერთიმეორის გვერდით განლაგებული იმპულსების მიხედვით, პირიქით, მის მოქმედებაში

გადამწყვეტი მნიშვნელობით კონფიგურაციის პრინციპი სარგებლობს. სხვაგვარად არავითარი აზრი არ ექნებოდა იზომორფული მოვლენის შესახებ მსჯელობას, რომლის თითოეული ნაწილი ისეთ დამოკიდებულებაშია ერთმანეთთან, რომ ცვლილება ერთ-ერთ ელემენტში ყველა დანარჩენში პოულობს გამოხატულებას.

მანქანის მექანიზმა ნაწილებს შორის დამოკიდებულება ისეთივეა, როგორც მთელსა და ელემენტებს შორის. სახლის გათბობა ქვაბში ტემპერატურის მომატებით არის შესაძლებელი, მაგრამ ხომ შეიძლება ამ მიზნით თერმოსტატი გამოვიყენოთ. ამიერიდან ამან უნდა მოიყვანოს მექანიზმი მოქმედებაში, რომელიც ლუმენში წვას გააძლიერებს და ამით ოთახის ტემპერატურასაც ასწევს. თერმოსტატის ჩვენება არა მარტო ოთახის ტემპერატურაზეა დამოკიდებული, არამედ ოთახის ტემპერატურაც თავის მხრივ დამოკიდებულია თერმოსტატის ჩვენებაზე. მხედველობაში მისაღებია არა მარტო ის, რომ კიბერნეტიკის „სტრატეგია“ ინფორმაციის რაოდენობას ემყარება, არამედ ისიც, რომ მისი მოძრაობა უკუქცევითი კავშირების არსებობას მოითხოვს. მისი მეხსიერება ჩაკეტილ რკალში მიმდინარეობს და საბოლოოდ კიბერნეტიკული მანქანის მოქმედებაში განსაკუთრებული ადგილი არა ერთ-ერთ ამათგანს, არამედ სტრუქტურულ პრინციპს უკავია. ამ შემთხვევაში გადამწყვეტი მნიშვნელობისაა მანქანაში მოვლენების მიმდინარეობა დროსა და სივრცეში, რომელიც ისეა განლაგებული. როგორც ამას დახურულ წრედში იმპულსის მოძრაობა და კიბერნეტიკის ცნობილი უკუქცევითი კავშირების ძირითადი პრინციპი მოითხოვს.

მანქანაში მეხსიერების უჭრედების არსებობა, ცხადია, თავის დაღს ასვამს მასში შემოსული ინფორმაციის მიმდინარეობას. მასასაღამე, იმპულსების ორგანიზაციის შემთხვევაში უფლება გვაქვს მივუთითოთ „გამოცდილების“ გავლენაზე დაახლოებით იმ აზრით, როგორც ამას გეშტალტფსიქოლოგიის წარმომადგენლები პერცეფციის დახასიათების დროს მიმართავენ. ერთხელ ჩადენილ შეცდომას, როგორც ეს ახლა ჩვენთვის ცნობილია, მანქანა ხელმეორედ არ იმეორებს იმის გამო, რომ, როგორც ამას ქვემოთ ვნახავთ, იგი მეხსიერებაში შენახული გამოცდილების გამოყენებას ახერხებს.

მანქანის მიერ მიღებული ინფორმაცია გადამუშავებას განიცდის, ადგილი აქვს მისი გამოსავალი მდგომარეობის წინასწარ განგარიშებას, ერთგვარი საშუალო სიდიდის დადგენას, რომელიც გარეგანთან არ ჰკარგავს შესატყვისობას. ამ შემთხვევაში მანქანა

ორგანიზმის მსგავსად იქცევა, რადგანაც სწორედ ორგანიზმისათვისაა დამახასიათებელი გარედან შიქო:ული იმპულსების შინაგანად გადამუშავება. ამაში მდგომარეობს ტრანსფორმაციის პრინციპი, რომელიც აღქმის შემთხვევაში გამოიყენება, თანაც ორგანიზმი ზომებს იღებს, რომ არ დაიკარგოს გარეგანთან რეაქციის შესატყვისობა. გარეგანი და შინაგანი მოვლენების შესატყვისობის შესახებ სიგნალს რელეს მდგომარეობა იძლევა, რომელიც ან ჩართულია, ან გამორთული დაახლოებით ისევე, როგორც ამას სინაფსების მოქმედებაში აქვს ადგილი.

როგორაა შესაძლებელი სტიმულსა და რეაქციას შორის შესატყვისობა, თუ ტრანსფორმირებული სტიმული ისეთ რამეს არ ინარჩუნებს, რაც მისი ცნობის შესაძლებლობას იძლევა?

ამ შემთხვევაში დაახლოებით ისეთი მდგომარეობა უნდა გვექონდეს, რაც მიკროსკოპით მუშაობიდან არის ჩვენთვის ცნობილი. მიკროსკოპის ქვეშ მოთავსებული საგანი გადიდებული ჩანს. მისი სიმაღლე, სიგანე განსხვავებულია, მაგრამ ეს ხელს არ ვეიშლის მასში ჩვენ მიერ მოთავსებული საგანი დაეინახოთ. ამას იმიტომ უნდა ქვონდეს ადგილი, რომ ცვლილებასთან ერთად არ იცვლება საგნის ტოპოლოგიური თავისებურება. სწორედ ამიტომაც, რომ აღქმის სენსორული შინაარსი იცვლება. მაგრამ აღქმის ხატსა და მის გამომწვევსა განს შორის ეკვივალენტური და მოკიდებულია არ ირღვევა. მაშასადამე, საგნის დამახასიათებელ ნიშანთა გარკვეული რაოდენობა მოცემულია, ის მთლიანად არ შეცვლილა და ფიგურაც თავის ფორმას ინარჩუნებს. კიბერნეტიკის წარმომადგენლები იმას, რაც საგნის აღქმაში უცვლელადაა შენარჩუნებული, უწოდებენ „უნივერსალს“.

წონასწორობისაკენ სწრაფვა ერთნაირად არის დამახასიათებელი როგორც კიბერნეტიკული მანქანისათვის, ისე ცოცხალი ორგანიზმისათვის. მხოლოდ ამ შემთხვევისათვის არის ნათქვამი—მიღწეულია მაქსიმალური ენტროპია. ფსიქოლოგიაში ამას პრეგნანტობის პრინციპის სახელით აღნიშნავენ და, როგორც ჩანს, იგი წარმოადგენს ბუნების უნივერსალურ კანონს.

თუ იზომორფიზმს ბუნებაში აქვს ადგილი, მაშინ, ფიზიკური და ფსიქიკური იმპულსების ორგანიზაციის პრინციპების მხრივ ზემონაჩვენები დამთხვევა სრულიად კანონზომიერ მოვლენად უნდა იქნას მიჩნეული, როგორც ამას მანქანაში იმპულსების ორგანიზაცია გვიჩვენებს.

#### 4. განწყობა და შთაბეჭდილებათა ორგანიზაცია

განწყობის როლი შთაბეჭდილებათა ორგანიზაციაში შეიძლება გავითვალისწინოთ, თუ მხედველობაში მივიღებთ გამლზიანებელთა თანამიმდევარი ხატის ჩვენ მიერ მოწოდებულ დახასიათებას და მის ურთიერთობას ინდივიდის ფიქსირებულ განწყობასთან. როგორც ვიცით, თანამიმდევარი ხატის სახით მიღებულ შთაბეჭდილებათა გარკვეული მიმართულებით განცდის, მათთვის გარკვეული მიმართულების მიმცემი, თანახმად ჩვენი ექსპერიმენტული ძიებისა, განწყობაა:

აი ამისი დამადასტურებელი ექსპერიმენტული ფაქტები:

დაუშთავრებელი სამკუთხედის განათებას, როგორც არა ერთხელ ყოფილა აღნიშნული, თან სდევს ხატის ჩაქრობამდე დამთავრებული სამკუთხედის ფორმის მიღება. სამკუთხედს ერთი გვერდი დაკლაკნილი რომ ჰქონდეს, ხელს არ შეუშლის ამავე სამკუთხედის თანამიმდევარმა ხატმა სწორგვერდებიანი სამკუთხედის ფორმა მიიღოს. დაკლაკნილება სწორდება და ჩვენ წინ წარმოსდგება იდეალური ფორმის ფიგურა.

ასეთივე ჩანაცვლებას ადგილი აქვს ერთი გვერდი გამრუდებული სამკუთხედის თანამიმდევარ ხატში. ამ შემთხვევაშიაც თავიდან გამრუდებულგვერდებიანი სამკუთხედის ხატი აღმოცენდება, მაგრამ გარკვეული მომენტის შემდეგ, თუ ყურადღება აქეთ მივმართეთ, მრუდე გვერდი ამოძრავდება და მის ადგილს სწორი ხაზი დაიკავებს.

ამრიგად, თანამიმდევარი ხატი ჯერ ორიგინალს იმეორებს ზუსტად, მაგრამ თანდათან დეფექტი მოიხსნება და მრუდე გვერდი გასწორდება. ამას ადგილი არ ექნება, თუ სამკუთხედი ძლიერ დამახინჯებულია.

სწორდება სამკუთხედის 10—15-ჯერ განათება თუ წინ უსწრებს დამახინჯებული სამკუთხედის ექსპოზიციას, ეს საგრძნობლად აჩქარებს ზემოხსენებული მოვლენის მიმდინარეობას. საფიქსაციო ცდების ჩატარების შემდეგ ორი სამკუთხედის (სწორფერდასი და დამახინჯებულის) ერთდროულად განათებას, თან სდევს მათ შორის მანძილის შემცირება, დამახინჯებული სამკუთხედის ხატის მოძრაობა სწორფერდა სამკუთხედისაკენ და მასთან შერწყმის აშკარა ცდა თუ ორი სამკუთხედის მაგიერ ერთის თანამიმდევარი ხატი ჯდება, იგი ყოველთვის სწორფერდაა და არც ერთ შემთხვევაში არ გვინახავს დამახინჯებული სამკუთხედის ხატი.

3. როთშილდის გამოკვლევიდან ჩანს, რომ ფიგურის მეორე-ხარისხოვანი დეტალები თანამიმდევარ ხატში არ ჩანს, თუ ამას არ მოჰყვა ფიგურის მთლიანობის დარღვევა. ქაოტიურად განლაგებული წერტილები და ნახაზები თანამიმდევარ ხატში ქაოტიურ განლაგებას კარგავდა და, შედარებით ორიგინალთან, უკეთ ორგანიზებულ ფორმას იძენდა. თუ ხატები უწესრიგოდ იყო განლაგებული, მათ მომდევნო თანამიმდევარ ხატში რჩებოდა ორი ხაზი, რომელიც კუთხეს გამოხატავდა, ან სამი ხაზი რჩებოდა სამკუთხედის ფორმის გამოხატველი.

განწყობის ფიქსაციის შემდეგ ტოლი წრეების განათებას თან სდევს ხშირად არა ორი, ე. ი. ერთი წყვილი, აჩამედ ორი და სამი წყვილი თანამიმდევარი ხატის აღმოცენება. დამატებით აღმოცენებული ხატი პერიფერიულად მდებარეობს და ტოლია, ხოლო ცენტრში მდებარე ხატი განწყობის ზეგავლენით ილუზორულად შეცვლილი: ერთი დიდია და მეორე პატარა. საკმარისია მხედველობის პერიფერიისაკენ გადატანა, რომ ახლა ტოლი ხატები ცენტრში მოხვდნენ და ისევ ილუზორულად შეცვლილი მოცულობა შეიძინონ.

ჩვენი აზრით, ზემოგანხილულ ფაქტებში ყველგან ამის მსგავს მოვლენებთან გვაქვს საქმე, განწყობა ყველგან წარმოადგენს შთაბეჭდილებათა ამა თუ იმ მიმართულებითი ორგანიზაციის ფაქტორს.

განა ამის შესახებ არ მეტყველებს ჯ. გიბსონის შემდეგი ექსპერიმენტის შედეგი? საკმარისი აღმოჩნდა შეუიარაღებელი თვალით 10 წუთის განმავლობაში ორი დახრილი ხაზის ფიქსაცია, რომ ამის შემდეგ სწორი ხაზებიც დახრილი აღმოჩნდნენ, როგორც ეს ფიქსირებული განწყობის მოქმედებიდან არის ცნობილი, კონტრასტული მიმართულებით. ერთ-ერთ ცდაში სწორი ხაზის ამობურთული მხარე მარჯვნივ მოათავსეს და 10 წუთის განმავლობაში მის ცქერას მოჰყვა გვერდით მოთავსებული სწორი ხაზის ისევ საწინააღმდეგო მიმართულებით გამრუდება. აქ ყველგან განწყობის კონტრასტულ მოქმედებასთან გვაქვს საქმე, რომლის ფიქსაცია მიღებულია გამლიზიანებელთა ხანგრძლივი ექსპოზიციის პირობებში. ჩვენ რომ 10 წუთი დიდ და პატარა წრეებს ვუცქიროთ და ამის შემდეგ მხედველობა ტოლ წრეებზე გადავიტანოთ, მოსალოდნელია იმ მხარეს, სადაც განწყობის ფიქსაციის ცდაში დიდი წრე იდო, ტოლებიდან ერთი დაპატარავებული აღმოჩნდება, ხოლო მოპირდაპირე მხარეზე მდებარე წრე — გადიდებული.

ასეთივე ფიქსირებული განწყობის ილუზიასთან გვაქვს საქმე ვ. კელერის (1940 და 1944 წლის) ექსპერიმენტში, რომელსაც იგა

ფიგურის შემდგომი მოქმედების ეფექტს უწოდებს. აქაც ორი განსხვავებული ფიგურის ხანგრძლივი ფიქსაციის შემდეგ ტოლი კვადრატებიდან სწორედ კონტრასტული ეფექტია მიღებული: დიდი ან ახლო მდებარე ფიგურა დაპატარავებული ჩანს, ხოლო მისგან დაშორებული — გადიდებული. ჩვენ სხვა მის ცდებს არ ვეხებით, რადგანაც აქედან ნათლად ჩანს, რომ მხედველობის ველზე შთაბეჭდილებათა გადამუშავების საფუძველს წარმოადგენს წინასწარ ჩვენ მიერ ფიქსირებული განწყობა.

## 5. ტვინი როგორც ეკრანი

მხედველობის ფიზიოლოგიისა და ფსიქოლოგიის განკარგულებაში არსებული ფაქტები შეიძლება მივიჩნიოთ ძირითად დასაყრდნობ მასალად, რომლის მიხედვით შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა გამლიზიანებელთა ურთიერთობის შესახებ გრძნობის ორგანოებთან და, საერთოდ, თავის ტვინთან. აქვე შეიძლება მხედველობაში მიგველო ისიც, რომ მხედველობის რეცეპტორები წარმოადგენენ ადამიანის გარემოსთან ურთიერთობის ძირითად დასაყრდენს. ეს უფრო თვალნათლივ ჩანს სიზმრის მაგალითზე, რომლის მასალაში მხედველობის შთაბეჭდილებებს 96%-ი უკავია. ეს გარემოება უთუოდ აღძრავს აზრს იმის შესახებ, რომ გავითვალისწინოთ, როგორ მიმდინარეობს მხედველობის გზით შემოსული შთაბეჭდილებების გადამუშავება.

ჩვენ საჭიროდ არ მიგვაჩნია გავიმეოროთ მაკ-კალოკისა და პიტსის მიერ მოწოდებული ამ გზის საკმაოდ დეტალური აღწერა. ამის საჭიროება არ დგას იმის გამო, რომ ამ მასალის დიდი ნაწილი სრული თანამიმდევრობის დაცვით იქნება წარმოდგენილი. ჩვენ გვიინტერესებს რა სახით პოულობს მხედველობის გზით შემოსული იმპულსები ტვინში გამოხატულებას და რა როლი აქვს ტვინს ამ იმპულსების მიმართ დაკისრებული. ამის გასათვალისწინებლად მეტად მნიშვნელოვან მასალას იძლევა თანამიმდევარ ხატებზე დაკვირვება, რომელიც ნაწილობრივ აქ და უფრო სრულად ჩვენ მონოგრაფიაში „აღქმა და განწყობა“ არის წარმოდგენილი. თვალის გზით შემოსული ინფორმაცია ხატად, უკეთ რომ ვთქვათ, გამლიზიანებლის სურათად იქცევა. ეს გასაგებია იმდენად, რამდენადაც ბადურა მთელი თავისი რეცეპტორული აპარატით წარმოადგენს ფოტოქიმიურ ანალიზატორს, რომლის ზედაპირზე გამლიზიანებლის, როგორც ხშირად მიუთითებენ, ნეგატივი ყველა თავისი წერტილით არის აღნიშნული.

აქ ფოტოეფექტის გზით წარმოშობილი იმპულსები მხედველობის ნერვს მიაქვს მხედველობის ტრაქტის გავლით ტვინის ქერქის მე-17 ველისკენ, სადაც ბადურის ყველა წერტილია წარმოდგენილი. ამრიგად, ჩვენი მხედველობა ორი ეკრანით სარგებლობს: პირველადია ბადურა, ხოლო მეორადი — მე-17 ველი. ამ ორ ეკრანზე თანამიმდევრობით პროექტირებული გამლიზიანებელი საგნობრივ ფორმას, შეიძლება გვეთქვა, პოზიტივისათვის დამახასიათებელ დაზუსტებას მე-18 და მე-19 ველში პოულობს.

ამ მხრივ საინტერესოა გავიხსენოთ გამლიზიანებლის თანამიმდევარ ხატზე ჩვენი დაკვირვების შედეგები. ამ ხატში ორი განსხვავებული საფეხურის ცვლილებას აქვს ადგილი: ტოლი ხატებიდან, გარკვეული მომენტის შემდეგ, თუ მათ ექსპოზიციას წინ განწყობის ფიქსაცია უძლოდა, ერთი მათგანი თანდათან იბერებოდა და გარკვეული დროის შემდეგ მხედველობის ველზე იგი ილუზორულ სიდიდეს იძენდა. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში განწყობის საფუძველზე გადამუშავებულ მხედველობის ფენომენტთან გვაქვს საქმე. ანალოგიურ ცვლილებას ადგილი აქვს დაუმთავრებელი სამკუთხედის თანამიმდევარ ხატზე დაკვირვების შემთხვევაში, აქაც ჭერ მისი პირველი პროექცია გამლიზიანებლის ფოტოგრაფიული სიზუსტით გამეორებას გვიჩვენებს, მეორადი პროექციის დონეზე, იგივე გრძნობადი შინაარსი ინდივიდის გამოცდილებით შეცვლილია. გარეშთაბეჭდილებათა ინტეგრაციის ორი საფეხური, ჩვენი აზრით, არის მათი ეკრანირების ორ საფეხურზე მომხდარი ცვლილების მაჩვენებელი. პირველი ეკრანის მიხედვით შთაბეჭდილება იმდგვარია. როგორცაა მისი გამომწვევი გამლიზიანებელი, მეორე ეკრანზე იგი სუბიექტის განცდის საგნად გადაქცეულა და ამიტომაც მისი გამოცდილებით შევსებული პოულობს გამოხატულებას.

გვაქვს თუ არა იგივე მდგომარეობა სმენითი შთაბეჭდილების გადამუშავების შემთხვევაში? აქ ბადურის როლს ასრულებს ლოკოკინაში მოთავსებული კორტის სხეული, სადაც გარედან ჰაერის რხევის მიმღები სიმებია მოთავსებული, მეორე ეკრანის როლს—საფეთქლის არეში მოთავსებული ქერქის 43-ე და 52-ე ველი. აქვე მდებარეობს ვერნიკეს ცენტრი, რომლის დაზიანების შემთხვევაში ადამიანი სიტყვებისადმი სიყრუეს იძენს. ასეთ ავადმყოფს სიტყვა ესმის, რაც იქიდან ჩანს, რომ მისი გამეორება შეუძლია, მაგრამ სიტყვის მნიშვნელობა არ აქვს. ამის ანალოგიური ხასიათის ცვლილებას ადგილი აქვს მხედველობის მეორე ეკრანის, ე. ი. მე-17 ველის დაზიანების შემთხვევაში. ადამიანი საგანს ხედავს, მას არ ეჩახება, მაგრამ



არ იცის რა იყო მის წინ: ხე თუ ადამიანი. ამდაგვარი ავადმყოფობით შეპყრობილი ადამიანის შესახებ ამბობენ, რომ იგი სიტყვებისადმი სიბრძავეთ არის დაავადებული.

საესებით ამის ანალოგიურ ცვლილებას ადგილი აქვს გრძნობის დანარჩენი ორგანოების ფენომენის განცდის შემთხვევაში. აქაც ეკრანირების ორი ეტაპი არსებობს, ამიტომ ცენტრალური ეკრანის დაზიანებას თან მოაქვს გრძნობადი შინაარსის განცდის, მისი ცნობის გამოვარდნა.

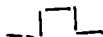
ჩვენი გრძნობის ორგანოებისა და ქერქის ურთიერთობა სრულიად გარკვეულ ანალოგიას პოულობს ტელეხედვასთან. სადგურიდან გადმოცემული ინფორმაცია, თუ ამ შემთხვევაშიაც შეფერხებამ ცენტრალურ სადგურში, ე. ი. თვით აპარატში იჩინა თავი, გამოსახულება ეკრანზე გამოჩნდება, მაგრამ მისგან აზრის გამოტანას ვერ მოვახერხებთ. აქაც იკარგება კავშირი გადაცემულსა და ეკრანზე მიღებულ გამოსახულებას შორის, ამიტომ მოვლენებს შორის თანამიმდევრობა არ ჩანს, თვითონ გამოსახულებას სამგანზომილება აქლია, იგი ჩრდილივით ქანაობს.

ტელეგადაცემის შემთხვევაში გადამცემი ეკრანის თითოეული წერტილიდან აგზნება, საესებით იმის ანალოგიურად როგორც ბადურის თითოეულ პუნქტში აღმოცენებული წერტილი, გადაეცემა მიმღებ ეკრანს და ამ პუნქტების თანამიმდევრული შეერთებით მიიღება გადაცემული სხეულის გამოხატულება. ტვინშიაც მოსალოდნელია იგივე ხასიათის ცვლილებასთან ვეჭონდეს საქმე, ამიტომ იგი შეიძლება ეკრანს შევადაროთ, სადაც ბადურიდან წამოსული იმპულსების ორგანიზაცია იძლევა იმ საგნის გამოსახულებას, რომლის შემოქმედებამ გამოიწვია ბადურის რეცეპტორული აპარატის აგზნება.

ამჟამად დადგენილია, რომ სანამ ბადურიდან წამოსული იმპულსები მხედველობის ქერქამდე მიაღწევენ, მათ მოგრობო ტვინში უნდა გაიარონ გამანაწილებელი სადგური—ბადებრივი ფორმაცია. აქედან იგზავნება იმპულსები ქერქის სათანადო პუნქტებისაკენ, რომელთა შემოსვლა ქერქში ისევე იძლევა გამოხატულებას, როგორც ელექტრონის სხივების შემობრუნება ტელევიზორის ეკრანზე.

## 6. იმპულსების გარდაქმნა ოდენობაში

ვთქვათ, რიცხვი „1“-ის გადათავსება არის საჭირო მანქანის ერთი ნაწილიდან მეორეში. ამ იმპულსის გრაფიკული გამოსახულება ასეთი იქნება:



როგორც ვხედავთ, ეს სრულიად არა ჰგავს ჩვენთვის ცნობილ არც ერთ რიცხვს, მიუხედავად ამისა, მანქანაში აღძრული ელექტრონული იმპულსების გადატანა დაახლოებით ისეთივე წესით მიმდინარეობს, როგორც ამას არითმომეტრში ბორბლის კბილანები აწარმოებენ.

ჩვენ აქ რიცხვის მიწოდების სისტემა გვანტერესებს. ამიტომ მხოლოდ მის აღწერაზე შევჩერდებით. როგორც ითქვა, მანქანის განკარგულებაშია 0 და 1, ჩვენ კი გვსურს ორობითი სისტემის მიხედვით გამოვსახოთ რიცხვი 6. შეგვიძლია იგი ერთეულებად დავშალოთ:

1 1 1 1 1 (ათობით თვლის შემთხვევაში), ორობითი სისტემის მიხედვით 6-ის გამომხატველი სიმბოლოა 110.

ახლა ციფრების რაოდენობას თუ ცალ-ცალკე განვიხილავთ, ვნახავთ, რომ ორობითი თვლის შემთხვევაში 6 სამი ციფრით შეიძლება გამოვსახოთ, ხოლო ათობითი თვლის შემთხვევაში ექვსი ციფრის გამოყენება არის საჭირო.

ორობითი თვლის შემთხვევაში (0,1) ამ ორი რიცხვიდან ყველაზე უმცირესი რიცხვი, რომელიც შეიძლება შევადგინოთ იქნება 10. ეს უკანასკნელი (10) რიცხვი 2-ის გამომხატველია. ორობითი სისტემით შედგენილი შემდეგი ორი რიცხვია 11, რომელიც რიცხვი 3-ის აღმნიშვნელია. 0 და 1-საგან სხვა ორნიშნის რიცხვის შედგენა არ ხერხდება, ასე რომ, 4-ის ორობითი თვლის სისტემის მიხედვით გამოსახატავად დაგვეჭირდება კომბინაცია სამი ნიშნისაგან. ყველაზე მცირე რიცხვი, რომელიც სამი ნიშნისაგან შედგება არის 100, იგი 4-ს შეესატყვისება ათობითი თვლის სისტემაში. გარდა ამისა, 0 და 1-საგან შეიძლება სამნიშნის შემდეგი ციფრების შედგენა: 101, 110, 111. თითოეული ორობითი თვლის სისტემაში შეესატყვისება 5, 6 და ა. შ.; რაც შეეხება 8-ს, იგი ოთხნიშნისა და ასე გამოისახება 1000, 9—1001, 10—1010 და ა. შ.

ჩვენ მიერ განხილულ შემთხვევაში რიცხვებს თუ განვიხილავთ, როგორც 2-ი ხარისხის მაჩვენებელთ, მაშინ ასეთი წესით მოქმედება არის საჭირო: როცა 2-ის ხარისხის მაჩვენებელი ათობრივ მწკრივში ერთეულით იზრდება, მაშინ მისი შესატყვისი ორობითი რიცხვი შემდეგ თანრიგში გადადის:

ათეული სისტემა	ორობითი სისტემა
1 = 2	1
2 = 2 <sup>1</sup>	10
4 = 2 <sup>2</sup>	100
8 = 2 <sup>3</sup> და ა. შ.	1000 და ა. შ.

თუ ერთი მარცხნივ დგას, მაშინ ნულების რაოდენობა ყოველთვის შეესატყვისება 2-ის ხარისხის მაჩვენებელს:  $2^1 = 10$ ;  $2^2 = 100$ ;  $2^3 = 1000$ ;  $2^4 = 10000$ ,  $2^6 = 1000\ 000$ . თუ, ათეული სისტემიდან ორობითში გადაყვანა უნაშთოდ ვერ ხერხდება, მაშინ მის იმ ნაწილს ავიღებთ, რომელიც ასეთ ოპერაციას უნაშთოდ იძლევა და შემდეგ მას მივუმატებთ რაც დარჩა. მაგალითად,  $66 = (2^6 + 2)$ , ხოლო ამის მიხედვით დაწერილი 66 იქნება  $1000\ 000 + 10 = 1000010$   $67 = (2^6 + 5 - 1000000 + 101) = 1000101$ .

ათეული გამოთვლის თავისებურებას შეადგენს ის, რომ აქ ათი არის ამ სისტემის ფუძე. ორობით სისტემაში ასეთი როლი 2 რიცხვს აქვს დაკისრებული.

ათეულ სისტემაში თითოეული ციფრის ადგილი განისაზღვრება მწკრივში ადგილის მიხედვით. თუ იგი მწკრივში პირველ ადგილზე დგას ერთეული იქნება, მეორე ადგილზე — ათეული, მესამე ადგილზე — ასეული და ა. შ. ამრიგად, მომდევნო რიცხვი მის წინარეზე 10-ჯერ მეტია, ის იმ დროს, როცა ორობით სისტემაში ეს განსხვავება ორის ფარგლებს არ სცილდება. ორობითი სისტემის მიხედვით დაწერილ ყოველ მწკრივში შეიძლება მხოლოდ ორი ციფრა გვექონდეს — 0, ან 1.

ათეული სისტემის მიხედვით მწკრივში წარმოდგენილი მეორე ციფრი ორობით სისტემაში ათეულის აღმნიშვნელი კი არ იქნება, არამედ ერთეულის. თუ ათეულის სისტემაში მესამე ციფრი ასეულის მაჩვენებელია, ორობით სისტემაში მესამე ციფრი მხოლოდ 4 ერთეულის მაჩვენებელი იქნება, ხოლო მეხუთე — 16 ერთეულის, მეექვსე — 32 ერთეულის და ა. შ. ამ სისტემაში მწკრივის თითოეული წევრი არის რიცხვი 2, რომელიც აყვანილია 0, 1, 2, 3 და ა. შ. ხარისხში და გამრავლებულია ერთეულზე ან ნულზე და ამის შემდეგ შეჯამებული.

მაგალითად, რიცხვი 25 ამგვარად შეიძლება წარმოვიდგინოთ:  
 $1 \cdot 2^4 + 1 \cdot 2^3 + 0 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^0 = 25$ .

ამის მიხედვით 25 რიცხვის კოდი ორობითი სისტემით ასე ჩაიწერება:

ცხრილი 14

მწკრივის №	5	4	3	2	1
რიცხვი 25-ის კოდი	1	1	0	0	1

აქ თითოეულს შეესატყვისება გარკვეული ხარისხი, მაგალითად, პირველ თანრიგს შეესატყვისება 2'. მეორეს — 2', მესამეს — 2<sup>2</sup>, მეოთხეს — 2<sup>3</sup> და ა. შ.

ამგვარად შედგენილი რიცხვები მანქანაში შეჰყავთ იმპულსების კოდის სახით; კოდი თუ 1, გამოჩნდება ელექტრონული იმპულსი, ხოლო კოდი 0-ის შემთხვევაში მას არ ექნება ადგილი. თუ ამ პროცესს დიაგრამის სახით წარმოვიდგენთ, მაშინ, სადაც იმპულსი (1) გვაქვს გამოჩნდება პიკი, ხოლო 0-ის შემთხვევაში — არა.

ერთ-ერთი უხერხულობა, რომელიც თან ახლავს ორობით სისტემას, მდგომარეობს იმაში, რომ სულ მცირე რიცხვი მეტად გრძელი მწკრივითაა წარმოდგენილი. სამაგიეროდ. არითმეტიკული ოპერაციები მეტად გამარტივებულა:

(0) = 0	(6) = 110	(12) = 1100	18 = 10010
(1) = 1	(7) = 111	(13) = 1101	19 = 10011
(2) = 10	(8) = 1000	(14) = 1110	20 = 10100
(3) = 11	(9) = 1011	(15) = 1111	21 = 10101
(4) = 100	(10) = 1010	(16) = 10000	22 = 10110
(5) = 101	(11) = 1011	(17) = 10001	23 = 10111 და ა.შ.

მიმატებისა და გამრავლების წარმოების წესს გავეცანით, როცა ორობითი თვლის სისტემა დაეახასიათეთ, მაგრამ არც აქ იქნება ზედმეტი მისი გახსენება.

$0+0=0$ ;  $0+1=1$ ;  $1+0=1$ ;  $1+1=10$  (ერთი გადათავსებულა). აქ განხილული ოთხი წესიდან უჩვეულოდ გამოიყურება 10. მაგრამ თუ გაეიხსენებთ, რომ იგი ორობითი თვლის სისტემაში 2-ის გამომსახველია, მაშინ ყველაფერი რიგზე აღმოჩნდება.

ახლა შეერთების ზემოგანხილული წესი ორი მარტივი რიცხვის მიმართ გამოვიყენოთ. ვთქვათ გვსურს გამოვსახოთ  $18+5$ , ამისათვის საჭირო იქნება დავწეროთ ეს რიცხვები და თან იქვე ორობითი სისტემისათვის დამახასიათებელი გამოსახულებაც მივუწეროთ:

$$\begin{array}{r} 18 = 10010 \\ + 5 = 101 \end{array}$$

---


$$23 = 10111$$

მარტივია აგრეთვე გამოკლების წესიც:

$0-0=0$ ,  $1-0=1$ ,  $1-1=0$ ,  $10-1=1$ , ეს იმ შემთხვევაში, როცა 10 არის ორობითი სისტემის ფუძე.

ვთქვათ გვესურს 15-ს გამოვაკლოთ 6; ათობითი სისტემის მიხედვით გვექნება ნაშთი 9, ორობითი სისტემის შემთხვევაში ოპერაცია ასეთ სახეს მიიღებს:

$$15 = 1111$$

$$-6 = 110$$

---


$$9 = 1001$$

არც გამრავლება არის რთული, თუ ვიხელმძღვანელებთ ორობითი სისტემისათვის დამახასიათებელ შემდეგ წესს:

$$0 \times 0 = 1, 0 \times 1 = 0, 1 \times 0 = 0, 1 \times 1 = 1.$$

გადავამრავლოთ ერთმანეთზე ორი რიცხვი — 11 და 5.

$$11 \text{—} 1011$$

$$\times 5 \text{—} \times 101. \text{ გადავამრავლოთ მარჯვენა წევრები:}$$

$$1011$$

$$\times 101$$

---


$$+ 1011$$

---


$$110111;$$

$$11 \times 5 = 55, \text{ ხოლო } 55 \text{ ორობითი თელის სისტემით } = 110111.$$

მათემატიკურ მანქანაში ეს ოპერაცია უფრო მარტივად მიმდინარეობს — ამ შემთხვევაში მამრავლის გადაწევა მამართავენ, რაც საგრძნობლად ამარტივებს ამ ოპერაციას, რადგანაც მხოლოდ მამრავლის გადათავსება და შემდეგ ციფრების შეკრება არის საკმარისი.

რაც შეეხება „პლუსსა“ და „მინუსს“, აქ პირობითი გამოსახვის საშუალება ასეთია: პლუსი ერთით (1) აღინიშნება, ხოლო მინუსი — ნულთ (0). ხომ არ არის ამ ნიშანთა აღრევის შესაძლებლობა როგორც ერთმანეთში, ისე სხვა რიცხვებში? არავითარ შემთხვევაში, რადგანაც თითოეულ ნიშანს წინასწარ აქვს მიჩნეული თავისი უჭრა. რიცხვის ორობით კოდში აღგებრული ნიშანი ყოველთვის პირველ ადგილზე დგას.

გამოკლების შემთხვევაში, როგორც ვნახეთ, იგივე მანიპულაცია სრულდება, რაც მიმატების ოპერაციის გარჩევისას უკვე ცნობილია, მხოლოდ იმ განსხვავებით, რომ ნიშანია შებრუნებული. ამრიგად, გამოკლების ადგილს ისევ მიმატება იჭერს და არც გვექნებოდა რაიმე მნიშვნელოვანი განსხვავება, რომ მეორე შესაყრების.

სახით უარყოფით რიცხვებთან არა გვექონდეს საქმე. ამ უარყოფითი რიცხვის ერთეულებით ან ნულით გამოსახვაც აუცილებელია.

ამ საქმეში დახმარება რიცხვების დამატებით კოდს შეუძლია. გაგვიწიოს, რომლის მიღება არავითარ სირთულეს არ წარმოადგენს. მამცირის ყველა ერთეული ნულებით უნდა შევცვალოთ, ხოლო ნულები ერთეულებით და მწკრივის ყველაზე მცირე რიცხვს მივუმატოთ ერთი. გავარჩიოთ ეს ოპერაცია მარტივი მაგალითის დახმარებით.

ათობითი სისტემის მიხედვით 9-ს რომ გამოვაკლოთ 4 მივიღებთ 5-ს. ეს დავიმახსოვროთ. გავინსენოთ ისიც, რომ ორობითი თვლის მიხედვით 5-ის აღმნიშვნელია 101.

9 ორობით სისტემაში უდრის 1001,

4 ორობით სისტემაში უდრის 0100.

ახლა ეს რიცხვები კოდის ნიშანთა მიხედვით ჩამოვწეროთ:

+ 9-ს ასეთი სახე ექნება — 01001,

— 4-ს ასეთი სახე ექნება — 00100.

მამცირის ორობით გამოსახულებაში (00100) ერთეულები ნულებით შევცვალოთ და ნულები ერთეულებით:

11011.

ამ რიცხვთა ყველაზე მცირე წევრს მივუმატოთ ერთი:

$$\begin{array}{r} 11011 \\ + 1 \\ \hline 11011 \end{array}$$

ასე მიიღება დამატებითი კოდი. ახლა მხოლოდ ისღა დაგვრჩენია, რომ მათ შეჯამებაზე გადავიდეთ, რომელიც ჩვენთვის ცნობილი წესით მიმდინარეობს.

როგორ წარმოებს გაყოფა? ამისთვის საკმარისია გამყოფის გადაწევა და დამატებით კოდში რიცხვების შეკრება. ერთი სიტყვით, მანქანას სჭირდება რიცხვების შეჯამების ცოდნა და მათი გადათავსება, ყველა დანარჩენი ოპერაციის დაყვანა შესაძლებელია ამ ელემენტარულ ოპერაციებამდე.

საერთოდ, როგორც გამოთვლის სისტემის გაცნობას შეუძლია დაგვარწმუნოს, ყოველი რიცხვისთვის შეიძლება გარკვეული გამოსახულების მიცემა, თუ გამოვიყენებთ შემდეგ ფორმულას:

$$x = \pm \sum_{i=1}^{i=r} a_i \cdot d^{r-i}, \text{ სადაც } r \text{ მოცემული რიცხვია, } r\text{-თანრიგის რადენობაა.}$$

გავეცნოთ მთელის გამოყოფის წესს წილადისაგან. ჩვეულებრივად, როგორც ვიცით, ამ მიზნისათვის ხმარობენ სასვენ ნიშანს, რომელსაც მძიმეს ვეძახით. რასაკვირველია, ახლა მძიმის მაგიერ რაღაც პირობითი ნიშანი ან პოზიცია უნდა გამოვიყენოთ.

მძიმის ხმარების ორი წესია: „ფიქსირებული დამცურავი“. ფიქსირებულ მძიმეს ხმარობენ, როცა წინასწარ არსებობს შეთანხმება, რომ მძიმე მთელ რიცხვთა შემდეგ დაისმება, ხოლო მცურავთა მძიმეს იმ შემთხვევაში, თუ მისი ადგილი პოზიციურად განსაზღვრული არ არის.

ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, რომ მანქანას თავის სამეტყველო ენად ციფრების ენა ჰქონია. იგი ყველა ისეთ არითმეტიკულ ოპერაციას აწარმოებს, როგორსაც ადამიანის ტვინი, მაგრამ იმ განსხვავებით, რომ ადამიანს ხანგრძლივი წლების განმავლობაში ვარჯიში სჭირდება იმის გასაკეთებლად, რასაც მანქანა ყოველგვარი ვარჯიშის გარეშე აკეთებს. გამოირკვა ისიც, რომ 1 და 0 მანქანისათვის სიმბოლოებია, რომელთა კომბინაციით აღწევს იგი მეტად რთული მოქმედების შესრულებას. მართალია, ადამიანმა იცის რას აკეთებს, ხოლო მანქანამ არ იცის, მაგრამ ეს მანქანის საწინააღმდეგოდ არაფერს გვეუბნება. ადამიანის ტვინი ძლიერ ხშირად მეტად რთულ მოქმედებას ასრულებს ისე, რომ წინასწარ ამის შესახებ არც ტვინმა იცის რაიმე და არც მისმა პატრონმა.

შეიძლება ერთგვარად სასარგებლოც იყოს მოკლედ შევებოთ გამომთვლელი მანქანის აგებულების აღწერას იმ მხრივ, რომ იგი უფრო ნათელს გახდიდა მანქანაში მოძრავი იმპულსების ეტაპებად გარდაქმნას.

## 7. იმპულსების მოძრაობა გამომთვლელ მანქანაში

მათემატიკური მანქანა თავის ტვინის მსგავს მოდელს წარმოადგენს, მასში იმპულსის სიმბოლოდ გარდაქმნა თითქმის იმავე წესით ხდება, როგორც ამას ტვინში აქვს ადგილი. ამ მანქანას ტვინის მსგავსად მოეპოვება იმპულსების შესავალი, უკეთ რომ ვთქვათ გამლიზიანებლის მიმღები ორგანოები („რეცეპტორები“), რომელთა მიხედვით ღებულობს იგი გარედან ცნობებს. მანქანის რეცეპტორული აპარატი სამი სახისაა: ელექტრომექანიკური, ფოტოელექტრონული და დამხმარე კლავიშები.

შესავლიდან მანქანაში შედის ინსტრუქცია და საოპერაციო რიცხვების გარკვეული წყება. ასე ხდება ინფორმაციის შეტანა, რო-

მელიც დამთავრდება თუ არა, იმავე მომენტში, არითმეტიკული ოპერაციების ბლოკში იგზავნება იმპულსი, რომელიც მექანიზმებს ბრძანებას აძლევს: „ჩაიწერე“. მანქანაში სიტყვების შეტანა გრძელდება მანამ, სანამ პროგრამით გათვალისწინებული სამუშაო არ ამოიწურება.

პროგრამას მიმღები მექანიზმების ადეკვატური ფორმა უნდა მიეცეთ, რაც წინასწარ მუშაობას მოითხოვს. მანქანაში მასალის შეტანის ერთ-ერთ საშუალებას პერფორენტი წარმოადგენს (დახვრეტილი ქაღალდის ლენტი). ამ სახით ხორციელდება მანქანაში წინასწარშედგენილი ალგორითმი. ამ როლის შესრულება ტელეგრაფის ლენტსაც შეუძლია, რომელიც საბეჭდო მანქანასთან იქნება შეერთებული. ასე შედგენილი ინფორმაციის წაკითხვა შესაძლებელია როგორც მექანიკური შეხებით, ისე ფოტოელექტრონულ ხელსაწყოთა საშუალებებითაც. ეს უკანასკნელი გაცილებით უფრო სრულყოფილი და სანდო „რეცეპტორებია“.

სინათლის წყაროდან წამოსული სხივი ღინზას ეცემა, საიდანაც იგი ერთ კონად შეკრული ლენტის იმ ნაწილს აშუქებს, რომელიც გახვრეტილია. ამ თავისუფალ არეში გასული სხივების კონა ფოტოელემენტებს ეცემა, რომელიც აღიგზნება (ფოტოქიმიური რეაქციის გამო ამოიტყორცნება ელექტრონები) და გამაძლიერებლისავე გზავნის იმპულსებს.

ამ ლენტის ყოველი მწკრივი ოთხი, ორ-ორად განლაგებული რიცხვებისაგან შედგება. „S“-ის გამოჩენა იმის ნიშანია, რომ ლენტზე მისამართი მთავრდება, რიცხვების დამთავრების მაჩვენებელია „V“.

მანქანაში შეტანილ ინფორმაციას უნდა ჰქონდეს: 1) მისამართი, რომელიც პერფორენტზე რიცხვების წინ არის დასმული, 2) დამუშავებელი პროგრამა სპეციალური ინსტრუქციით, რომელზედაც აღნიშნულია მისამართი; ე. ი. მენსიერების ყუთის ნომერი.

მანქანას აქვს, როგორც ითქვა, დამხმარე კლავიშები, რომელიც ჩვენი სურვილის მიხედვით იძლევა რიცხვებისა და ინსტრუქციების შეტანის შესაძლებლობას.

პერფორენტი მოძრაობაში ჰოდის ბრძანების მიხედვით, რომელიც თან მოსდევს ინსტრუქციას (შავი წრე ნასქრეტის არსებობაზე მიუთითებს. თეთრი — არა). აქედან იმპულსები, როგორც ითქვა, გამაძლიერებლებში შემოდის, თუ იგი პერფორენტის შესატყვისა აღმოჩნდა, მაშინ ტრიგერი „1“ მდგომარეობაში დგება და ამავე იმპულსებს სიმბოლოების გამშიფრავ მოწყობილობისავე გზავნის.

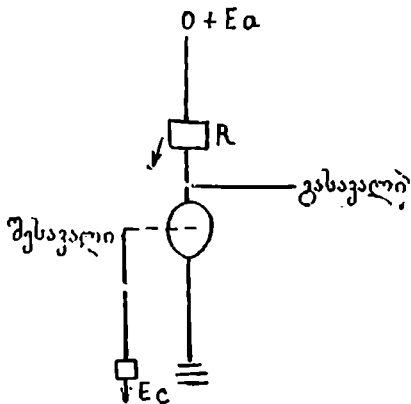


ავტომატში არსებობს სპეციალური მოწყობილობა, რომელიც რიცხვების სახით შემოსულ მასალას გარკვეული მოქმედების იმპულსად აქცევს. ამას არითმეტიკული ოპერაციებისათვის განკუთვნილ ბლოკ-

ცხრილი 15

იმპულსების № რიგის მიხედვით	ტრიგერის მდგომარეობა: ტრიგერი დასაწყის მდგომარეობაში. ნეონის ელნათურა არ ანათებს. ტრიგერი სამუშაო მდგომარეობაშია. ნეონის ელნათურა ანათა					მრიცხველის მიერ ფიქსირებული რაოდენობა	
	ტრ. 4	ტრ. 3	ტრ. 2	ტრ. 1	თვლის ორბითი სისტემა	თვლის ათობითი სისტემა	
1	0	0	0	0	0 ... 0001	1	
2	0	0	0	0	0 ... 0010	2	
3	0	0	0	0	0 ... 0011	3	
4	0	0	0	0	0 ... 0100	4	
5	0	0	0	0	0 ... 0101	5	
6	0	0	0	0	0 ... 0110	6	
7	0	0	0	0	0 ... 0111	7	
8	0	0	0	0	0 ... 1000	8	
9	0	0	0	0	0 ... 1001	9	
10	0	0	0	0	0 ... 1010	10	

ში აქვს ადგილი, რომელიც განსაზღვრული ლოგიკური სქემის მიხედვითაა აგებული. ეს ბლოკი სამი ნაწილისაგან შედგება: ინვერტორი, შემხვედრი და შემგროვებელი. ინვერტორის სქემა ასეთია:



სქემა 8

დიდი ძაბვის ელექტროპოტენციალი ხვდება ტრიოდის ბადეს  $E_c$ , რომელიც აწარმოებს ელნათურის ჩაკეტვას. ამ დროს ანოდის დენი ნულს უდრის, ძაბვა  $R$  წინააღმდეგობაში არ ეცემა და გასავალზე ვლებულობთ ძლიერ ძაბვას  $E_a$ . შესავალში დადებითი პოტენციალის მიცემით ელნათურა გამოერთობა და რაკი  $R$  წინააღმდეგობა ელნათურაში, მუდმივ დენთან შედარებით, გაცილებით უფრო მეტია, გამოსავალში ძაბვა ძლიერ მცირე უნდა აღმოჩნდეს იმის გამო, რომ  $R$  ძაბვა შესუსტებულია. ამრიგად, როცა შესავალში სიგნალი არ მოქმედებს, გასავალში იგი მოქმედებაშია.

თანამთხვევად სქემას მრავალი პოლუსი აქვს, ასევე მრავალი შესავალი და მხოლოდ ერთი გამოსავალი. თუ შესავალში ყველგან დადებითი სიგნალია მოქმედებაში, როგორც წესი, ყველა ვენტილა (ხრახნსაცობი) დაკეტილი იქნება, დენი  $R$  წინააღმდეგობაში ვერ გაივლის, მასში არც დაძაბვის დაცემას ექნება ადგილი და მხოლოდ გასავალზე მივიღებთ  $E_a$  ძაბვას. თუ ერთ-ერთ შესავალში დადებითი სიგნალის მოქმედება შეწყდა, ამას მოჰყვება წინააღმდეგობაში დენის გავლა, რის გამო გასავალში ძაბვა შესამჩნევად შემცირდება. ამრიგად, თანამთხვევი სქემის გასავალში სიგნალის მოქმედებას იმ შემთხვევაში აქვს ადგილი, როცა „და“ იმპულსი ყველა შესავალში განაგრძობს მოქმედებას. ბლოკ-სქემის სწორკუთხედზე „და“ ნიშანია მოცემული.

შემკრები სქემა გასავალზე სიგნალს იძლევა მხოლოდ მაშინ, როცა ერთ-ერთ შესავალზე გვაქვს დადებითი სიგნალი. გასავალზე სიგნალი მხოლოდ იმ შემთხვევაში შეიძლება გვექონდეს, როცა პირველ, მეორე და, საერთოდ, ყველა დანარჩენ შესავალზე მოცემულია სიგნალი „ან“. „გონიერ“ მანქანას სხვა არა ნაკლებ მნიშვნელოვანი ნაწილები გააჩნია. პირველ რიგში უნდა დავასახელოთ მ ა ნ ქ ა ნ ის მ მ ა რ თ ა ვ ი მ ო წ ყ ო ბ ი ლ ო ბ ა, რომელიც ელექტრონულ რელეებისა, საანგარიშო მექანიზმისა და ლოგიკური უჯრედებისაგან შედგება. იგი უწევს ზედამხედველობას დაწყებული პროცესის თანამიმდევრობით გაშლას, მანქანის ცალკეული ნაწილის შეთანხმებულ მოქმედებას. აქედან მოდის განკარგულება — მეხსიერების რომელი უჯრედისაგან წავიდეს იმპულსი. საქმე არც ამით მთავრდება, რადგანაც მეხსიერების უჯრედებიდან ამოღებული რიცხვების არითმეტიკული ოპერაციების კვანძში გაგზავნა არის საჭირო, ხოლო ამის შემდეგ ზედამხედველობის გაწევა, რათა ბრძანება სწრაფად შესრულდეს და მიღებული შედეგი გზას არ აცდეს. თუ მიღებულია

ბრძანება გამოანგარიშების მიმდინარეობის შეჩერების შესახებ, მანქანის მმართვეი აპარატი იღებს ზომებს ბრძანების ზუსტად შესასრულებლად.

ამოცანის შესრულებას უნდა მოჰყვეს მიღებული შედეგების დაბეჭდვა, რაც მმართვეი აპარატის მითითებით ხდება. ერთი სიტყვით, მმართვეი მოწყობილობის სახით ჩვენ საქმე გვაქვს ისეთ მექანიზმთან, რომელიც თავიდან ბოლომდე თვალყურს ადევნებს მანქანის ნაწილებს შორის შეთანხმებულ მოქმედებას და თვითონ განსაზღვრავს მათი მუშაობის რიტმს. თუ რაიმე მიზეზის გამო ავტომატის რომელიმე მექანიზმი აცდა გზას, მმართვეი აპარატი იმავე მომენტში აჩერებს მანქანას.

მანქანის ამ მექანიზმს დაკისრებული აქვს აკცეპტორის მოვალეობა, რომელიც ჩვენ მიერ ზემოთ საკმაოდ ვრცლად არის დახასიათებული.

ცხადია, რომ მანქანის მმართვე მექანიზმებს შორის მეტად მნიშვნელოვანი ადგილი ლოგიკური უჯრედების მუშაობას აქვს დათმობილი. აქ ხდება იმპულსების გადამუშავება და მორიგი ბრძანების მიხედვით მისთვის მისამართის მიჩენა.

გამომთვლელი მანქანის შინაგან აგებულებასა და მოქმედებას, როგორც ჩანს, ბევრი რამ აქვს საერთო ადამიანის ტვინის მუშაობასთან, მაგრამ მათ შორის განსხვავებაც საკმაოდ დიდია.

## 8. ორგანიზმის მუშაობის თვისობრივად განსხვავებული მხარე

ადამიანის ორგანიზმში მოთავსებულია 10—12 მილიარდი ნეირონი და თითქმის ამდენივე რეღე, ეს იმ დროს, როცა ყველაზე ძლიერ გამომთვლელ მანქანაში 10—15 ათასი რეღე არის წარმოდგენილი. ამრიგად, ნერვული სისტემა ოპერაციული თვალსაზრისით მილიონჯერ უფრო რთულია და მეტად მცირე მოცულობის კოლოფშია მოთავსებული. თანამედროვე გამომთვლელ მანქანას იმდენივე რეღე ჰქონდეს, რამდენიც ადამიანის ორგანიზმს, მიუხედავად ნახევარგამტართა არსებობისა, იგი ვერც ერთ თანამედროვე შენობაში ვერ დაეტეოდა და, როგორც ერთ-ერთი კიბერნეტიკის მკვლევარი მიუთითებს, მისი ენერჯით მომარაგებისათვის ნაგარის ელსადგური იქნებოდა საჭირო. ორგანიზმში ინფორმაცია გაცილებით უფრო მეტი იკარგება, ვიდრე მანქანაში, განსაკუთრებით იმ შემთხვევაში, როცა იგი რეცეპტორიდან გადადის ეფექტორებში. შემოსულსა და გასულ ინფორმაციას შორის ორგანიზმში ისეთი შეფარდება გვაქვს,

როგორც ერთსა და მილიონს შორის; რაც შეეხება ნერვიდან კუნთში ინფორმაციის გადასვლას, აქ ეს შეფარდება ერთისა და ასის ფარგლებში რჩება. ვერც ერთი ინჟინერი ვერ შეძლებს ამდენი ნაკლის შემცველი მანქანის აგებას, მაგრამ საქმე ისაა, რომ ვერც ერთი მანქანა ვერ შეძლებდა ისეთ ცვალებად პირობებში მუშაობას, როგორშია ც ორგანიზმს უხდება. თავისი მოვალეობის შესრულება. არაჩვეულებრივად მცირეა ინფორმაციის ალბათობა, რომელსაც ორგანიზმი იყენებს და გადასცემს. ორგანიზმის ენერჯით მომარაგება მეტაბოლიზმის გზით და მის შიგნით მიმდინარეობს, მანქანაში იგივე პროცესი გარედან შეტანით ხორციელდება.

ორგანიზმსა და მანქანას შორის განსხვავება ყველაზე უკეთ ჩანს იმ მხრივ, რომ მანქანამ არ იცის რას აკეთებს. ადამიანის მოქმედება აზრიანია, მის აღქმას აზრი აქვს. აზრის ძირითად თავისებურებას შეადგენს მის ოდენობაში გამოუხატველობა, რის გამო მისგან კოდის შედგენა ვერ ხერხდება. გამომთვლელი მანქანის მიერ გადამუშავებული ინფორმაცია ისეთ გარდაქმნას განიცდის, რომელიც შეიძლება ასე გამოითქვას: „ეს“, „ან, არა ეს“, ან კიდევ „რამდენია ეს“. მანქანა არასოდეს არ გვეუბნება, რომ „ეს ეკუთვნის ამას“, მას არც იმის ჩვენება შეუძლია, რა არის ციფრით გამოხატული. მაკ-კეის ეკუთვნის ცდა იმის, რომ შინაარსი, საზრის ოდენობაში გამოეხატა, უკეთ, იგი ოდენობამდე დაეყვანა. სკამის ცნებით ჩვენ აღვნიშნავთ, მიუთითებს მაკ-კეი, რომ მას აქვს ოთხი ფეხი და ერთი საზურგე, თითოეული მისი საზრისის ნაწილია. სკამს ყოველთვის არა აქვს ოთხი ფეხი, ზოგჯერ ისიც შეიძლება საზურგეც არ ჰქონდეს. რაც ჩვენ შეგვეძლო ხანგრძლივი გამოცდილების მიხედვით სიტყვა „სკამისათვის“ გაგვეკეთებია, ესაა ცნების აგება, რომელიც სკამისგან მიღებულ გამოცდილებაში წარმოდგენილ მის ნიშნებს გააერთიანებდა. ჩვენ ამ შემთხვევაში უნდა შეგვეძლოს სკამის ქვანტიტატიკური ტერმინებით დახასიათება, მაგრამ ამის მიღწევა არ უშველიდა საქმეს, ვინაიდან მნიშვნელობა არ არის ნიშნების ჯამი.

მანქანაში სკამის დამახასიათებელი ქვანტიტატიკური მნიშვნელობა, როგორც გარკვეული ციფრები, შეაქვთ ინსტრუქციასთან ერთად, იგი აწარმოებს გამოთვლას და რიცხვებს უბრუნებს ოპერატორს, რომელიც კვლავ ურთავს მას სკამის გამომხატველ რიცხვს. მანქანიდან სხვა სახის მნიშვნელობის მიღება შეუძლებელია. ორგანიზმში მნიშვნელობა იმ მომენტიდანვე გამოიყენება, როგორც კი დამყარდება გარემოსთან კონტაქტი. ორგანიზმი ინფორმაციას მანქა-

ნის მსგავსად ლებულობს, მაგრამ დანართი, რომელიც მას შეაქვს მასში, შემოსულ ინფორმაციას გარკვეულ მნიშვნელობას ქენს. ამ შემთხვევაში მხედველობაში გვაქვს სუბიექტის გამოცდილება, რომელიც უშუალოდ თან ახლავს მის განცდას ცოდნის სახით. ამის გარეშე არ არსებობს აღქმა საზოგადოდ და, კერძოდ, ჩვენი განხილვის საგნად გადაქცეული სკამის აღქმაც. ამდაგვარად იძენს აღქმა ორგანიზმისათვის აუცილებელ მნიშვნელობას.

ცოდნის ოდენობაში გამოსასვია შესაძლებელიც რომ იყოს, სკამთან კონტაქტი არავითარი ახლის მომტანი არ იქნება მანქანისათვის, იგი ვერც ერთხელ ვერ მოახერხებს მოქმედებას იმ ცოდნის მიხედვით, რომელიც სკამის სიმბოლოების შესატყვისი ინფორმაციათა გადამუშავებას მოსდევს. ჩვენ ვიცით, რომ მანქანა გონიერ ოპერაციებს გონებისა და ცოდნის მონაწილეობის გარეშე ასრულებს.

ამ მიმართულებით საკითხის განხილვით დაინტერესებული მკვლევარი ბევრ საინტერესო ცნობას იპოვის პ. კოსას მონოგრაფიაში, მაგრამ კიბერნეტიკის განვითარების თანამედროვე მდგომარეობისათვის, ჩვენი აზრით, ორგანიზმსა და ავტომატს შორის მსგავსების მონახვა მეტი ნაყოფის მომტანი იქნება, ვიდრე მათი დაპირისპირება. ვანა საგანგებო მტკიცებას მოითხოვს ის, რომ მანქანა არ არის და არც არასოდეს იქნება ადამიანი!

## სწავლის კიბერნეტიკული თეორია

### 1. მანქანის რაციონალური სწავლების ფუნქციები

ამ მიმართულებით პირველი ცდა კემბრიჯის უნივერსიტეტის მათემატიკის ლაბორატორიაში იყო ჩატარებული. შესაძლებელი აღმოჩნდა ელექტრონის ავტომატურად გამომთვლელი მანქანის „ელ-ზაკ“-ისათვის ისეთი რეჟიმის შექმნა, რომელიც მუშაობის პროცესში შეძენილ გამოცდილებას ემყარება.

ელზაკს აქვს მეხსიერებისათვის განკუთვნილი მორთულობა, შესავალი ნაწილი, რომელიც ციფრების სახით ღებულობს იმპულსებს. როცა ამ მანქანაში შეაქვთ რაციონალური სწავლებისათვის განკუთვნილი პროგრამა, იგი თავის დანიშნულებას იცვლის, ციფრების გამომთვლელი მანქანიდან გადაიქცევა ისეთ მანქანად, რომელსაც შეიძლება ვასწავლოთ. როცა იმპულსი  $st > 0$  მოცემულია  $t$  მომენტში, მაშინ მას შეუძლია შემთხვევის მიხედვით „რეფლექსების“ ერთ-ერთი ჯგუფის გამომუშავება  $R_i$  ( $i=1, 2, 3, 4, 5$ ). გამოსავალ ნაწილში, სადაც პასუხი იბეჭდება, მანქანა სიგნალი  $i$  გამოჩენით ხძლევს ნიშანს, რომ ადგილი ჰქონია  $R_i$  რეფლექსის გამოწვევას. ექსპერიმენტის ხელმძღვანელს შესაძლებლობა აქვს ამ პროცესებისათვის თვალყურის დევნებით მოიწონოს ან უარყოს რეფლექსის შემუშავების მიმდინარეობა.

შეიძლება  $st$  (იმპულსი)  $t$  მომენტში იმდენად სუსტი აღმოჩნდეს, რომ ვერ გამოიწვიოს რეფლექსი. ამ შემთხვევაში სჭირდება ექსპერიმენტის ხელმძღვანელს დრო ისე შეარჩიოს, რომ მანქანაში ერთი და იმავე სახით მიმდინარეობდეს რეფლექსის შემუშავება. ეს მოითხოვს მოწონება გამოხატოს მან მაშინ, როცა ძაბვა ნულზე მეტია ( $at > 0$ ), თუ ( $at = 0$ ) = განურჩეველი დამოკიდებულება, ხოლო უარყოფა = ( $at < 0$ ) სიტუაციაში. გამეორებით უარყოფას შეუძლია მიგვიყვანოს რეფლექსის ჩაჭრობამდე. კემბრიჯის უნივერსიტეტის მათემატიკის ლაბორატორიაში დამუშავებული ცხრილის მი-

ხედვით შესაძლებელია  $R_1$  რეფლექსის შემუშავება იმ შემთხვევაშიც, როცა  $at=2$ , ხოლო  $t=27$ , აგრეთვე  $at=1$ , ხოლო  $t=30$ . ეს საკმარისი პირობაა, მანქანამ ყოველ ახლად შემოსულ იმპულსზე  $R_1$  რეფლექსით უპასუხოს.

ვარჯიშის პროცესში შეცდომების რაოდენობამ იკლო და სულ უფრო და უფრო სუსტი იმპულსებით აღმოჩნდა შესაძლებელი სწავლა. როგორც ითქვა, მანქანა მოწონების გამეორების შედეგად სწავლობს, რომელიც მაშინაც შესაძლებელია, როცა ექსპერიმენტის ხელმძღვანელი ინდიფერენტულია მანქანის მოქმედებისადმი. მიუხედავად ამისა, თუ გარკვეული რეფლექსი უფრო ხშირად მეორდება, მას ბოლოსა და ბოლოს მოყვება ის, რომ იგი მანქანისათვის „ჩვევად“ გადაიქცევა. თუ გვსურს მანქანა გადავაჩვიოთ შეძენილი რეფლექსით მოქმედებას, ჩვევად გადაიქცეული რეფლექსი უნდა ჩავაქროთ. თუ იმპულსი ძაბვის შენელების შემთხვევაში გამოჩნდა, მაშინ რეფლექსს უარყოფითი შეფასება უნდა მიეცეთ. ამ პირობებში შესაძლებელია მანქანა გადავიყვანოთ თანდათანობით „ლატერგიულ“ მდგომარეობაში, რასაც მოჰყვება რეფლექსის სულ უფრო და უფრო იშვიათად შემუშავება.

პროგრამის უფრო ვრცელ აღწერასა და ცხრილს დაინტერესებულნი მკითხველი ცალკე გაცნობა. აქ მხოლოდ იმის ჩვენება გვინტერესებდა, რომ მანქანას შეუძლია „სწავლა“, ე. ი. იგი მივაჩვიოთ და გადავაჩვიოთ რეაქციის მოცემას. საინტერესოა, რომ ამის შესრულება არასპეციალური დანიშნულების სწრაფგამომთვლელი მანქანისათვისაც ყოფილა შესაძლებელი.

ამის საფუძველზე ბუნებრივია ვიკითხოთ: შეუძლია თუ არა მანქანას ამოცანის გადაწყვეტა პროგრამის გარეშე? რაკი მანქანა სწავლობს, ცხადია, რომ იგი შესძლებს დასწავლილის საფუძველზე მოქმედებას და, მაშასადამე, ყოველთვის არ იქნება საჭირო მას მივაწოდოთ პროგრამა. არსებობენ მანქანები, რომლებსაც გარკვეული „წრთენის“ შემდეგ შეუძლია ასოების „ცნობა“, — მის გამოჩენაზე პასუხის მოცემა. საკმარისია ამ მანიპულაციის 15—20-ჯერ განმეორება, რომ მანქანამ შეძლოს ასოს ჩვენებაზე სწორი სიგნალის მოცემა. მისი გამოყენება შესაძლებელია საგნის (მოხაზულობის მიხედვით) გამოსაცნობად, საგნების საკლასიფიკაციოდ, მათი სიმბოლური ასახვისათვის.

ახლა არ წარმოადგენს გადაულახავ სიძნელეს, მანქანამ „იცნოს“ სიგნალი, გამოჰყოს იგი სხვა სიგნალებიდან და მისი შესატყვისი მოქმედებისათვის აეწყოს. გაცილებით უფრო თვალწარმტაცი

მიღწევებია ამ სფეროში მოსალოდნელი, როცა სათანადოდ განვითარდება მეცნიერების ახალი დარგი — ბიონიკა, რომელიც ტექნიკაში გამოყენების მიზნით სწავლობს ბიოლოგიურ სისტემებში მოქმედი მიმღები და გადამცემი ორგანოების აგებულებას.

## 2. ჰირობითი რეფლექსის პრინციპით მოქმედი ავტომატები

პირობითი რეფლექსის ზედმიწევნით გამარტივებული სქემის მიხედვით განხორციელებულია ავტომატის აგება, რომლის აღწერას აქვე შევუდგებით.

ამერიკელმა ინჟინერმა შენონმა, რომელსაც ეკუთვნის ინფორმაციის თეორიის მათემატიკური დასაბუთება. გააკეთა თავი, რომელსაც შეედლო ლაბირინტებში მოძრაობა და დანიშნულ ადგილზე მისვლა. ლითონის თავგს გაუკეთა ულვაშები, რომელიც მას შეხების გრძნობის ორგანოების მაგივრობას უწევდა. ულვაშებით შეხებას ლაბირინტის ღობესთან თან სდევდა კონტაქტი და ელდენის წრეში თავის ჩართვა. მეორე შეხების ორგანო მას მარცხენა მხარეს ჰქონდა მოთავსებული. თავგმა წინასწარჩაწყობილი პროგრამის მიხედვით უნდა განაგრძოს მოძრაობა. ამ დროს იგი მარცხენა „გრძნობის ორგანოთი“ ლაბირინტის კედელს ეხება. კონტაქტის დაკარგვის შემთხვევაში თავი მარცხნივ უხვევს და წინსვლას განაგრძობს მანამ, სანამ ულვაშებით წინააღმდეგობას არ წააწყდება. შემდეგ ის მარჯვნივ უხვევს და განაგრძობს მარცხენა შეხების ორგანოთი წინააღმდეგობის მოსინჯვას. თავის მოძრაობის ფიქსაცია მიმდინარეობს დასამახსოვრებელ მოწყობილობაში და თუ იგი რომელიმე დერეფანში შესულა და გამოსულა, ეს ნიშნავს, რომ იქ „საკვებები“ არ მიუღია. ამიტომ ცდის გამეორების შემთხვევაში ასეთ დერეფანში შესასვლელი გზების გადაღობვა ხდება — იგი აკრძალულ ზონად ითვლება.

ამრიგად, თავი ლაბირინტში მოძრაობის დროს რიგ შეცდომებს უშვებს. იგი ხან ერთ წინააღმდეგობას აწყდება, ხან მეორეს. და ასე „ცდისა და შეცდომის“ გზით აღწევს დანიშნულ ადგილამდე. ლაბირინტში თავის გამეორებით გაშვების შემთხვევაში, როგორც მოსალოდნელი იყო, იგი თითქმის უშეცდომოდ გარბის დანიშნულ ადგილისაკენ და უმოკლესი გზით ახერხებს „საკვებთან“ მისვლას.

შენონის თავის მოქმედება ძლიერ ახლო მსგავსებას პოულობს გალიაში მოთავსებული კატის მოქმედებასთან, რომლის ქცევის აღწერას ქვემოთ გავუცნობით.



ახლა გავეცნოთ უოლტერის „კუს“, რომელიც „მოთხოვნილები“ მიხედვით განაგრძობს მოქმედებას. აქ ერთი ელექტროდის დანიშნულება ისაა, რომ კუს წინ სვლის იმპულსი მიაწოდოს, — მეორესი — გააკეთებინოს მას შემობრუნებისათვის საჭირო მოძრაობა.

კუს მიმაგრებული აქვს აგრეთვე ორი ისეთი მექანიზმი, რომელიც მას „გრძნობის ორგანოების“ მაგივრობას უწევს. ერთ-ერთი რეცეპტორია ფოტოელემენტი, რომელიც სინათლეზე იძლევა საპასუხო რეაქციას, მეორე, თუ რამე წინააღმდეგობას წააწყდა, იწვევს დენის ჩაკეტვას და მოძრაობა აღიკვეთება. კუს წინ აქვს საკონტროლო ნათურა, რომელიც იძლევა სიგნალს, არის თუ არა სამოქმედოდ მზად.

თუ კუ სიბნელეშია მოთავსებული, იგი იწყებს სინათლის წყაროს ძიებას და მიუხედავად მოედანზე არსებული სირთულისა მეტად მოხერხებულად განაგრძობს მოძრაობას. თუ წინ წინააღმდეგობა გადაეღობა, იგი მას გარს შემოუვლის, ცდილობს არ დაეჯახოს, ან გზიდან არ გადააგდოს იგი. აღმართს და მეტად დახრილ მოსახვევებს გაუბრუნის, იმის ცდაშია, რომ ჰორიზონტალურ ზედაპირზე იმოძრაოს. ასეთი ძიების დროს თუ სინათლის წყარო შენაშნა მისკენ გაექანება, მაგრამ თუ სინათლე იმდენად ძლიერია, რომ „დამაბრმავებლად“ მოქმედებს, თავს ანებებს მას და იწყებს სინათლის მეორე წყაროს ძიებას. გზაზე თუ სარკე დაინახა, მისკენ მიემართება და თითქოს მასში თავის თავი იცნო: ხან სარკისკენ აკეთებს მოძრაობას, ხან კიდევ უკან იხევს.

საბოლოოდ, თუ კუმ სინათლის წყარო იპოვა, მისკენ მიდის. ამიტომ სინათლის წყაროს გალიაში ათავსებენ, რომ გალიაში შევიდეს. აქ იგი მეორე „გონიერ“ მოქმედებასაც აკეთებს: მისი ბატარეა თუ საჭიროებს დატვირთვას, თვითონ ჩაერთობა საჭირო დენის მისაღებად და გაუხმრევლად არის მანამ, სანამ დენით არ დაიტვირთება. ამის შემდეგ დენის ზემოქმედებას თავს აღწევს და ხელმეორედ მიემგზავრება სინათლის წყაროს საძებრად.

ექსპერიმენტი ამით არ დამთავრებულა, ახლა უპირობო რეფლექსად სინათლე იქნა გამოყენებული, ხოლო პირობით გამღიზიანებლად — ხმაური. სინათლის წყაროს ზემოქმედებას ყოველთვის თან სდევდა კუს გარკვეული მიმართულებით მოძრაობა, რომლის დაწყებისთანავე მიმართავდნენ ხმაურს, რომელსაც კუ მიკროფონის საშუალებით „ისმენდა“. სინათლისა და ხმაურის შეუღლებულ მოქმედებას წინ უსწრებდა კუს გარკვეული გზით მოძრაობა. ამ ცდის 10-ჯერ გამეორების შემდეგ საკმარისი აღმოჩნდა მხოლოდ

ხმაური „გაეგონა“, რომ იქვე ამოქმედებულიყო. თუ ასეთი ცდების გარკვეული რაოდენობის შემდეგ არ მივმართეთ სინათლის მიცემით ხმაურის განმტკიცებას, ამას თან სდევს შემუშავებული დროებითი კავშირების ჩაქრობა, — „პირობითი რეფლექსის“ გაქრობა. ერთი სიტყვით, სრულიად ცხადია, რომ პრაქტიკულად გადაწყვეტილად უნდა ჩაითვალოს პირობითი რეფლექსის თეორიის მჩხედვით მოქმედი ავტომატის აგება.

მოინახა გზა, რომლის მიხედვით შესაძლებელია ბავშვებისათვის მეტად საინტერესო სათამაშოების გაკეთება, მაგრამ ზემოაწერილი ავტომატების მნიშვნელობა ამით არ ამოიწურება. შესაძლებელია ორგანიზმის მსგავსი მოდელის გაკეთება, რომელსაც შეუძლია თვითმომართვა და გარემო პირობისადმი შეგუება. ასეთი მოდელი ხელს შეუწყობს ცოცხალ ორგანიზმში მიმდინარე პროცესების კერძოდ, მისი მოქმედების ობიექტურ შესწავლას.

### 3. „ცდისა და შეცდომის“ თეორიის სტატისტიკური მოდელი

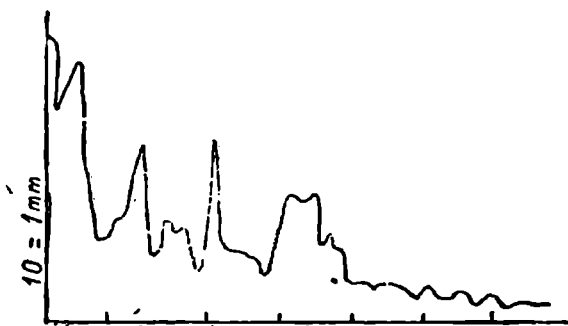
გალიაში ჩაკეტილი მშვიერი კატა გარეთ საქმელს ხედავს და, როგორც მოსალოდნელია, ილტვის მისკენ. იგი რიგ მოძრაობებს მიმართავს, რომ გალიიდან თავი გაინთავისუფლოს, მაგრამ ეს იმ შემთხვევაშია შესაძლებელი, თუ იგი მიწვდება გალიის კარზე დადებულ ყულუფს და მას ფეხს ჩამოკრავს. მხოლოდ ამ გზითაა შესაძლებელი გალიის კარის გაღება და გარეთ გაქოსვლა. კატა ამას ვერ ხვდება, ამიტომ ფეხს ხან ერთ ადგილს შეყოფს, ხან მეორე ადგილს და გალიის შიგნით უთავბოლოდ განაგრძობს მცდარ მოძრაობებს. ბოლოს და ბოლოს ცხოველის ფეხი ხვდება ყულუფს, იღება გალიის კარი და ის მიზანს აღწევს.

ცხოველის მიერ გალიის კარის გაღება იყო ბედნიერი შემთხვევის შედეგი, ამიტომ ხელმეორედ მის იმავე გალიაში მოთავსებას ისევ უშედეგო ცდა და ბოლოს კვლავ შემთხვევით გალიის კარის გაღება მოსდევს. რა უნდა მოჰყვეს ცხოველის ასეთ მოქმედებას? თანახმად „ეფექტის კანონისა“ (ა? კანონის ფორმულირება თორნდაიკს ეკუთვნის) წარმატების მომტანი მოძრაობა და საკვების დაუფლება ერთმანეთს დაუკავშირდება, რაც შემდეგში უზრუნველყოფს ცხოველის გონიერ მოქმედებას.

საკმარისია ამ მსჯელობას დავეუკვირდეთ, რომ ნათლად დავინახოთ, ცხოველს ახალი ქცევა მექანიკურად უმუშავდება — „ცდისა და შეცდომის“ გზით. რთულ სიტუაციაში ჩაყენებული ცხოველი

აწარმოებს რიგ მოძრაობებს, რომელთა შორის ხდება მოძრაობათა ისეთი შეუღლება, რომელიც წყვეტს ამოცანას და ცხოველს აძლევს მიზანთან მისვლის საშუალებას. ამ მოძრაობათა შეუღლებას, რომელიც შემთხვევით მოხდა ცხოველის ერთ-ერთი ცდის დროს, თან სდევს კმაყოფილება. ამიტომ შემდეგ ცდებში იგი ახლად და ახლად მეორდება და მტკიცდება მისი მეშვეობით მიღწეული წარმატება (ამაში მდგომარეობს „ეფექტის კანონის“ შინაარსი). წარმატებით დამთავრებულ რეაქციათა ფიქსაციაში ხედავს თორნდაიკი იმას, რასაც ცხოველის სწავლა ეწოდება. აქ სწავლის შეძენა ისე მიმდინარეობს, რომ მასში ინტელექტი არსად არ მონაწილეობს და მთელი ეს პროცესი დაიყვანება, რასაკვირველია, თორნდაიკის აზრით, წარმატებული რეაქციების გამეორების გზით მექანიკურ განმტკიცებამდე.

ცხოველის მიერ დახარჯული დროის გაზომვით და შემდეგ მისი აბსცისაზე გადატანით ფრიად თვალსაჩინო მრუდვა მიღებული.



მრუდი 1

პირველი ცდისათვის ამოცანის გადასაწყვეტად კატას დასჭირდა საგრძნობლად მეტი დრო, ვიდრე მომდევნო ცდაზე. მრუდი თანაბარი საფეხურებით, მაგრამ მაინც ქვევით იხრება და მის მარჯვენა ნაწილში დრო, რომელიც ამოცანის გადასაწყვეტად შეიქმნა საჭირო, უკვე უმნიშვნელოა. ამ მრუდის ანალიზის საფუძველად თორნდაიკს გამოაქვს დასკვნა: მოცემული გვაქვს მიღწევის რეაქციათა ვარჯიშით თანდათანობითი განმტკიცება და არა პროცესი, რომელსაც ახასიათებდეს ინტელექტის მონაწილეობა. ცხოველს იმის მიხვედრილობა რომ გამოეჩინა, როგორ გადაწყდებოდა ამო-

ცანა, მაშინ, რასაკვირველია, ცდის გამეორების დროს შეცდომები არ იქნებოდა დაშვებული და მრუდი დიდი სიმაღლიდან ერთბაშად ფუძეზე დაეშვებოდა.

თორნდაიკის მიერ წარმოდგენილი სწავლის თეორია, რომელიც „ცდისა და შეცდომის“ პრინციპზეა აგებული, მხოლოდ განვითარების ისეთ დაბალ საფეხურზე მდგომი ცხოველების მიმართ პოულობს გამართლებას, რომელთა ქცევაში ინტელექტის მონაწილეობა არ ჩანს, ან მინიმუმამდეა დასული. აქედან მიმდინარეობს ცალმხრივობა, რაც მისთვის განზოგადებული მნიშვნელობის მინიჭების შესაძლებლობას არ იძლევა.

აქვე ვეცდებით წარმოვიდგინოთ „ცდისა და შეცდომის“ პრინციპზე აგებული სწავლის თეორიის სტატისტიკური მოდელი.

1916 წელს ჰამილტონმა გამოაქვეყნა გამოკვლევა სათაურით— „მრავალგზის არჩევათა ექსპერიმენტული ილუსტრაცია“, ე. ი. როგორ მიმდინარეობს არჩევანი „ცდისა და შეცდომის“ სიტუაციაში. იგი თავისი ცდისპირებისაგან მოითხოვდა გამოსავლის მონახვას დახშულ მოედანზე, რომელსაც მხოლოდ ოთხი გასასვლელი ჰქონდა. სწორი გამოსავალი იცვლებოდა ცდიდან ცდამდე ისე, რომ სრულიად უნაყოფოდ რჩებოდა ხელმეორედ იმ გამოსავლისათვის მიემართა ცდისპირს, რომელიც წინავე ცდაში გამოსადეგი აღმოჩნდა. არავითარი სხვა ვასალები არ ყოფილა მოწოდებული. ჰამილტონი დარწმუნებული იყო, რომ ადგილი არ ექნებოდა ჩვევის შემუშავებას და დიდი შესაძლებლობა აღმოჩნდებოდა იმისა, რომ ჩვენ წინ გადმოშლილი იყო მდიდარი ნიმუში ქცევისა, რომელიც „ცდისა და შეცდომის“ გზით მიემართება.

შეიძლებოდა აქვე გვეკითხა: რამდენად სტერეოტიპულია ამ სიტუაციაში ქცევის „ცდისა და შეცდომის“ გზით მიმდინარეობა? ცვლის თუ არა ცდისპირი სისტემატურად თავის პასუხებს, თუ უახლოვდება შედარებით მარტივსა და სტერეოტიპულ ტიპს?

ამ კითხვაზე პასუხის გასაცემად საკმარისია 7 წლის გოგონათა პასუხების განხილვა. გამოსავლის ძიებას შეიძლება ასეთი სახე ჰქონდეს, სადაც ციფრები მიგვითითებს 4 შესაძლო გამოსავლის არსებობაზე:

1, 2, 3, 4, 3, 2, 1, 4, 3, 2, 3, 4, 2 და ა. შ.

სამი თანამიმდევარი პასუხი გადატანილ იქნა ცხრილში. პირველი სამი რიცხვისგან შედგა ჩანაწერი (1, 2, 3). ოთხის გამოტოვებით მიღებული მეორე პასუხი ასეთი კატეგორიის ჩანაწერს იძლევა

(2, 3, 4), მესამე პასუხის (ხუთის შემდეგ) ჩანაწერია (3, 4, 3) და ა. შ. ეს გაგრძელდა მანამ, სანამ გამოსავალი არ იყო 10-ჯერ გამონახული. როცა ოთხი ალტერნატივი გადავვაქვს ცხრილში სამი პასუხის თანამიმდევრობის ფარგლებში, გვექნება  $4^3 = 64$  კატეგორია. ხუთი გოგონას მასალა 1000 პასუხზე მეტი აღმოჩნდა და ამდენად კარგ ნიმუშებს იძლევა ყველა 64 შესაძლო თანამიმდევრობისათვის. ოთხი თანამიმდევრობის მიხედვით ცხრილის შედგენა ითხოვს 256 კლასის წარმოქმნას, რაც პამილტონის ლონისძიებას ნაკლებად სანდოს ხდის.

სამი პასუხის მხედველობაში მიღების შემთხვევაში ჩვენ შეგვიძლია განვსაზღვროთ ტაბულაცია ორის, ან ერთის თანამიმდევრობისათვის, რამდენადაც  $P(1, 2) = P(1, 2, 1) + P(1, 2, 2) + P(1, 2, 3) + P(1, 2, 4)$  და ა. შ. უფრო ხანგრძლივი თანამიმდევრობისათვის ტაბულაცია მთლიანად უნდა შეიცავდეს ინფორმაციას.

ხუთი გოგონას ქცევასთან პირველი მიახლოება გვიჩვენებს, რომ კარზე მოცემული პასუხების პროპორცია 1.  $P(1)$  სდევს 0,21,  $P(2) = 0,31$ ,  $P(3) = 0,30$ , ხოლო  $P(4) = 0,18$ . როცა ოთხი ალტერნატივი ვვაქვს, მაშინ მაქსიმალური ოდენობაა  $\log_2 4$ , ანუ ორი ბიტი. ამ მასალისათვის დადგენილი სიდიდე იქნება 1,96, აქედან შედარებითი განუსაზღვრელობა იქნება 1,96/2. ანუ 0,98. პირველისათვის სტერეოტიპის ინდექსი უახლოვდება  $C_1 = 0,02$ .

თუ ორი პასუხის თანამიმდევრობის განხილვაზე შევჩერდებით, სავსებით განსხვავებული სურათის მიღებას უნდა მოვლოდეთ. მოსალოდნელი 16 წყვილი პასუხიდან წინ წამოიწევა: (1, 2), (2, 3), (3, 4), (4, 3), (3, 2) და (2, 1). ეს ექვსი წყვილი პასუხი მთლიანად მოიცავს ტაბულირებულ წყვილთა 80%-ს. სუბიექტი კარს არ ჩაუვლის ისე, რომ მისი გაღება თანამიმდევრობით 2-ჯერ მაინც არ სცადოს. ამ ტენდენციას ქცევა ერთგვარ მოწესრიგებისაკენ მიჰყავს  $C_2 = 0,27$ . იმ შემთხვევაში, თუ ერთი მანამდე არსებული პასუხი არის ცნობილი, მაშინ ამ სიტუაციაში „ცდისა და შეცდომის“ გზით მიმდინარე ქცევა გაურკვეველია, მაგრამ სტერეოტიპულია და შედარებით მოწესრიგებული.

საინტერესოა 7 წლის გოგონას მონაცემი შევადაროთ ვირთავას ქცევას, რომლის დასახასიათებლად მოგვეპოვება პამილტონის მიერ გამოქვეყნებული სრული ტექსტი. ამ მასალის განხილვამ უჩვენა ამ გოგონასი და ვირთავას ქცევას შორის გასაოცარ მსგავსე-

ბა. ექვსი პასუხი, რომელიც გოგოს ქცევაში სარგებლობს უპირატესობით, ასევე უპირატესობის მქონე აღმოჩნდა ვირთაგვას მოქმედებაში, რომელიც მისი პასუხების 78% შეიცავს. ვირთაგვებისათვის  $C_1$  იყო 0,06, ხოლო  $C_2$  იყო 0,26. მეორე რიგის მიახლოების მიხედვით ძნელი დასანახი აღმოჩნდა გოგონასა და ვირთაგვას. ქცევას შორის განსხვავება. ეს იმ დროს, როცა ვირთაგვას 100 თანამიმდევარი გამოსავლის დასამთავრებლად ორჯერ მეტი პასუხის მოცემა დასჭირდა, ვიდრე გოგონას. ამ უკანასკნელის უკეთესი შეგუება არც წინა ანალიზის მიხედვით ჩანს, ამიტომ მესამე რიგის მიახლოების გათვალისწინების საჭიროება დგება.

სამი პასუხის თანამიმდევრობა გვიჩვენებს, რომ გოგონებს ჰქონდათ ორი დანარჩენისაგან განსხვავებული, მესამე პასუხის მოცემის ტენდენცია. მათ თავიდანვე შეამჩნიეს, რომ პასუხის ხელმეორედ გამეორება არაფრის მომტანი იყო. ეს ისეთი ტენდენციაა, რომელიც გოგონების მოქმედებაში სტერეოტიპულად მეორდება, და  $C_2=0,42$ . ვირთაგვა ასეთი გამოცდილი არ აღმოჩნდა, ამიტომ ხშირი იყო მის მოქმედებაში რეპროდუქციული ტიპის მოქმედება, რომლის მანგალითს შეადგენს 3, 2, 3, 2, 3, 2 და ა. შ. გოგონა თუ იძლეოდა 1, 2 პასუხს, უკვე წინასწარ შეგვეძლო გვეთქვა, რომ შემდგომი მისი პასუხი იქნებოდა 3, მაგრამ ვირთაგვა ერთნაირ დამოკიდებულებას იჩენდა როგორც 3-ის, ისე 1-სადმი.  $C_3$  ვირთაგვასათვის იყო მხოლოდ 0,31. აქედან ჩანს, რომ გოგონას სიმბოლურა ფუნქციის მეტი უნარი აქვს და მისი ქცევის მიმართ შესაძლებელია გარკვეული წარმოდგენის შემუშავება, რამდენადაც სტერეოტიპულ პასუხების თანამიმდევრობა.

მათემატიკური სტატისტიკის დასმარებას იმიტომ მიმართავენ, რომ შესაძლებელი აღმოჩნდეს თვალყურის დევნება მოქმედების მიმდინარეობაზე, აგრეთვე იმ წესის გათვალისწინება, რომელიც უზრუნველყოფს პასუხების თანამიმდევრობას. ამისთვის არის საჭირო მოქმედების ალტერნატიული მიმდინარეობის განხილვა. ეს არის კლასიფიკაციისაკენ მიმართული ღონისძიება, რომელსაც საქმე აქვს პასუხების არა ინდივიდუალური თანამიმდევრობასთან, არამედ ალტერნატივთა მატრიცასთან. მისი საქმეა გადაწყვიტოს, რომელია ალტერნატივთა დიდი რიგიდან შედარებით ხშირი და შემდეგ მონახოს ამ ხისხირის მიხედვით მოქმედების წესი. მაშასადამე, პრობლემა მდგომარეობს იმაში, რომ მოცემულ იქნას მოქმედების ყველა შესაძლო მიმდინარეობისათვის სტატისტიკური სტრუქტურ-

რის ანალიზი. უკეთ რომ ვთქვათ, ეს ამავე დროს ქცევის სტატისტიკური სტრუქტურის ანალიზიც იქნებოდა.

ამისათვის საჭიროა, რომ ერთ-ერთი მოქმედების მიმდინარეობა ძლიერ ხშირი იყოს, ხოლო ყველა დანარჩენი — ძლიერ იშვიათი. ასეთ სტერეოტიპულ ქცევას ყველაზე ნაკლებად შეუძლია სიტუაციასთან ადაპტაცია. ჩვენი ამოცანაა, მივაღწიოთ სხვა ალტერნატივთა შორის სიხშირის განაწილების ზუსტ აღწერას. სტერეოტიპი  $C_3$  ინდექსი, შეიძლება იყოს ნული, მაგრამ თუ იგი საკმაოდაა გარკვეული, პირობაც, რომელიც მას ნულად აქცევს, გარკვეული იქნება. ჩვენს განკარგულებაში აღმოჩნდება მოქმედების წინასწარგამსაზღვრელი მოვლენა, რომელიც ესოდენ აუცილებელია მისაწვდომი გახდეს ქცევის შემსწავლელი მენციერებისათვის.

#### 4. შთაბეჭდილებათა სელექციის საფუძველზე მიმდინარე სწავლა

სწავლა ორგანიზებულ გარემოში წინასწარშედგენილი პროგრამის მიხედვით მიმდინარეობს, რაც ითვალისწინებს შემთხვევითი, ხელშემშლელი მოვლენების გამორიცხვას. სწავლის ძირითადი დანიშნულებაა არა მარტო ჩვევის, არამედ გამოცდილების შექმნა, რომელიც გაუადვილებს ინდივიდს გარემოსთან უკეთ შეგუებული (გონიერი) ქცევის აქტების წარმოებას. ამაში უნდა ვეძიოთ სწავლის ნამდვილი დანიშნულება და, მაშასადამე, რასაკვირველია, ამ მიმართულებით უნდა ვეძიოთ სწავლის ნამდვილი თეორიის ჩამოყალიბების შესაძლებლობანი.

არსებობს თვალსაზრისი, რომელიც არსებითად განსხვავებულ ფაქტებს ემყარება, ვიდრე შემთხვევით კავშირებზე აგებული სწავლის თეორია, რომლის სულ მოკლედ გაცნობა მივიჩნიეთ საჭიროდ. ჩვენ მხედველობაში გვაქვს ვ. კელერის მიერ შიმპანზეებზე ჩატარებული ცდის შედეგები.

აფრიკაში შიმპანზეებისათვის შექმნილი იყო მათი ცხოვრების პირობებთან მიახლოებული გარემო. ვ. კელერი აქ გაემგზავრა ცხოველებზე ცდის ჩასატარებლად. ერთ-ერთი მისი ცდის დროს შიმპანზე ოთახშია, ხოლო მისი მხედველობისათვის მისაწვდომ ადგილზე ცარიელი ყუთებია განლაგებული. ოთახის ჰერზე ბანანი კილია იმ სიშორეზე, რომ შიმპანზეს ახტომითაც არ შეუძლია ჩამოიღოს. იგი ცდილობს მიწვდეს ბანანს, მაგრამ მისი სიმაღლე ამისთვის საკმარისი არ აღმოჩნდა. იგი ბევრ მიზანშეუწონელ მოძრაობებს მი-

მართავს, საბოლოოდ თავს ანებებს უმიზნო ხტომას, მოაქვს ყუთი, დგება მასზე და ბანანი ჩამოაქვს.

ცდის შემდეგი ვარიანტი უფრო რთულია. ახლა ცარიელ ოთახში არაფერი არ არის გარდა ორი ბამბუკის ჯოხისა, რომელიც შიმპანზეს მხედველობის ველშია მოთავსებული. შიმპანზე დიდი წვალეზის შემდეგ დაღლილი ჯდება. იგი ხელს წაავლებს ჯერ ერთ ჯოხს, როცა ამით მიზანს ვერ აღწევს, მეორეს და ბოლოს ერთ ადგილზე გაშეშებულ პოხას იღებს. ერთბაშად იღებს ორივე ჯოხს, ერთიმეორეს წამოაცმევს მათ და ასე ხელოვნურად დაგრძელებული ჯოხით ჰერიდან ბანანის ჩამოღებას ახერხებს.

ორივე შემთხვევაში შიმპანზის ქცევა ერთი ძირითადი ნიშნითაა წარმოდგენილი. მიზნის მისაღწევად ერთხელ საშუალების მიგნების შემდეგ, იგი შემდეგში თუ იმავე სიტუაციაში მოხვდა, იგივე ქცევას უშეცდომოდ იმეორებს. თორნდაიკის კატისა და კელერის შიმპანზეს ქცევა იმით არის განსხვავებული, რომ პირველი შემთხვევითი მოძრაობის გზით მიემართება, მეორე — ორგანიზებული ქცევის, წვდომის (Einsicht) გზით.

ამ უკანასკნელს სახით ქცევის სრულიად თავისებურ სახესთან გვაქვს საქმე, რომლისთვის, თანახმად კელერის ექსპერიმენტული ძიების შედეგებისა, ორი რამ არის დამახასიათებელი: გა ა ჩ ე რ ე ბ ა და ს ი ტ უ ა ც ი ი ს გა ა ზ რ ე ბ ა. კელერის შიმპანზე „სულთანის“ ჯერ უძრავად იჯდა, იგი შეჩერდა და ამის შემდეგ ერთბაშად წამოაცო ჯოხები ერთმანეთს. შემდეგში ამ ცდის გამეორებამ უჩვენა, რომ თუ ჯოხები ცხოველის მხედველობის ველშია მოთავსებული, მას ამ გონიერი მოქმედების უშეცდომოდ გამეორება შეუძლია.

როგორ მოიქცევა ადამიანი ანალოგიურ სიტუაციაში? ვთქვათ, სახლის კართან მივედი, ჯიბიდან გასაღები ამოვიღე, მაგრამ იგი თავისი დანიშნულების შესასრულებლად არ გამოდგა. რას გავაკეთებდი ასეთ შემთხვევაში, მაინც გავაგრძელებდი მიზანშეუწონელ მოქმედებას, სანამ გასაღები არ გატყდებოდა, თუ არა? რასაკვირველია, უშედეგო ცდის შემდეგ გავჩერდებოდი, გასაღებს დავათვალიერებდი, როცა დავინახავდი ის ჩემი კი არა, ჩემი ძმისა ყოფილა და შემთხვევით წამომყოლია, იქვე დავსვამდი კითხვას — რა უნდა გავაკეთო, რომ ამ მდგომარეობიდან გამოსავალი ვნახო: წავიდე და გასაღები მოვიტანო, თუ მეზობელს გამოვართვა თავისი ბინის გასაღები, რომელიც, როგორც დაცდილი მაქვს, ჩემი ოთახის კარსაც აღებს. ალბათ, ასე მოვიქცეოდი, რომ ძმის გასაღები არ წამომყოლია რომელიც მისთვისაც საჭიროა; ამიტომ ძმასთან წასვლას ვირ



ბავშვს განჯინაში ჩაკეტილი მურაბა ეგულება. სახლში მარტოა და მურაბის ჭამის სურვილით მიადგა კარადის კარს, სცადა, მაგრამ იგი არ იღება. მას შეუძლია ეცადოს კარადის კარის გაღება. ბევრი შრომაც ნახოს, მაგრამ ვერაფერი გააწყოს. მალე იგი მიატოვებს ამ გზით მოქმედებას და აგონდება დედა გასაღებს საღ ინახავდა. დგება სკამზე, გამოაქვს მაგიდის ყუთიდან გასაღები და მურაბის ჭამას შეეჭყევა. ასე მიმდინარეობს შემთხვევითი, იმპულსური მოძრაობებიდან გადასვლა ქცევის ახალ — ინტელექტუალურ ფორმაზე.

ექსპერიმენტული ფაქტების ანალიზის საფუძველზე კელერი ასკვნის, რომ გონიერ მოქმედებას არავითარი კავშირი არა აქვს ცხოველის მიერ დროთა ვითარებაში შექმნილი ქცევის აქტებთან. იგი ერთბაშად და თვით ცხოველისათვის მოულოდნელად გამოდის სამოქმედოდ, აქ ვერავითარი კავშირის მონახვა ვერ ხერხდება მის მიერ მანამდე წარმოებული ქცევის აქტებთან. ცხოველი წვდება ამოცანის აზრს, რომელიც აღმოჩენასთან პოულობს მსგავსებას და არა იმ გამოცდილებასთან, რომელიც ცხოველს თავის განვითარების გზაზე აქვს შექმნილი.

კელერის ამ მოსაზრების სასარგებლოდ არ მეტყველებს შიმპანზის ცხოვრების პირობების ცოდნა. ძნელია ისეთი შიმპანზის მონახვა, რომელიც არ გადამხტარა ერთი ზიდან მეორე ხეზე, ძირს არ ჩამოყოლია ხის ტოტს, ბანანი არ ჩამოედოს ტოტის მოღუნვით. მოქმედების ეს ისეთი სახეებია, რომელნიც მონაწილეობენ კელერის შიმპანზეების გონიერ მოქმედებაში.

გონიერება არ გამოირიცხავს გამოცდილების არსებობას და არც ამცირებს მას, პირიქით, ინტელექტის ფუნქციობა რიგ შემთხვევაში ემყარება გამოცდილებას. ამის გარეშე სწავლა, რასაკვირველია, შეუძლებელი აღმოჩნდებოდა, რადგანაც ცოდნის შექმნას გამოეცლებოდა მენსიერება, როგორც მისი ყველაზე სანდო დასაყრდენი.

## 5. ჯადრაკის დიდი ოსტატი

თუ „გონიერ მანქანას“ ლოგიკური ოპერაციების შესრულება შეუძლია, სრულიად არაფერია მოულოდნელი იმაში, რომ მან ჯადრაკის დაფაზე ფიგურების განაწილება გაიანგარიშოს და სავალდებულო სვლა ამის მიხედვით გააკეთოს. ჯადრაკის თამაში, მართალია, მოთამაშის მდგომარეობაზეა დამოკიდებული, მაგრამ იგი მკაცრად განსაზღვრულ წესებს ემორჩილება. ცნობილია, რომ დაფაზე ფიგურ-

რების განაწილების ჩაწერა ციფრების მიხედვით არის შესაძლებელი.

XVIII საუკუნეში ვიკანსონს გაუკეთებია ჰადრაკის მოთამაშე ავტომატი, მაგრამ ესპანელ ტორეს-კეველოს მიერ გაკეთებულ ამავე სახის ავტომატთან შედარებით, იგი პრიმიტიული ყოფილა. ჰადრაკის მოთამაშე ავტომატის განკარგულებაში თამაშის დასაწყისში მხოლოდ შავი მეფე იყო. იგი ამ ერთი ფიგურით აკეთებდა სვლას ნებისმიერად და თამაშის წესის მთლიანად დაცვით. მის მიერ გაკეთებული სვლის საპასუხოდ მექანიკურად მოძრაობდა ორი ფიგურა: მეფე და ეტლი. როცა შავი მეფე შამათის მდგომარეობაში აღმოჩნდებოდა, ავტომატი ყვირილს იწყებდა „შახ!“ როცა იმარჯვებდა, გაისმოდა ძახილი: „შახ და შამათი“. როცა რობოტი მცდარ სვლას აკეთებდა, იქვე აინთებოდა წარწერა: „პირველი შეცდომა“. შეცდომით თამაშის გამეორების შემთხვევაში ავტომატი წყვეტდა თამაშს. თამაში ავტომატურად წარმოებდა, მაგრამ ზუსტად განსაზღვრული წესის მიხედვით.

თამაში შეუძლებელი აღმოჩნდებოდა, რომ მანქანას არ „ესწავლა“ თამაშის, ე. ი. ფიგურების მოძრაობის წესი. ამ შემთხვევაში მანქანა ისე იქცევა, როგორც ჰადრაკის თამაშის დამწყები ადამიანი. ჰადრაკის დაფასთან ადამიანისა და მანქანის მოქმედება ერთ გარკვეულ წესს ემორჩილება იმის გამო, რომ ჰადრაკის დაფაზე თითოეული უჯრედი გამოანგარიშებულია, ყოველ მათგანს თავისი საკუთარი მისამართი აქვს და ყოველი ფიგურისათვის ერთი მნიშვნელობის სახელწოდების მინიჭება არის შესაძლებელი. თამაშის ძირითადი წესი ყველასათვის ცნობილია, რომლის დაცვა თითოეულ მოთამაშეს ერთნაირად მოეთხოვება. ფიგურების განაწილება და მნიშვნელობა ემორჩილება წინასწარშედგენილ წესს, რომლის დაცვა ორივე მოთამაშისათვის ერთნაირადაა სავალდებულო.

ჰადრაკის თამაშის დროს ყოველი სვლა ან კარგია, ან ცუდი, ე. ი. პასუხიც ორგვარია: „პო“ ან „არა“. გავაკეთო ლაზიერით სვლა („პო“), თუ ამ სვლას თავი დავანებო („არა“), წინ წავწიო პაიკი 14-დან 16-სკენ, თუ უმოძრაოდ დავტოვო იგი თავის ადგილზე („არა“). როგორც ვხედავთ, აქ საქმე გვექონია ლოგიკურ ოპერაციებთან, რომელიც, როგორც ეს ახლა ჩვენთვის ცნობილია, იგი „გონიერ მანქანას“ წარმატებით შეუძლია შეასრულოს. მაშასადამე, ამას იმის შესაძლებლობაც აქვს, რომ გააკეთოს არჩევანი, რომელი პაიკის წინ წაწევას სავალდებულოდ სვლის გაკეთება შეიძლება

იყოს პიროვნული ხასიათის, როცა მრავალ ვარიანტს შორის ერთ-ერთს ნებისმიერად ვირჩევთ, ასევე შემთხვევითიც შეიძლება იყოს.

როგორ ახერხებს სათანადო ნაბიჯის გადადგმას მანქანა? ცხადია, ყველა შესაძლო სვლების გამოთვლის გზით. იგი როგორც ცუდს, ისე კარგ სვლებს — ყველას ერთად უკეთებს ანალიზს, ამოწმებს მათ სათითაოდ. ამ შემთხვევაში მისი მოქმედება ემყარება პოზიციის ციფრობრივ შეფასებას. თითოეული ფიგურა ერთეულების მიხედვითაა შეფასებული, მაგალითად, მიღებულია, რომ მეფე შეფასდეს 200 ერთეულად, ლაზიერი — 9, ეტლი — 5, ცხენი — 3, პაიკი — 1, დანარჩენი პაიკი — 0,5, გაორებული პაიკი — 0,3. იზოლირებული — 0,4, შემოტანილია ძვრადობის ცნება, რომელიც 0,1 ერთეულადაა შეფასებული.

დაფაზე ფიგურების მოძრაობა დამოკიდებულია იმაზე, თუ რამდენი ცარიელი უჯრედია დარჩენილი. ცალკეული ფიგურის შეფასებიდან ადვილად შეიძლება გადასვლა მთლიანად პოზიციის შეჯამებულ შეფასებაზე. ამ უქანასკნელზე ბევრი რამაა დამოკიდებული, რადგანაც მანქანას ყოველ ცალკე შემთხვევაში ზუსტი ინფორმაცია აქვს დაფაზე ფიგურების განაწილების შესახებ. ამის მხედველობაში მიღებით აკეთებს იგი სვლას, მაგრამ კარგი სვლის არჩევანი ნაკლები ღირებული აღმოჩნდება, თუ წინასწარ არ იქნა გათვალისწინებული 4—5 სვლა. პროგრამაც ისეა შედგენილი, რომ მანქანას ამის შესაძლებლობა გააჩნია. ამის გამო შეიძლება ისე მოხდეს, რომ პირველმა ორმა სვლამ მოიტანოს პოზიციის გაუარესება, მაგრამ შემდეგ სვლას მოყვეს საუკეთესო შედეგი. მანქანას არასოდეს არ დარჩება ასაღები ფიგურა აულეებელი.

თამაშის დროს მანქანასთან „საუბარი“ ციფრების ენაზე მიმდინარეობს, რაც შეეხება თარჯიმანის როლს, ამას ჩვენთვის ცნობილი ნასვრეტოანი ლენტი ასრულებს. ამ ლენტის საშუალებით შეაქვთ მორიგი სვლა მანქანაში, ისიც ლენტზე დაწერილ პასუხს იძლევა.

მანქანის თამაში განსაზღვრულია იმით, რომ მას მხოლოდ „კარგი“ სვლის გაკეთება შეუძლია. თვითონ ეს სვლაც წინასწარ კოდის სახითაა წარმოდგენილი. ჰადრაკის თამაშში კარგი და ცუდი სვლა პირობითია. იგი დამოკიდებულია რა სახის სვლას გააკეთებს მისი მოწინააღმდეგე. თანაც ყველა მოსალოდნელი კომბინაციის წინასწარ გათვალისწინება გარკვეულ სიძნელეს შეიცავს. საერთოდ მანქანის თამაში ჭერჭერობით ტრაფარეტულ ხასიათს ატა-

რებს, მას აკლია შემოქმედების ძალა, რომელიც ჰადრაკის ნამდვილი თამაშის დროს უთუოდ ყოველთვის მონაწილეობს.

## 6. „ნასწავლი“ მანქანა

მანქანას შეუძლია ინფორმაცია შეინახოს, იგი დააგროვოს და საჭიროებისადა მისედვით მოიყვანოს მოქმედებაში. ერთი სიტყვით, მანქანაში იმის მსკავსი რამ ხდება, რასაც ფსიქოლოგიაში გამოცდილების დაგროვება ეწოდება. ვისაც ამის უნარი აქვს, მას დასწავლაც უნდა შეეძლოს. ამიტომ ბუნებრივად დგება საკითხი: შეიძლება თუ არა მანქანას „ვასწავლოთ“ მოქმედების ესა თუ ის სახე? ჰადრაკის თამაში გვიჩვენებს, რომ შესაძლებელია მანქანამ თანდათანობით გააუმჯობესოს თამაშის სტილი, რაც სხვაგვარად შეუძლებელია თუ მეხსიერებაში არ წაიშალა ის, რაც აიძულებს მანქანას არასწორი სვლა გააკეთოს, ხოლო რაც კარგია, ხელუხლებლად დარჩეს. ამჟამად მანქანას შეუძლია მისთვის საჭირო ბრძანების შემუშავება, რაც ხელს შეუწყობს თამაშის მაღალ დონეზე ჩატარებას. აქედან ცხადი უნდა იყოს, რომ მანქანა „სწავლობს“ ჰადრაკის თამაშს არა სულ ბრძიდ, არამედ შეცდომის გათვალისწინების საფუძველზე.

შეიძლება დანამდილებით ითქვას, რომ გადადგმულია მნიშვნელოვანი ნაბიჯი ისეთი მანქანის შესაქმნელად, რომელიც გამოცდილების გამოყენებას შეძლებს, თვითონ გამოიჩინოს ამა თუ იმ ამოცანის გადაწყვეტის საშუალებას. დაბრკოლების შემთხვევაში მანქანა თვითონ შეეცდება ახალი პრინციპის მიხედვით მოქმედების აგებას და ამით დასმული ამოცანის გადაწყვეტას.

ასე იქცევა ადამიანი, როცა მის წინ ახალი ამოცანის გადაწყვეტის საჭიროება დგას. იგი წინასწარ აყენებს ჰიპოთეზს, მისი უვარჯისობის შემთხვევაში მას მეორე ჰიპოთეზით ცვლის და ა. შ. თვითონ ჰიპოთეზის აღმოცენების წყაროს, როგორც იტყვიან, გამოცდილება წარმოადგენს; რაც შეეხება აზროვნების თავისებურებას, იგი მთელი თავისი თავისებებრთ განზოგადების მიმდინარეობაში ჩანს. აქაც ლებულობს მონაწილეობას მექანიზებული პროცესები, როგორცაა: განზოგადებაში მონაწილე მოვლენების ერთმანეთთან შედარება, აქედან ისეთის გამოყოფა, რომელიც ყველგან იღებს მონაწილეობას, მათ შორის მსგავსების მონახვა, არამსგავსთა უყურადღებოდ დატოვება და შემდგომი მოქმედების გაშლა მსგავსთა შორის მიმართების დადგენის საფუძველზე. ეს ისეთი პროცესებია;

რომელიც შეიძლება ტოპოლოგიური ცნებების ფარგლებში დაზუსტდეს, შემდეგ სიმბოლოებში გამოიხატოს და ბოლოს პროგრამის სახით მანქანას გადაეცეს.

თუ იმ მოსაზრებიდან გამოვალთ, რომ გონიერი მანქანის მოქმედება გამოცდილებას უნდა ემყარებოდეს, მაშინ გასაგები აღმოჩნდება, რატომ იქნა მიზნად დასახული ისეთი ავტომატის გაკეთება, რომელიც გამოცდილების საფუძველზე ახერხებს „დასწავლას“. 1958 წლის ტელიგტონის კიბერნეტიკოსთა მსოფლიო კონფერენციაზე წარმოდგენილ იქნა ორი მანქანა, რომელსაც ეწოდებოდა „პირობითი ალბათობის“ გამომთვლელი ავტომატი. ამ მანქანის უპირატესობას შეადგენდა ის, რომ მას შეეძლო თვითონვე მოენახა ამოცანის შესატყვისი პასუხები. კონფერენციის ანგარიშში მითითებულია, რომ ისახება ისეთი მანქანის გაკეთების კონკრეტულად გზა, რომელსაც შეუძლია „ისწავლოს“ და გამოიყენოს ამ გზით შექმნილი „გამოცდილება“, რათა მიაღწიოს სიტუაციის შესატყვისი პასუხის მონახვას.

ამავე კონფერენციაზე ო. გ. სელფრიჯის მიერ ნაჩვენები იყო მანქანა სახელწოდებით „პანდემონიუმი“, რომლის მუშაობას საოცარი მსგავსება აღმოაჩნდა ადამიანის სააზროვნო პროცესების მიმდინარეობასთან. ამ მანქანის ერთ-ერთი ვარიანტი გამოუყენებიათ ლენტის, ე. ი. მორზეს აპარატის მიერ ჩაწერილი ნიშნების ავტომატურად გაშიფრვისათვის და, როგორც მანქანის შემოქმედამ უჩვენა, იგი სულ უკეთ და უკეთ ეუფლებოდა კითხვის ტექნიკას.

## 7. ქცევის სტატისტიკური მოდელი

ჩვენ გვქონდა შესაძლებლობა მიგვეთითებია, რომ შემთხვევით არა აქვს ადგილი დამთხვევას, რომელსაც გვიჩვენებს პირობით და უპირობოდ გამოყოფილი ნერწყვის ქიმიური შედგენილობა. პირობითი გამლიზიანებლის მოქმედება, თანახმად ექსპერიმენტული სიტუაციისა, უპირობო რეაქციასთან (ჰამასთან) არის დაკავშირებული. ამიერიდან პირობითი გამლიზიანებელი ასრულებს განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალის როლს, რომელსაც თან სდევს ჰამის ქცევაში შემავალი რიგი ცალკეული აქტის შესრულება; როგორცაა: პირში ნერწყვის გამოყოფა, სანერწყვე ჭირკვლის შეკუმშვა, ნერწყვში ისეთი ქიმიური ელემენტებს შემოსვლა, რომელიც საჭმლის მონელებას შეუწყობს ხელს და ა. შ. აქედან მომდინარეობს მიზეზი

იმისა, რომ მშვიერმა ცხოველმა იცის როგორც ზარის მოქმედების დაწყებამდე, ისე მისი მოქმედების პერიოდში, რა უნდა გააკეთოს. ერთი სიტყვით, განწყობის სახით წინასწარ მოცემულია მოდელი იმ ქცევისა; რომელიც განმამტკიცებელი ცდის დამთავრების ბოლოს უნდა შესრულდეს.

ამის თვალსაჩინო ილუსტრაციას იძლევა ესტესის მიერ T ფორმის ლაბირინტზე დაყენებული ექსპერიმენტი, ამიტომ ჩვენც მის მოკლედ აღწერაზე შევჩერდებით.

ამ ლაბირინტის როგორც მარცხენა, ისე მარჯვენა მხარეში ვირთაგვას თავისუფლად შეუძლია შესვლა, მაგრამ ლაბირინტის ერთი ნაწილის ბოლოს საკმელია მოთავსებული, მეორე — თავისუფალია. რადგანაც საკმელი ლაბირინტის ბოლოშია მოთავსებული, მისი ქცევის გამსაზღვრელი სტიმული თავიდანვე არ ჩანს, იგი ვირთაგვას ლაბირინტის შესავალში არ ეგებება, ამიტომ არც მასთან დაკავშირებული რეაქცია ჩანს ცდის დასაწყისში. სტიმული და ვირთაგვას მიერ არჩეული ქცევა რომ ერთმანეთს დაემთხვას, საჭიროა მან ლაბირინტის ბოლომდე გაიბრუნოს. ამ მანძილით ერთიმეორისაგან დაშორებული პროცესის დაახლოება დამოკიდებულია იმაზე, როგორი სისწრაფით გაიბრუნს ვირთაგვა ლაბირინტში მანძილს. ამ შემთხვევაში გამღიზიანებელი (ლაბირინტი, მისი შესავალი, შინაგანი მორთულობა) თავისას აკეთებს, იგი ცხოველში წინასწარ აღვიძებს გარკვეული მიმართულებით მოქმედების ტენდენციას, რასაც ესტესი ფარულ რეაქციას (ფრ) უწოდებს. ეს უკანასკნელი ლოგიკურადაც და ემპირიულად წინ უსწრებს ქცევას, რომელსაც იგი პირობითი რეაქციის (პრ) სახელით აღნიშნავს. რასაკვირველია ფრ ტიპის ქცევა ციდან არ არის ჩამოვარდნილი, იგი თავიდანვე პრ ქცევის მსგავსადაა ჩამოყალიბებული.

ამ ფარული რეაქციის (ფრ) სახით ვირთაგვას მოქმედებას გააჩნია ის, რაც მის მოქრობას ართმევს ქაოტიურ მიმდინარეობას. ერთი სიტყვით, ვირთაგვას ორგანიზმში წარმოდგენილია მექანიზმი, რომლის გამო მასზე ზემოქმედი სტიმული სელექციურად მოქმედებს და გზას გახსნილად ტოვებს პირობითი რეაქციის ჩამოსაყალიბებლად. რაც უფრო მტკიცე ნიადაგი გააჩნია ორგანიზმში მოქმედების ამ აკცეპტორს, ჩვენ ვიტყვით განწყობას, მით უფრო სწორხაზოვანი აღმოჩნდება ვირთაგვას მოქმედება, მას მეტი გამბედაობა და სისწრაფე აღმოაჩნდება. ეს თანდათან შეამცირებს ინტერვალს, რომელიც სტიმულსა და მასთან დაკავშირებულ ქცევას შორის მდებარეობდა. საბოლოოდ კი მოყვება მოქმედების გაავტომა-

ტურობა, რასაც ბოლოსა და ბოლოს მოჰყვება სტიმულზე ისეთი პასუხი, რომელიც, საერთოდ, ყოველი მექანიზაციის პროცესი გავლილი მოქმედებისათვისაა დამახასიათებელი.

ცდის დასაწყისში ცხოველის ორგანიზმი, როგორც ეს იგი პავლოვის ლაბორატორიაში ჩატარებული ცდების შედეგებიდან ვიცით, ყოველთვის გენერალიზებულ რეაქციას იძლევა, რომელიც თანდათანობით დადის ერთი გარკვეული შტამპით მოქმედებამდე. ორგანიზმის გენერალიზებული რეაქცია გარეთ გამოხატულია შემდეგი სახით: ძაღლის სხეული რადიკისათვის მომართულია. მას ყურები დაცქვეტილი აქვს, ენით ტუჩებს ილოკავს და მისი მხედველობა ერთი მხრივაა მიმართული. ცხოველის სხეულის ეს ისეთი მდგომარეობაა, რომელიც მისი გარკვეული მოქმედებისათვის მზაობის მაჩვენებელია. ამ მდგომარეობის საფუძველზე იწყებს ცხოველი მისთვის მისაღები ქცევის აქტების არჩევას. ვირთაგვაც ასე იქცევა. იგი ლაბირინტის წინ ჩერდება, აჩქარებული სუნთქავს. წინა ფეხები აწეული აქვს, თითქოს უცდიდეს მისთვის სასურველ ქცევას. იგი პირველად შეიძლება შემთხვევით შევიდეს მარცხენა ლაბირინტში, რომლის ბოლოს მოთავსებულია საკმელი. აქ მოხდება წინასწარ აქტუალიზებული განწყობისა და სტიმულის (გარემოს) დამთხვევა, რომელიც ამიერიდან მეტ სიმტკიცეს იძენს. ვირთაგვა ისევ თუ აღმოჩნდა ლაბირინტის წინაშე, მისი მარცხენა შესავალი, შინაგანი მორთულობა წინასწარ გამოიწვევს იმ ქცევის მოდელის აქტუალიზაციას, რომელმაც ცხოველი მიზანთან უნდა მიიყვანოს და სადაც მოცემული გვაქვს მისი საბოლოო რეალიზაციის პირობა. ყოველი შემდეგი ცდის გამეორება მის გამტკიცებას, მის ფიქსაციას ემსახურებოდეს იქნება. ასეთია პირობა, რომელსაც უნდა მოჰყვეს პირობითი რეაქციის ალბათობის ზრდა და შთაბეჭდილებათა სელექციის პრინციპზე აგებული ცხოველის სწავლა.

ცხოველის ქცევის დასახასიათებლად, როგორც ზემოაღნიშნულიდან ჩანს, მთავარია ფარულად მოქმედი ქცევის მათემატიკური ფორმულირება, რომელიც ცხოველს წინასწარ უბიძგებს იმ მოქმედებისაკენ, რომელიც აწი უნდა ჩამოყალიბდეს ქცევის ცალკეულ აქტად.

ესტესის ქცევის მოდელი ორი ცვლადი ფაქტორის — რეაქციისა და გარემოს ურთიერთობას ითვალისწინებს. რეაქცია მას R-ით აქვს აღნიშნული, გარემო — S-ით. მისი თეორიული კონცეფცია შემდეგ ფორმულას ემყარება:

$$R = f(s).$$

ამ ფორმულის ფარგლებს გარეშე, თანახმად ესტესის მითითებისა, ექსპერიმენტის მიმდინარეობაში აღმოცენებული ქცევის აქტების გარკვეული წესის მიხედვით განხილვის საშუალება არ გავაჩნია. ექსპერიმენტის მიმდინარეობის მიხედვით შეუძლებელია ვიფიქროთ, რომ ექსპერიმენტის წინ, როცა სტიმულის გარკვეული ნაწილი სამოქმედოდ გამოსულია, ორგანიზმი „არაფერს აკეთებს“. იგი არც სტიმულზე პასუხის გაცემის შემდეგ გადადის „უპასუხოდ“ დარჩენის მდგომარეობაში.

ლაბირინტის მარცხენა ნაწილში ნებისმიერად მოთავსებულია ჯილდოს 70%, დანარჩენი 30% მარჯვენაში. თუ ცხოველმა შემთხვევით აირჩია ლაბირინტის მხარე სადაც საქმელი არ არის მოთავსებული, მას შესაძლებლობა ეძლევა ხელმეორედ გაიმეოროს ლაბირინტში შესვლა. ცხოველის მიერ მოცემულ პასუხად ითვლება ყოველი ცდის დროს მისი მარცხნივ ან მარჯვნივ პირველი შემობრუნება. პასუხის ეს ორი სახე ერთმანეთს გამორიცხავს და ამომწურავიცაა. აქ სტიმულის თითოეული ელემენტი დაკავშირებულია მხოლოდ იმ პასუხთან, რომელმაც იგი განაპირობა. ერთიმეორის გამომრიცხველი პასუხების ალბათობა უდრის 1, ვინაიდან რომელიმე ერთ-ერთის გამოჩენა აუცილებელია.

ექსპერიმენტის მიმდინარეობაში შესაძლებელია თანაბარი რაოდენობით წარმოსდგეს ერთიმეორის გამომრიცხველი პასუხები. ვარჯიშის დასაწყისში ცხოველისთვის არ არსებობს დადებითი და უარყოფითი სტიმული, იგი ორივესთან ეკვივალენტურ დამოკიდებულებაშია. ცდის განვითარებას თან სდევს მეტად შესამჩნევი ცვლილება, სულ უფრო იზრდება ჯილდო მოთავსებული ლაბირინტის არჩევა, რაც, რასაკვირველია, სტიმულების შემოქმედებით არაა განსაზღვრული. თანახმად წინასწარშექმნილი პირობისა, მარცხენა ლაბირინტში შესვლა 70%-ის, ხოლო მარჯვნივ — 30%-ის ფარგლებშია გაპირობებული. ცდის გამეორება წარმოადგენს ცხოველის სამოქმედოთ მზაობის გასამტკიცებლად ძირითად პირობას, მაგრამ მისი განაწილება არ შეიძლება, იგი მთლიანია და უნდა წარმოვიდგინოთ, რომ იგი ამ ცდაში საფუძვლად დაედო ქცევის 0,7% მარცხენა და 0,3% მარჯვენა ლაბირინტში შესვლას. ამ ორ შესაძლებლობათა ფარგლებში სწორი მოქმედების ალბათობა ვარჯიშის შემდეგ, როგორც ითქვა, ერთ შემთხვევაში 0,7%-ს უახლოვდება, მეორე შემთხვევაში — 0,3%-ს.



ექსპერიმენტული სიტუაციით განსაზღვრული მოვლენების მათემატიკური ანალიზისათვის ესტეს შემოაქვს შემდეგი სიმბოლოები.

პასუხი —  $A_1$ .

პასუხი —  $A_2$ .

$n$  — ცდის თეორიულად შესაძლო რაოდენობა.

$\Pi'$  — განმამტკიცებელი ცდის რაოდენობა  $A_1$  პასუხებისათვის.

$Q'$  — სტიმულის რომელიმე ელემენტის ჩართვა ნიმუშში.

$F_n$  —  $n$  ცდის შემდეგ  $A_1$  პასუხის მიღების ალბათობა.

ეს ფორმულა  $A_2$  პასუხის მისაღებადაა შედგენილი. მისი შინაარსი გვეუბნება  $F_n$  ელემენტების ალბათობაზე.  $A_1$  პასუხებზე გაანგარიშებული ცდის  $n$  რაოდენობით ჩატარება იწვევს  $A_2$  პასუხების გამტკიცებას.

( $1-Q'$ ) მაჩვენებელია, რომ ცდის მიმდინარეობაში არა  $A_1$ , არამედ  $A_2$  პასუხების მიღებაა მოსალოდნელი. აქედან ჩანს, რომ  $A_1$  პასუხების გამომწვევ ელემენტებს არ მიუღიათ მონაწილეობა ცდის მიმდინარეობაში. იმ ელემენტებს, რომელთაც ამ ცდის მიმდინარეობაში მონაწილეობა არ მიუღიათ განაპირობებენ  $A_1$  ტიპის პასუხს არა ამჟამად, არამედ წინაჩატარებული ცდის ბოლოს  $[F(n-1)]$ . ასეთია  $A_2$  პასუხის საბოლოო შედეგი, რომელიც  $n$  ცდის ფარგლებში არის მიღებული და რომლის მიმდინარეობის დროს ქცევის წინასწარგამაპირობებელი ელემენტები  $A_2$  პასუხის მისაღებად არ ყოფილა გამოყენებული.

$A_1$  პასუხების გამტკიცების შემთხვევაში ასეთ განტოლებასთან გვექნება საქმე:

$$F_n = (1-Q') F_{(n-1)} + Q'$$

ამ განტოლების ზერელე გადათვალიერებას შეუძლია გვიჩვენოს, რომ ამ შემთხვევაში ცდის საბოლოო შედეგი იმით არის განსხვავებული, რომ აქ მონაწილეობას იღებენ ფარული რეაქციის (განწყობის) აქტუალიზაციის გამომწვევი სიგნალებიდან ისინი, რომელთაც  $A_2$  ტიპის რეაქციის გამოთვლაში არ მიუღიათ მონაწილეობა. ამაზე მიგვიითითებს განტოლების ბოლო წევრი ( $+Q'$ ), რომლითაც მეორე განტოლება განსხვავდება პირველისაგან.

მეორე განტოლებას შეიძლება მოვუნახოთ ალგებრული ეკვივალენტური ფორმა, რაც მის ინტერპრეტაციას საგრძნობლად გაადვილებს.

$$F(n) = Q' \cdot [1 - F(1-n)] + F(n-1),$$

ამ განტოლებაში  $1-F(n-1)$  უნდა განვიხილოთ როგორც ალბათობა იმისა, რომ  $A_1$  ტიპის პასუხების წინ ჩატარებულ ცდაში ( $n-1$ ) ერთ-ერთ ელემენტს არ მიუღია მონაწილეობა  $A_1$  პასუხების გამოწვევაში. განტოლების შინაარსი ასე უნდა წავიკითხოთ: ცდის  $n$  რაოდენობით გამტკიცებას მოჰყვება  $Fn$  ელემენტების, ე. ი.  $A_1$  პასუხების ალბათობა.  $n$  ცდის ფარგლებში ქცევის  $Q'$  ელემენტთა იქვე ჩართვას, რომელიც  $A_1$  პასუხების გამტკიცებას ემსახურებოდა და რომელსაც წინა ცდაში ( $A_2$  გამოწვევე ცდაში) არ გაუვლია განმტკიცების სტადია  $[(1-F(n-1))]$ , უნდა მიემატოს  $A_1$  პასუხების განმამტკიცებელი ელემენტები  $[F(n-1)]$ .

რით არის ესტესის მათემატიკური ანალიზი საინტერესო? უპირველეს ყოვლისა იმით, რომ შესაძლებლობა მოპოვებულია ქცევის თეორიიდან გამომდინარე ჰიპოთეტიკური იდეები განვიხილოთ თვალსაჩინოების ფარგლებში მოცემული მოდელის სახით. მეორე და, ჩვენი აზრით, მეტად საინტერესო შედეგია მიღწეული იმით, რომ ესტესის მათემატიკური ფორმულა ითვალისწინებს ფარული რეაქციის, ე. ი. განწყობის ადგილს ქცევის თავისებურების გასაგებად. ამან მოგვცა საბაზი ესტესის მიერ მოწოდებული ქცევის ანალიზში დაგვენახა განწყობის მოდელი.

ქცევის ამ მათემატიკურ მოდელში 1954 და 1959 წლებში ესტესის მიერ შეტანილია შემდეგი ხასიათის ცვლილება:

$$F(n) = \Pi' - [\Pi' - F(n)][1 - \theta]^{n-1}$$

ამ განტოლების ყველა სიმბოლო ჩვენთვის ცნობილია. ამ მხრივ განმარტების მოცემის საჭიროება არ დგას. განტოლებას ის უპირატესობა აქვს, რომ საგანგებო ყურადღება დათმობილი აქვს დანამატს, რომელსაც ცხოველი ცდის გამეორების შედეგად იძენს.

აქ  $A_1$  პასუხები შედის ემპირიული პასუხების იმ კლასთან კოორდინაციაში, რომელიც ლაბირინტის მარცხენა შესავლის პირველად არჩევასთან არის დაკავშირებული.  $\Pi'$ -ის კოორდინაცია  $\Pi$ -თან მიუთითებს, რომ განტოლების უკანასკნელი წევრი  $A_1$  პასუხთან არის კოორდინაციაში. ახლა გავიხსენოთ ის, რომ ლაბირინტის მარცხენა მხარეში შესვლის განმამტკიცებელი ცდა 70-ჯერ ანუ 0,7-ჯერ მეორდება, ხოლო მარჯვენა მხარეში შესასვლელი ვარჯიში მხოლოდ 30-ჯერ, ე. ი. 0,3-ჯერ. ამ სიტუაციაში  $\Pi = 0,7$ . საბოლოოდ. ამ კოორდინაციაში ფაქტიურად შესრულებული ცდის რაოდენობასთან —  $N$ -თან გვაქვს საქმე და ერთ-ერთს ვიხილავთ როგორც იმ ხდომილებათა თანამიმდევრობას, რომელიც ლაბირინტის შესავალით იწყება და მთავრდება ლაბირინტის ბოლოს, სადაც ჯილდოა (საკმელო)

მოთავსებული. სიმბოლო  $\theta$ ' ამ შემთხვევაშიც ლაბირინტის ელემენტია, რომელიც ფარული ქცევის წინასწარაქტუალიზაციას იწვევს, იგი, შეიძლება გვეთქვა,  $\theta$ ' შენაძენთან არის კოორდინაციაში. ამ წვერთა მიხედვით შედგენილი უქანასკნელი განტოლება ასეთია:

$$P(N) = \Pi - (\Pi - P(1)(1 - \theta))^{N-1}$$

როცა  $N$  დიდია, მაშინ მარჯვენა უქანასკნელი წვერი ნულს უახლოვდება იმის გამო, რომ  $(1 - \theta)$  ნაკლებია ერთზე. სწორედ ამიტომ აქ წარმოდგენილი ფუნქცია დაიყვანება  $P(N) = \Pi$ . ეს ეთანხმება დაკვირვებას, რომლის მიხედვით ასიმპტომატური პასუხების სიხშირე  $T$  სახის ლაბირინტში უახლოვდება განმამტკიცებელი ცდის ალბათობას, თუკი გამტკიცების სიხშირე  $\Pi$  და  $(1 - \Pi)$  დადგენილი არის ორი ალტერნატიული პასუხისათვის. ამ მოდელის ემპირიული საზღვრები ჯერ არ ყოფილა დადგენილი, ამიტომ მისი პრაქტიკული ღირებულება უცდის ამ საკითხებით დაინტერესებულ მკვლევარს.

### 8. ფარული დროისა და რეაქციის სისწრაფის მათემატიკური მოდელი

პირველ არჩევანს და ამის მიხედვით ნაბიჯის სწორად გადადგმას წინ უძღვის შემდეგი: ვირთაგვა იქით-აქეთ იყურება, თითქოს ვერ „გადაუწყვეტია“ როგორ მოიქცეს: წავიდეს მარჯვნივ თუ მარცხნივ. ამას დრო სჭირდება, რომელსაც ფარული დრო ეწოდება და ამით გაიზომება პასუხის სისწრაფეც. ამისი წინასწარი დახასიათებისათვისაც შეიძლება მოდელის შემუშავება. ამ საკითხს ესტესიც ეხება, მაგრამ ჩვენ ვარჩიეთ სისრულის გამო რობერტ ბუშისა და ფრედერიკ მოსტელერის მათემატიკური მოდელის აღწერაზე შევჩერდეთ (ორივე სკინერის ყუთზე მუშაობდა).

ვირთაგვას მოქმედება შეიცავს ერთიმეორისგან დამოუკიდებელი ქცევის აქტების თანამიმდევრობას (გაჩერება შეფასებულია როგორც „არა“ პასუხი). ალბათობა იმისა, რომ შესასწავლი ქცევა პირველად იქნება  $P$  ტოლი, მოსალოდნელია იმდენად, რამდენადაც ნაგულისხმებია, რომ განმტკიცების გარეშე ჩადენილი ქცევა გავლენას არ ახდენს  $P$ -ზე. ეს საშუალებას იძლევა პასუხების საშუალო რიცხვი გამოვიანგარიშოთ მანამ, სანამ შესასწავლ ქცევას ექნებოდეს ადგილი. ესტესის გამოანგარიშების მიხედვით, როგორც ვიმდინარე, ისე შესასწავლი ქცევის საშუალო არითმეტიკული უდ-

რის  $1/P$ . აქ დაშვებულია, რომ პასუხები ერთმანეთზე არ არის დამოკიდებული, აგრეთვე ისიც, რომ ყოველი პასუხი ერთსა და იმავე დროში —  $h$  მიმდინარეობს. ამ შემთხვევაში საშუალო ფარული დრო უდრის  $h$ -ს გაყოფილს პასუხების საშუალო რიცხვზე:

$$L = \frac{h}{p}.$$

ასეთია ყოველი პასუხისათვის საჭირო დრო, რომელიც, რასაკვირველია, დამოკიდებულია არა მარტო მამოძრავებელ ძალაზე (მოტივაციაზე), არამედ რამდენად სწრაფად ჩაერთობა ორგანიზმი მოქმედებაში.

ფარული საშუალო დრო —  $L$  განხილულია ალბათობასთან დამოკიდებულებაში, მაგრამ ანგარიშგასაწევი, რომ თვითონ ალბათობა დამოკიდებული ცდის  $n$  რაოდენობაზე. მაშასადამე, ფარული საშუალო დრო შეიძლება გამოვსახოთ როგორც ჩატარებული ცდის რაოდენობაზე დამოკიდებული ან როგორც მისი ფუნქცია (ამ პროცესის დასახასიათებლად ესტესი არა  $n$  სიმბოლოს, არამედ  $T$ -ს ხმარობს). ზემოთ განხილული ფორმულის თავისებურება მდგომარეობს იმაში, რომ ესტესის მიერ მოცემული ფარული დროის მოდელი მხოლოდ  $h$ -ით არის წარმოდგენილი, ხოლო რობერტ ბუშისა და ფრედერიკ მოსტელერის კი უფრო სრულია:

$$L = h \left( \frac{a+b}{a} \right).$$

ამ განტოლებაში  $a$  და  $b$  დახარჯული შრომისა და დაჯილდოების ოდენობის მაჩვენებელია და ეს შემოტანილია იმიტომ, რომ ფარული საშუალო დრო ამ ორ ცვლადზე არის დამოკიდებული.

ამ ფორმულის მიღების შემდეგ პასუხების სისწრაფის დადგენა არ წარმოადგენს სიძნელეს. საშუალო დრო, რომელიც  $h$  პასუხების მისაღებად არის საჭირო ახლა შეიძლება  $t$ -თი აღვნიშნოთ. მაგრამ პასუხი ერთ წერტილზე არ არის გაყინული, ცდის ყოველ გამეორებას რაღაც ახალი შეაქვს მასში, როგორც ექსპერიმენტულ სიტუაციაში მოპოვებული შენაძენი. ეს უკანასკნელი თავის გამოხატულებას  $t$ -ში პოულობს, რაც შემდეგი ფორმულის სახითაა წარმოდგენილი:

$$\frac{\Delta t}{\Delta u} = \frac{h}{p}.$$

თუ ნამატი ძლიერ მცირეა, შეგვიძლია იგი როგორც დიფერენციალი აღვნიშნოთ და პასუხების საშუალო სისწრაფეს მივცეთ შემდეგი გამოსახულება:

$$\frac{dn}{dt} = \frac{p}{h} = wp.$$

აქ  $w = 1/h$ -ს. ბუში და მოსტელერი  $w$ -ით აღნიშნავენ „მოქმედების დონეს“. განსაზღვრის მიხედვით  $w$  არის პასუხის მაქსიმალური სისწრაფე, რომელსაც ვღებულობთ იმ შემთხვევაში, როცა  $P = 1$ .

ბუშისა და მოსტელერის ამ მათემატიკურ დასაბუთებაში ყველაფერი რიგზეა, მაგრამ მთავარი ფაქტორის მნიშვნელობაზე მითითებულია მხოლოდ მსკვლობის ბოლოს და ისიც გაკვირით. მხედველობაში გვაქვს მათ მიერ  $w$  სიმბოლოს სახით გათვალისწინებული ფაქტორი, რომელსაც ისინი „მოქმედების დონეს“ უწოდებენ. ჩვენი აზრით, მოქმედების დონეს ქმნის განწყობა, რომელიც ცდის გამეორების პროცესში დიფერენციაციას განიცდის, თანდათანობით გამოკვეთილ სახეს იძენს და ბოლოს ავტომატიზაციის შედეგად მანქანისებრ ხასიათს აძლევს ლაბირინტში ვირთავვას მოძრაობას.

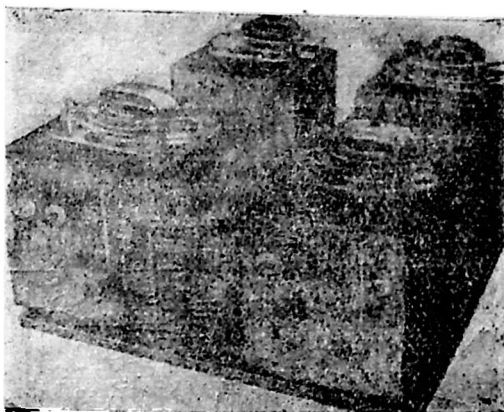
როგორც ფარული საშუალო დრო, ისე ქცევის სისწრაფე, ჩვენი აზრით, წარმოადგენს განწყობის ფიქსაციისა და რეალიზაციის მიმდინარეობის მაჩვენებელ პარამეტრებს.

### 9. ორგანიზმის მოდელი (ჰომეოსტატი)

ორგანიზმის მსგავსი თვითრეგულაციის უნარით აღჭურვილი ავტომატის შექმნა ეშბს ეკუთვნის. მის მანქანაში ოთხი მოძრავი მაგნიტია და თითოეულს შეუძლია 25 პოზიციის მიღება, რაც საბოლოოდ შეადგენს  $25^4 = 390625$  კომბინაციას. თითოეული პოზიციისათვის ჰომეოსტატი იყენებს უკუქცევით კავშირს და ამის მიხედვით ახერხებს დაკარგული წონასწორობის აღდგენას.

ჰომეოსტატი შედგება ოთხი ერთეულისაგან, თითოეულის ზემოთ მოთავსებულია მაგნიტი, მის წინ წყლით სავსე ჭურჭელი დგას. ამ ჭურჭლის ბოლოს მოთავსებული ელექტროდი ქმნის პოტენციალთა სხვაობას. მაგნიტთან მიმაგრებული მავთული წყალშია ჩაფლული, რომელიც აშორებს მას პოტენციალს და ტრიოდის ბადეს გადასცემს. წყარო J ქმნის 150 ანოდის პოტენციალს, რომელიც

პუნქტთან 180V აღწევს. ამრიგად, პოტენციომეტრში გადის გარკვეული ოდენობის მუდმივი დენი. იმ შემთხვევაში, როცა ამ დენს



სურ. 18

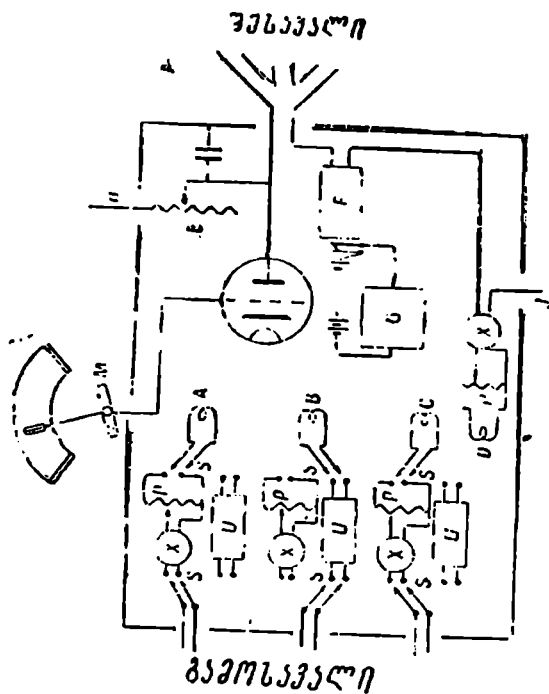
პომეოსტატი. თითოეულ ბლოკზე მოთავსებულია მაგნიტი

ბადის პოტენციალი საშუალებას აძლევს გაიაროს ელექტრონათურაში, გასაჯალში დენის გავლას ადგილი არა აქვს. თუ ნათურა შეტ ან ნაკლებ დენს ატარებს, მაშინ გამსელელი დენი ან ერთი მიმართულებით გადაიტანს სხვაობას, ან შვორე. ამრიგად, როცა E მოწესრიგებულია. მაშინ M-ის გასასვლელი იკავებს ცენტრალური მდგომარეობიდან გადახრის პროპორციულ მდგომარეობას.

ბლოკები ერთმანეთთან ისეა შეერთებული. რომ თითოეულიდან გამოსული დენი გადაეცემა დანარჩენ სამ ბლოკს. ყოველ ცალკე ბლოკს განცალკევებულად შეუძლია დანარჩენი სამი ბლოკისაგან დენის მიღება.

მიღებული დენი A, B, C ხვეულის. მეშვეობით გავლენას ახდენს ბლოკის მაგნიტზე ისე, რომ მაგნიტის მოძრაობის მომენტში დატვირთვა A, B, C დენის ალგებრული ჯამის პროპორციულია.  $\mu$  გავლენას ახდენს M-ზე შინაგანი უკუქცევეითი კავშირის გზით. დენა სანამ ხვეულამდე მიაღწევდეს უნდა გაიაროს კომპუტატორში (X), რომელიც ხვეულთა პოლუსების მდებარეობას განსაზღვრავს და პოტენციომეტრში (P) გავლით შედის ხვეულში.

სისტემის ჩართვას თან სდევს მაგნიტების ამოძრავება, რომლის გამო იცვლება დენი, ხოლო ეს, თავის მხრივ, ცვლის მოძრაო-



სქემა 9

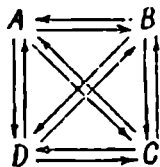
ერთ-ერთი ბლოკის სქემა

ბას და ა. შ. ამ სისტემის მიმართ კომპუტატორები და პოტენციომეტრები, როგორც პარამეტრები მოქმედებენ. მაგნიტები ამ პარამეტრებთან იძენენ ქცევის გარკვეულ ტიპს. პარამეტრები განსაზღვრვენ ველის მდგომარეობას, ხოლო ეს უკანასკნელი, თავის მხრივ, ქცევის მიმართულებას. თუ ველი მყარია ოთხივე მაგნიტი ცენტრისაკენ გადათავსდება და აქტიურად იბრძვიან სიმშვიდე შეინარჩუნონ. თუ სხვა პარამეტრების მხრივ ასეთ მოქმედებას არ ექნა ადგილი, მაშინ კოორდინირებულ მოქმედებას მოჰყვება მაგნიტების ისევე ცენტრისკენ გადათავსება.

4 პარამენტრისაგან შემდგარი სისტემა არის დინამიკური, რომლის ველს ქმნის X და P-ს 32 პარამეტრი, იგი მაინც არ არის ულტ-

რასტაბილური. გადამრთველების S-ის დახმარებით დენის გადათავსება V-ში არის შესაძლებელი. კომპონენტების არჩევა V-ში განგებ ატარებს შემთხვევით ხასიათს (ფიშერისა და იეიტსის „შემთხვევითი რიცხვების ნუსხიდან“ წარმოებდა რიცხვების აღება). როგორც იყო მითითებული, თითოეული მაგნიტის 25 პოზიციიდან მიიღება პარამეტრების 390625 კომბინაცია. გარდა ამისა, თითოეული მაგნიტის მობრუნება G გრაგნილში გამოიწვევს აგზნებას იმ შემთხვევაში, როცა მაგნიტი M საგრძნობლად შორდება ცენტრალურ მდგომარეობას. დენის ძაბვაც აღწევს გამოსავალში იმ დონეს, რომელიც რელე F ასაგზნებადაა საქირო, რომელიც ხურავს გრაგნილ G წრედს. საგანგებო მორთულობა რეგულარულად არღვევს გრაგნილის წრედს და აიძულებს ბრუნვის მაძიებელს შეცვალოს პოზიცია მანამ. სანამ რელე F აგზნებულა.

ახლა ულტრასტაბილურ სისტემასთან გვაქვს საქმე. იგი ცვლადისაგან შედგება, ეს სრულიად საკმარისია მისი ქცევის განსასაზღვრავად.



სქემა 10

ეშბის ჰომეოსტატის მოქმედებაში ასახულია ბავშვის ქცევა, რომელიც თათის ერთხელ დაწვის შემდეგ გაუბრბის ცეცხლთან ახლო მისვლას. ჰომეოსტატს შეუძლია ერთხელ დარღვეული წონასწორობის აღდგენა და, რაც მთავარია, ამ მდგომარეობაში მოთავსების შემთხვევაში, იგი ისევ ახერხებს დაიბრუნოს თავისი შინაგანი წონასწორობა, რასაკვირველია, უკუუკავშირების დახმარებით. მას მხოლოდ ერთისა და იმავე მოძრაობის გამეორების უნარი აქვს, წერს პ. კოსა, იმიტომ, რომ ჰომეოსტატს არ გააჩნია მეხსიერება და, მაშასადამე, არც იმის შესაძლებლობა, რომ გამოცდილება დააგროვოს და მის საფუძველზე ააგოს მოქმედება. „მას მხოლოდ იმის გაკეთება შეუძლია, რაც მის შემქმნელმა გაითვალისწინა“, მიუთითებს კოსა, მაგრამ აღამიანის მოქმედებაც არ არის უსაზღვრო, მისა



ორგანიზმის შესაძლებლობანი წინასწარ განსაზღვრულია, თორემ თითოეული ადამიანი მოახერხებდა იმის გაკეთებას, რომ ახალი „ვეფხისტყაოსნის“ ავტორი გამოსულიყო.

ეშბის მტკიცებით მის ჰომეოსტატს შეუძლია „ისწავლოს“. მაგრამ ამის განსახორციელებლად მას ნაბიჯი არ გადაუდგამს, ამიტომ არც ის გამართლდა, რომ ჰადრაკის თამაშის სფეროში ჰომეოსტატის გამოყენებას გადატრიალება მოყვებოდა. ორგანიზმის მოდელი, რომელიც ეშბის მიერაა მოწოდებული მეტად პრიმიტიულია და შეზღუდული შესაძლებლობის მქონე. ამიტომ უნდა მოველოდეთ ამ მიმართულებით უფრო საფუძვლიანი ნაბიჯის გადადგმას.

## თავი მეათე

# სოციურთი ინტელექტუალური ფუნქციის მოდელი

## 1. მესხიერება

### ა. მესხიერების მექანიზაცია

თანამედროვე ფიზიკამ დიდი ხანია მეტყველების, სმენის მხედველობის ფიზიკური დახასიათება მოახერხა. ამის ძვირფას ილუსტრაციას წარმოადგენს რადიო, ტელეხედეა და ფოტოეფექტის პრინციპზე აგებული ავტომატების მოქმედება. მესხიერების შესატყვისი ფიზიკური კორელატები არ იყო ჩვენთვის სულ უკანასკნელ დრომდე ცნობილი. აქვე შეიძლება დაგვესახელებია გრამოფონის ფირფიტები, რომელთა დანიშნულებას შეადგენს ჩაწერილი ტექსტის შემონახვა ისე, რომ მის ხელმეორედ რეპროდუქცია იყოს შესაძლებელი. აქ უთუოდ გვაქვს მესხიერების ფიზიკური პირობების ჩანასახი, მაგრამ ამ მოვლენასთან მეტად ახლო მიგვიყვანა მაგნიტური ველის მოქმედებიდან ცნობილი პრინციპის გამოყენებამ, რომელიც მაგნიტოფონის ლენტის შექმნას დაედო საფუძვლად. არა მარტო ბეგრებისათვის დამახასიათებელი ვიბრაციის ჩაწერა აღმოჩნდა შესაძლებელი, არამედ მთელი სიტყვის აღბეჭდვაც ლენტზე ფოლადის ფხვნილის გარკვეული სახის გადაჭვლეებით. მაგნიტოფონის ლენტის უპირატესობას შეადგენს ჩაწერილის სწრაფად წაშლა და ასევე სწრაფად სხვა ტექსტის ჩაწერა.

ამრიგად, შეიძლება ითქვას, რომ მესხიერების კიბერნეტიკული მოდელის შექმნა განხორციელებული საქმეა და აქ ჩვენ მხოლოდ მის მოკლე აღწერაზე დაგვეკირდება შეჩერება. მექანიკური მესხიერების მოქმედების კიბერნეტიკული საფუძველი თითქმის მონახულია, მაგრამ ჯერ კიდევ დიდი მანძილია გასავლელი ადამიანის მესხიერებამდე მისასვლელად.

## ბ. ავტომატის მენსიერება

მანქანას ორი სახის „მენსიერება“ აქვს: ხანმოკლე და ხანგრძლივი. ხანმოკლე „მენსიერება“ იმ მომენტში მოდის მოქმედებაში, როცა არითმეტიკული ოპერაციის შესრულება იწყება, ამიტომ მას ოპერაციულ „მენსიერებასაც“ უწოდებენ; რაც შეეხება ხანგრძლივ „მენსიერებას“, იგი დიდი ხანი ინახება და ისეთი ინფორმაციის რეგისტრატორის მოვალეობას ასრულებს, რომელიც არა ამ მომენტში, არამედ შედეგში შეიძლება დაგვჭირდეს. ხანმოკლე „მენსიერება“ დახშულ „წრეში მოძრაობს და ძალაშია მანამ, სანამ მისი ენერგიიდან განტვირთვა არ მოხდება. ოპერაციული „მენსიერების“ მოქმედება კონდენსატორების მუშაობას ემყარება, ხოლო ხანგრძლივი „მენსიერება“ ინახება პერფორმენტების, მაგნიტოფონის ლენტზე ჩანაწერის სახით. ერთიც და მეორეც დიდხანს ძლებს და ყოველთვის შესაძლებელია ამ გზით ჩაწერილის ხელმეორედ აღდგენა.

მათემატიკურ მანქანაში ინფორმაციის ჩაწერა დიელექტრულ ეკრანზე მიმდინარეობს, რომლის ყოველ წერტილს შეიძლება შევძინოთ როგორც დადებითი, ისე უარყოფითი ელექტრონის მუხტი, რაც იძლევა ეკრანზე რიცხვების მიხედვით შედგენილი კოდის ჩაწერის საშუალებას. წაკითხვის შემდეგ ჩანაწერი ავტომატურად წაიშლება, მაგრამ მისი დატოვებაც არის შესაძლებელი ხელმეორედ ფიქსაციის შედეგად.

წინასწარ მომზადებულ ეკრანზე სხივის საშუალებით მიმდინარეობს 0 და 1 ჩაწერა. „0“ ჩაწერის შემთხვევაში იგი ერთ ადგილზე ჩერდება, მას წერტილის გამოხატულება აქვს, მოძრავი სხივის საშუალებით იწერება „1“, ამიტომ მას ვერტიკალური ხასიათის ფორმა აქვს და ძახილის (!) ნიშანს მოგვაგონებს.

საბოლოოდ ეკრანზე ვლემულობთ ვერტიკალური ხაზებისა და წერტილებისაგან შემდგარ ზედაპირს, რომელიც გამოუმყლავნებლად (პოტენციონალურად) 0,2 წამის განმავლობაში ინახავს ინფორმაციას. თუ გვსურს ინფორმაციის ხანგრძლივად შენახვა, მის პერიოდულად განახლებას (რეგენერაციას) უნდა მივმართოთ. ამისთვის საჭიროა სხივმა თანამიმდევრობით შემოუაროს ეკრანის თითოეულ ელემენტს, რასაც მოჰყვება პოტენციურად არსებული ინფორმაციის ხელახალი განახლება და ფიქსაცია.

საკავშირო აკადემიის სწრაფად მოანგარიშე ელექტრონის ერთი მანქანა БЭСМ ხანმოკლე მენსიერებაში 1023 რიცხვს ინახავს, სქემატურად მისი „მენსიერება“ შეიძლება წარმოვიდგინოთ, რო-

გორც თანამიმდევრობით დანომრილი ყუთები. ყუთების ნომრები „მისამართებია“ და 1-დან 1023-მდე აღწევს. ამ რიცხვების დათვლას მანქანა  $12^{-6}$  წამს ანდომებს, მიმატებასა და გამოკლებას — 77-დან 182.10<sup>-6</sup> წამს, გაყოფას — 188.10<sup>-6</sup> წამს, გამრავლებას — 270.10<sup>-6</sup> წამს.

დამაგნიტებული ლენტი 5120 ნიშნის დამახსოვრების საშუალებას იძლევა; რაც შეეხება დათვლას და ჩაწერას, იგი ისეთი სისწრაფით ხდება, რომ მანქანა წამში 800 რიცხვის დამუშავებას ასწრებს. ოთხ მაგნიტურ ლენტზე საშუალოდ 120.000 რიცხვის მოთავსება არის შესაძლებელი.

ინფორმაციის დაგროვებასთან ერთად მანქანაში არსებობს მ ე კ ა ვ ე ბ ი ს ხ ა ზ ი, რომელიც წარმოადგენს დინამიკური მეხსიერების ერთ-ერთ ფორმას. შეკავების ხაზში იმპულსი მოქრაობს, თუ მის სიგრძეს 1-ით აღვნიშნავთ, მაშინ შეკავების ხაზში იმპულსის გავრცელების დრო ასეთ სახეს მიიღებს:  $t = \frac{l}{v}$ .

შემკავებელი ხაზის შესაქმნელად სინდიყით სავეს მილსა და პიეზოელექტრულ მოწყობილობას მიმართავენ.

თანამედროვე „გონიერ“ მანქანას არა მარტო დასამახსოვრებელი მასალის რაოდენობის გაზრდა მოეთხოვება, არამედ რაც შეიძლება ნაკლები დრო მოანდომოს ინფორმაციის ჩაწერასა და გამოთვლას.

ხანგრძლივი „მეხსიერება“, ოპერაციული მეხსიერების მსგავსად. არითმეტიკული ოპერაციების ბლოკთან უშუალოდ არ არის დაკავშირებული. მაგრამ მასთან ურთიერთობას ხანმოკლე „მეხსიერების“ მეშვეობით ამყარებს. ხანგრძლივი მეხსიერების მასალების მოხმარების შემთხვევაში მანქანას გაცილებით უფრო მეტი დრო სჭირდება როგორც მის შესარჩევად, ისე ინფორმაციის ჩასაწერად.

#### გ. მკნსიერება და ნერვული სისტემა

ადამიანს ხშირად უხდებოდა ისეთ გარემოში მოქმედება, რომელიც არ იცვლებოდა, რაც მას აყენებდა ამის საფუძველზე აღმოცენებული მოქმედების გამეორების აუცილებლობის წინაშე. გამეორება იმის შეიძლება, რაც შეგვიძენია, რაც ჩვენში განაგრძობს არსებობას, უკეთ რომ ვთქვათ, რაც ინახება. ცენტრალურ ნერვულ სისტემას არა მარტო იმის უნარი აქვს, რომ აღბეჭდოს სტიმულის შემოქმედება, არამედ აღბეჭდილი შემოინახოს, მისი ფიქსაცია განა-

ხორციელოს. ამის დადასტურება ექსპერიმენტულად არის შესაძლებელი.

თავის ტვინის იზოლირებული ნაწილის ელექტრონული დენით გალიზიანებას. როგორც ამ საკითხის ექსპერიმენტულმა შესწავლამ უჩვენა, თან სდევს ნერვული აქტიობის მაჩვენებელი დენის რხევა (ოსცილაცია). რომელიც საკმაო დიდხანს გრძელდება გალიზიანების შეწყვეტის შემდეგაც. ასე მაგალითად, თუ ასეთი 10 გალიზიანებას მივმართეთ, მათ შორის სამი წამი ინტერვალის დაცვით, ქერქის ნეირონებიდან მივიღებთ დენს, რომელიც ტვინის ყველა უბნებს მოედება, იგი გაგრძელდება ერთი საათის განმავლობაში. ასევე აღწერილია სტიმულაციის შეწყვეტის შემდეგ ლუმინესცენციის მოვლენა. რომელიც საკმაო ხანს არ შეწყვეტილა და სპონტანურად განაგრძობდა ნათებას.

სიბნელისადმი თვალის ადაპტაციის შემდეგ ადამიანს, რომ საგანი 2 წამი გაუუნათოთ, იგი სინათლის ჩაქრობის შემდეგაც უწყვეტად განაგრძობს მის ხედვას 10—15 წამის განმავლობაში. ერთი სიტყვით, ჩანს, რომ განცდას ხან იერება ახსიათებს. იგი ერთბაშად არ ისკობა და ხელმეორედ განახლების უნარის მქონეა. ხანიერება ერთ-ერთი ისეთი ნიშანია, რომელიც მეხსიერებისათვის არის დამახასიათებელი. სადაც ის წარმოდგენილია, იქ უთუოდ მეხსიერებასთან გვაქვს საქმე, ყოველ შემთხვევაში მის ჩანასახ ფორმასთან.

თავის ტვინზე ადგილობრივი ანესტეზიით შესრულებული ოპერაციით ისარგებლა ქირურგმა და ელექტრონული დენით გაუღიზიანა ადამიანს ქერქის მარჯვენა ნახევარი. ამის შედეგად ავადმყოფმა განაცხადა, რომ მას ესმოდა მუსიკის ხმა. ამ ადგილზე და მის ახლო-მახლო ელექტროდით ყოველ შეხებას თან სდევდა ორკესტრის მიერ შესრულებული მელიოდის მოსმენა. ავადმყოფს თხოვეს მელიოდის გამეორება, მაგრამ მან ეს ვერ შესძლო მანამ, სანამ ელექტროდით ტვინის იგივე ადგილი ხელმეორედ არ გაუღიზიანეს.

მეორე ავადმყოფს ტვინის სხვა ნაწილი გაუღიზიანეს, რასაც მოყვა წაკითხულის შინაარსის გამოცოცხლება. აქედან ერთი სანტიმეტრით დაშორებული ადგილის გაღიზიანებამ გამოიწვია ისეთი ამზავის განახლება; რომელიც სიცილის მომგვრელი იყო.

ამით ჩვენ იმის აღნიშვნა გვსურს, რომ ადამიანის ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ადგილი ჰქონია ნახულის. გაგონილისა და განცდილის ფიქსაციას და ამ კოდირებულ შთაბეჭდილებათა გარკვეულ პირობებში თანამიმდევრობით გამოცოცხლებას.

ნეირონი ერთ წამში შეიძლება 200-ჯერ გავალიზიანოთ. თუ მივმართავეთ გალიზიანებას ინტერვალის დაცვით, წამში შესაძლებელია 6-დან 60 იმპულსის მიღება. საშუალოდ წამში 10 აგზნების მიღება არის შესაძლებელი. შთაბეჭდილების განახლება არის ობიექტის ცნობიერი ასახვა, რასაც, შეიძლება ითქვას, იმდენი დრო სჭირდება, რამდენიც საჭიროა აზრის სიტყვიერ ფორმაში გადასაყვანად. თუ დავუშვებთ, რომ აზრის სიტყვიერ ფორმულირებას სჭირდება საშუალოდ C.1—1 წამი, მაშინ აზრის ვერბალიზაცია არც ისე სწრაფად მიმდინარე მოვლენა ყოფილა.

ადამიანის ტვინში შთაბეჭდილებათა განაწილების შესაძლებლობანი არც ისე მცირეა. ვთქვათ, რომ ადამიანს შეუძლია წაიკითხოს წამში სამი სიტყვა. იგი დღეში 12 საათი განაგრძობს კითხვას 50 წლის განმავლობაში. გამოთვლილია, რომ ასეთ ადამიანს შეუძლია 300 გვერდიანი 24000 წიგნის წაკითხვა. მის მიერ წაკითხული სიტყვის რაოდენობა იქნება  $2.4$  მილიარდი ანუ  $84$  მილიარდი ორობითი ნიშანი:  $3$  სიტყვა  $\times 3600$  წამი  $\times 12$  საათზე  $\times 365$  დღეზე  $\times 50$  წელზე  $= 2,4 \cdot 10^9 = 2,4$  მილიარდი სიტყვა.

თუ თითო სიტყვა 7 ასოსაგან შედგება და თითოეული ასო თუ ხუთი ორობითი ნიშნითაა გამოხატული, მაშინ გვექნება  $2,4 \times 7 \times 10^9$  სიტყვა  $\times 7$  ასოზე  $\times 5$  ნიშანზე  $= 64$  მილიარდი ორობითი ნიშანი.

ერთი წიგნის საშუალო მოცულობაა 300 გვერდი, თითოეულ გვერდზე 350 სიტყვაა:

$$\frac{2.4 \cdot 10^9 \text{ სიტყვა}}{350 \text{ სიტყვა} \times 300 \text{ გვერდი}} = 2,4 \cdot 10^6 = 24 \text{ ათასი წიგნი.}$$

350 სიტყვა  $\times$  300 გვერდი

ინფორმაციის ის რაოდენობა, რომელიც ჩვენ განვსაზღვრეთ, რასაკვირველია, აღემატება ადამიანის ნერვული სისტემის შესაძლებლობებს. ნეირონებს არ შეუძლია ინფორმაციის შეუწყვეტლად მიღება, უჭრედები იღლება და ტვინი კარგავს შთაბეჭდილების მიღებისა და ფიქსაციის უნარს.

ინფორმაციულ-ლოგიკურ მანქანას გაცილებით მეტი შესაძლებლობა გააჩნია. მაგრამ მის „მეხსიერებას“ აკლია ბევრი რამ ისეთი, რის გამო მნემურ პროცესს ადამიანის მეხსიერება ეწოდება. მანქანის „მეხსიერება“ ფიქსაციას ახდენს, მაგრამ ადამიანის მეხსიერებისათვის დამახასიათებელი დანარჩენი პროცესები მისთვის მიუღწეველია. მანქანას მოგონების უნარი არ გააჩნია იმ სახით, როგორც ის ადამიანის მეხსიერებისათვის არის დამახასიათებელი. მან-

ქანას არც ცნობა აქვს, თუმცა იგი ადამიანის მეხსიერების მეტად დაბალი ფორმის მაჩვენებელია.

#### დ. ხამისამართო ხიხტემა

ადამიანის ნერვულ სისტემაში შემოსულ იმპულსს გარკვეული მისამართი გააჩნია, მაგალითად, მხედველობის ნერვით გაგზავნილი იმპულსი თავის ტვინის მე-17, მე-18 ველისკენ მიემართება. ეს ნერვი ცოველთვის ამ მისამართით გზავნის ინფორმაციას ქერქის უჯრედებისაკენ. სმენის ნერვის მოქმედებაც ასეთივე გარკვეულობით ხასიათდება, მის მიერ გაგზავნილი ინფორმაცია თავის ტვინის 52-ე, 41-ე, 42-ე, 22-ე ველებისაკენ მიემართება და აქ მოგროვილი უჯრედები მოყავს მოქმედებაში. ასევე გარკვეული მისამართით მოქმედებენ კანის, გემოს, ყნოსვის გრძნობის ორგანოების მიერ გაგზავნილი ინფორმაციები.

ლოგიკურ-საინფორმაციო მანქანის შინაგანი „მეხსიერება“ წინასწარ განსაზღვრული მისამართით მოქმედებს. აქ უფრო ხშირად ოთხკორდინატიანი სისტემა არის გამოყენებული, რომლის სასარგებლო მოქმედების კოეფიციენტი, როგორც ეს გამოანგარიშებამ უჩვენა, უდრის 6%-ს. მისამართი აქაც გარკვეული უჯრედებისაკენ მიემართება, რომელიც წინასწარ არის დაშიფრული. მანქანის მეხსიერების მოცულობა უჯრედების რაოდენობის გაზრდის პარალელურად მატულობს. თუ უჯრედების რაოდენობა  $20^{20}$  არის წარმოდგენილი, მაშინ ვასაღებთა აგზნების მაჩვენებელი იქნება:

$$20^{20} = 128.$$

ამ შემთხვევისათვის სასარგებლო მოქმედების კოეფიციენტი დაახლოებით 15%-ი.

ოთხკორდინატიანი სამისამართო სისტემის დროს ორი ბაღვა გამოყენებული, აქედან ერთი განსაზღვრავს უჯრედების ნომერს, მეორე — აწარმოებს მიცემული ნომრის მიხედვით ბლოკის არჩევას. ამ შემთხვევაში ორკორდინატიანი ვასაღები არის გამოყენებული.

ჩვენთვის არ არის ზუსტად ცნობილი, თუ როგორ არის ადამიანის ტვინში განლაგებული სამისამართო სისტემა, შეიძლება, აქაც მრავალკორდინატიანი მეხსიერებისათვის განკუთვნილი უჯრედების მოქმედება განაგებდეს მეხსიერების მოქმედებას. ინფორმაციის აღდგენა, რომელსაც ადამიანის ტვინში აქვს ადგილი, თუ იღეათა ასოციაციის პრინციპს ემყარება, მაშინ შეიძლება ეს რთული პრო-

ცესი წარმოვიდგინოთ როგორც მრავალგანზომილებიანი სამისამართო სისტემის მოქმედება.

აქ ყველგან მისამართის მოვალეობას ასრულებს სიტყვების, ცნებების სხვადასხვა სახის შეუღლებანი, მათი მრავალფეროვანი კომბინაცია. ერთ სიტყვას „თბილისს“ შეუძლია ჩვენში გამოიწვიოს უნივერსიტეტის შენობის ხატი, ფუნქციური ორის. სპორტის სასახლის, თბილისის ზღვის და ა. შ. საკმარისია სიტყვა იბერიის ხსენება, რომ იქვე გამოცოცხლდეს თბილისის ხატი. რაც უფრო მეტი სიტყვები თავსდება მისამართში (უჯრედში), მით უფრო მეტი კონკრეტული სახეები აღმოცენდებიან.

ახლა ვნახოთ, როგორ არის მანქანაში მოწყობილი სამისამართო ასოციაციური (სიტყვათა) სისტემა.

თეატრში მისული ადამიანი პალტოს აბარებს გასახდელთან და იღებს ნომერს, რომლის მიხედვით შეუძლია მას წასვლის წინ თავის პალტოს მიაგნოს და დაიბრუნოს. პალტო შეიძლება ათასობით ეკიდოს, მაგრამ მათი მონახვა, სანამ ნომერი არსებობს, არავითარ სიძნელეს არ წარმოადგენს. თუ ნომერი დაიკარგა პალტოს მონახვა მეტად გაძნელდება, ვინაიდან ნომრის მაგივრობა მის ნიშანთა ჩამოთვლამ უნდა შეასრულოს: რა ფერის იყო, ქალის იყო თუ მამაკაცის, რა ქსოვილიდან იყო შეკერილი, ახალი იყო თუ ძველი და ა. შ. დაზარალებულმა დიდხანს უნდა იცადოს, სანამ ყველა პალტო იქნება გადათვალიერებული.

მანქანის „მეხსიერება“ დანომრილი უჯრედებისაგან შედგება და აქ ნომერი ისეთივე მოვალეობას ასრულებს, რაც პალტოს შესახებ ითქვა. თუ მანქანამ ნომრის მიხედვით არ გაგზავნა იმპულსი, მას გაუჭირდება სათანადო სიტყვის მოძებნა. სიძნელე ჩვენთვის გასაგები აღმოჩნდება თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ მანქანაში დანომრილი უჯრედების რაოდენობა მილიონს აღემატება.

მართალია, ადამიანის ტვინი დანომრილი უჯრედებით არ მოქმედებს, აქ ინფორმაციის ძიება ნიშანთა კომბინაციას ემყარება, მაგრამ მანქანის „მეხსიერების“ ორგანიზაციის სამისამართო სისტემა არც ისე შორს დგას მისგან. საფიქრებელია, რომ ინფორმაციის არჩევის მხრივ მათ შორის არსებობდეს ფუნქციონალური შესატყვისობა.

დავუშვათ, რომ ჩვენ განკარგულებაშია III ველი (ინფორმაციის ობიექტი). ყოველ ასეთ ველს აქვს თავისი ნომერი ან მისამართი და ამის მიხედვით ბერხდება ველის გარკვეული მიმდინარეობით ჩამოთვლა.



ყოველ ასეთ ველში შეიძლება სიტყვების  $n$  რაოდენობა ჩაიწეროს. ჩაწერილი ინფორმაციის მაქსიმალური მოცულობა  $v$  უდრიდეს იქნება  $\ln n = v$ . ამრიგად, ამოცანა მდგომარეობს იმაში, რომ მოინახოს უჭრედი, რომელშიაც მოთავსებულია საძიებელი სიტყვა. როგორც აღვნიშნეთ, ეს მისამართით, ე. ი. ნომრის მიხედვით ხდება. ძიების პროცესში იმის მიხედვით მიიღება ინფორმაცია, რამდენი და რომელი ველის ნომრისკენ არის იმპულსი გაგზავნილი.

მანქანაში ელემენტებს შორის კავშირი, როგორც აღნიშნული იყო, 1 ან 0-ით არის წარმოდგენილი. ამიტომ მასალის შერჩევის დიაპაზონი ძლიერ მცირეა. თუ წარმოვიდგენთ ისეთ ვითარებას, რომ მანქანის მორთულობის ყოველი ლილაკი და, საერთოდ, მისი რაოდენობა შეესატყვისება ველში დანიშნულ წერტილებს.—ეს მოგვცემს საშუალებას ნებისმიერად განვახორციელოთ ობიექტთა, მის ნიშანთა გარკვეული შერთვა. ნიშანთა კომბინაციის დიდი შესაძლებლობა არსებობს და შეიძლება ასე გამოვსახოთ:

$$N = 2^n$$

აქ  $n$  არის ველში წერტილთა რაოდენობა.

თუ  $n = 400$ , მაშინ შესაძლო კომბინაცია უდრიდეს იქნება  $2^{400}$ , რაც  $10^{100}$  მეტია.

როგორც ვნახეთ, მანქანის „შინაგანი მეხსიერება“, მისი მუშაობა მთელი რიგი ნიშნებით უახლოვდება ადამიანის მეხსიერებას, რომლის მექანიზაციაც უნდა იყოს შესაძლებელი. ეს სრულიად არ არის საკმარისი გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ადამიანის მეხსიერების მუშაობის საიდუმლოება ჩვენთვის გახსნილია, მანქანური და ადამიანური მეხსიერება იდენტურია.

### ე. ადამიანისა და მანქანის „მეხსიერება“

ადამიანს აქვს მეხსიერება, რომელიც მიმდინარე მოვლენების წევსებას ემსახურება. ფსიქოლოგია მას უშუალო მეხსიერებას უწოდებს. მის მიერ სწრაფად აღბეჭდილი სწრაფადვე ეძლევა დავიწყებას. ამასთანავე ერთად, ადამიანისათვის დამახასიათებელია ისეთი მეხსიერება, რომელიც ძლიერ შორეულ წარსულს ეკუთვნის და მის მომავალი ქცევის ჩამოყალიბებაში ღებულობს მონაწილეობას. ამ „მეხსიერებას“ დროის ხანგრძლივი შუალედები ახასიათებს, ამიტომ მისი შეფასება და შემოწმება ყოველთვისაა შესაძლებელი. მანქანაში გავლილი იმაჟღერის კვალი. თუ ის ხანგრძ-

ლივმა „მახსოვრების“ მექანიზმმა არ ჩაწერა სავსებით იშლება, ხოლო ადამიანის ტვინში ერთხელ გავლილი იმპულსის მთლიანად წაშლა მოუხერხებელია. ამ მხრივ არ არსებობს მანქანასა და ტვინს შორის სრული ანალოგიის გავლების შესაძლებლობა.

მაგრამ მეხსიერების ჩამოყალიბებაში ნეირონების მონაწილეობის ცოდნას შეუძლია მიგვიტოვოს, რომ „გონიერი მანქანის“ მოქმედებაში გამოყენებულია ადამიანის ტვინისთვის დამახასიათებელი პრინციპი. ტვინში ინფორმაციის გადაცემა ნეირონებს შორის კავშირის, ე. ი. სინაფსების მეშვეობით წარმოებს. სინაფსებში აგზნების ზღურბლის შეცვლის შედეგად, დაახლოებით ისე როგორც ამას მანქანაში აქვს ადგილი, ინფორმაცია შეიძლება ხანგრძლივადაც ინახებოდეს.

ორგვარი მეხსიერების არსებობა თავისთავად სვამს საკითხს — როგორ ახერხებს მანქანა მეხსიერების ფაქტების შერჩევას? როგორც შესაძლებლობა გვექონდა მიგვიტოვებია, მანქანას ამისთვის, სპეციალური მოწყობილობა გააჩნია, რომელიც აწარმოებს არამარტო მასალის შერჩევას, არამედ მათ გადამუშავებასაც. „ელექტრონის ტვინი“ ამ მხრივაც ადამიანის ტვინს ბაძავს და თავის მოქმედებას აწმყოსა და წარსულში შექმნილ მასალათა გადამუშავების საფუძველზე აგებს.

შეიძლება იკითხოს ვინმემ, რა აქვთ საერთო სინაფსებს შეკავების ხანთან. რომელსაც დინამიკური „მეხსიერება“ ვუწოდებთ და რომლის შესახებ ზემოთ გვექონდა საუბარი? მათ შორის ფენომენოლოგიური (მოვლენური) მსგავსების მონახვა, როგორც ამას ეშბის ერთ-ერთი ცდის შედეგი გვიჩვენებს. არავითარ სიძნელეს არ წარმოადგენს. ნახევრად გამტარს თუ შევუერთებთ რამდენიმე ელექტრონის მავთული, მის მოქმედებაში ბევრი რამ ისეთი შეიძლება აღმოჩნდეს, რაც სინაფსების ურთიერთობიდან არის ჩვენთვის ცნობილი. ნახევრად გამტარში ერთდროულად შემოსული ორი დენი შეკავების მოვლენას გამოიწვევს და ამის გამო მისი გარეთ გამოტანა შეწყდება. ასე იქმნება პირობა, როგორც ამის შესახებ არა ერთხელ ყოფილა მითითებული, სინთეზური ან. როგორც ფიზიოლოგიის წარმომადგენლები მიუთითებენ. პესიმალური შეკავების მოდელის ჩამოსაყალიბებლად.

რამდენად შეესატყვისება იგი შეკავების ფიზიოლოგიურ მოდელს. ამის მტკიცება აქ არ ყოფილა ჩვენი მსჯელობის საგანი. მიუხედავად ამისა სრულიად უდავოდ მიგვაჩნია ამ ორ მოვლენას შორის აშკარა მსგავსების არსებობა.

რა უნდა ითქვას ადამიანისა და მანქანის მეხსიერების შესახებ? მეხსიერების სამი ძირითადი ფორმაა ცნობილი: მექანიკური, სტრუქტურული და აზრითი. ადამიანს სამივე სახის მეხსიერება შეიძლება მოვუნახოთ, მაგრამ მისთვის დამახასიათებელია აზრითი მეხსიერება; რაც შეეხება მანქანას, აქ მხოლოდ მექანიკური მეხსიერებაა მოქმედებაში, ე. ი. მეხსიერების ყველაზე დაბალი ფორმა, რომელიც მცენარეებს შორისაც არის დადასტურებული და „მნე“-ს სახით აღწერილი. მეხსიერება როგორც ფსიქიკური პროცესი, როგორც განცდა, რასაკვირველია მანქანას არასოდეს არ ექნება, მაგრამ შეიძლება მას მოვუნახოთ ყველა თავისებურება, რომელიც სტრუქტურული მეხსიერებისათვის არის დამახასიათებელი.

ადამიანის თავის ტვინის მუშაობა არ არის მხოლოდ ანალიზური, იგი ასაჩავს საგნის არა დანაწევრებულ ნიშნებს, არამედ საგანს როგორც მთელს, რომელსაც აქვს რიგი ცალკეული ნიშანი. მისი აღქმა მთლიანია, მაშასადამე, ცვლილება, რომელსაც გარეგამლიზიანებელი იწვევს ტვინში ნაწილ-ნაწილ შინაარსად დაშლილი არ არის. არამედ თვით ამ საგნის ფორმისთვის დამახასიათებელ მთლიანობას წარმოადგენს. ამრიგად, თავის ტვინში ხის ზემოქმედებით დატოვებული კვალი აღქმის კვალია, ხოლო აღქმა—დიფერენცირებული მთლიანი. ეთქვათ, ხე შედგება ტოტებისაგან (ტ), ფოთლებისაგან (ფ), ღეროსაგან (ღ), დამახასიათებელი ქერქისაგან (ქ). თანახმად ამისა, ამ ხის კვალი უნდა იყოს ტ+ფ+ღ+ქ და თითოეული მისი აღნიშნული ნიშანი ცალ-ცალკე უნდა ინახებოდეს ტვინში. თუ მოხდა ტ ნიშნის გამოცოცხლება, ამას ავტომატურად მოჰყვება დანარჩენის — ფ-ს, ღ-ს, ქ-ს გამოცოცხლებაც. ასე ფიქრობდა ასოციაციური ფსიქოლოგია, და სრულიად არ უწევდა ანგარიშს იმას, რომ თითოეული ამ ნიშნის ჩამოთვლა, ნიშანთა ჩამოთვლაა და არა ხის სურათის აღდგენა. ახალი პროცესია საჭირო, რომ ცალკეული ნიშნის აღმოცენებას მოჰყვებს ხის სურათის განახლება. ეს ტვინის სპონტანური აქტიობად მიიჩნია ვუნდტმა და საჭიროდ დაინახა ცალკეული ნიშნის შეერთების გვერდით დაეშვა ისეთი პროცესის მიმდინარეობა, რომელიც შე მო ქ მ ე დ ე ბ ი თ ი ს ი ნ თ ე ზ ი ს სახელით აქვს აღნიშნული. იგი მას ისეთ აქტიობად თვლის, რომელიც კვალის განაწილებიდან არ მომდინარეობს და არც საგნის გამოსახულების მისაღებად კვალის არსებობას მიიჩნევს საკმარისად.

აქედან ცხადი უნდა იყოს, რომ ტვინში არა საგნის ცალკეული ნაწილი აღიბეჭდება, არამედ თვითონ საგანი, როგორც დასრულებული მთლიანი. მისი ცალკეული ნიშნის მიხედვით დანაწილება

შემდგომი ოპერაციაა. მე ჰერ ხის განცდა მაქვს და შემდეგ მისი ტოტემის, ფოთლების, ღეროსი და ა. შ. ამრიგად, მთელი ნაწილებიდან შედგენას არ საჭიროებს, იგი როგორც მთელი გვეძლევა ყველა მისთვის დამახასიათებელი თავისებურებით. ამ შემთხვევაში გაერთიანების საჭიროება არ დგას და არც დასამახსოვრებელ ნაწილებს აქვს ძალა დამახსოვრებული მთელის გარეშე.

ამ პრინციპზე მანქანის მუშაობის გადაყვანა საგრძნობლად დაუახლოებს მას თავის ტვინის მუშაობას, რომელიც მთლიანის დამახსოვრების შედეგად მიმართავს ნაწილების ანალიზს. საგრძნობლად გაადვილდება მანქანის მუშაობა და არაჩვეულებრივად გაიზრდება დასამახსოვრებელი მასალის ტევადობა.

როცა რომელიმე ფაქტის განახლება ხდება, მეხსიერების მუშაობა ამით არ მთავრდება, თვითონ ეს განახლება ისე უნდა წარმართოს, რომ მოხერხდეს განახლებულის, ე. ი. რაც წარსულს ეკუთვნის, მის აწმყოთან დაკავშირება. აქ მკლავდება მეხსიერების ისეთი თავისებურება, რომელიც ორგანიზმის ფიქსირებული განწყობის საფუძველზე წყდება. თანახმად განწყობის თეორიისა, ორგანიზმის გარემოსთან ურთიერთობის პროცესში, პირველ რიგში. არა გარემოს ხატი, არამედ განწყობა ისახება, ესაა ის ძირითადი ცვლილება, რომლის საფუძველზე აღმოცენდება ჩვენს ცნობიერებაში მეხსიერების ფენომენები. როგორც ითქვა. გარემოსთან ურთიერთობას სუბიექტი ამყარებს და არა მისი ფსიქიკა, ამიტომ სუბიექტი ყველაზე ადრე. როგორც მთლიანი იცვლება. თანაც ყოველთვის ობიექტური სიტუაციის შესატყვისად. აქედან გასაგები ჩანს ისიც, რომ სანამ მოქმედების რეალიზაცია დაიწყებოდეს მას უკვე აქვს იგი განწყობის სახით მოცემული. ამიტომაც წარმოადგენს ინდივიდის აქტივობა, ქცევაში გაერთიანებული მისი აზრი, თუ სხვა ფსიქიკური პროცესი, მისივე განწყობის რეალიზაციას.

იგივე უნდა ითქვას მეხსიერების შესახებაც, როცა წარსულში რომელიმე განცდილი შინაარსის მოგონების მოთხოვნილება გვიჩნდება, პირველ რიგში ამ მოთხოვნილების შესატყვისი განწყობების აქტუალიზაციას აქვს ადგილი, რომელიც წარმოადგენს სუბიექტისათვის შინაგან დასაყრდენს იმისა, რომ გავიხსენოთ, რისი გახსენება გვსურდა, წარსული, როგორც წარსული, აღვადგინოთ. „როდესაც რამეს ვიგონებთ, წერს დ. უზნაძე, ყოველთვის დარწმუნებული ვართ, რომ ეს სწორედ ისაა, რაც უნდა მოგვეგონებია. უამი-

სოდ მოგონების განცდა, როგორც მოგონება, ე. წ. წარსულის რეპროდუქცია, სრულიად წარმოუდგენელი იქნებოდა“. მეხსიერების მუშაობის პროცესში აღმოცენებული დარწმუნებლობა იმისა, რომ მართლა იმ წარმოდგენასთან გვაქვს საქმე, რომელიც უნდა გაგვეხსენებია ფიქსირებულ განწყობას ემყარება და ამიტომაც მიუთითებს. დ. უზნაძე, რომ იმ განცდის „კონსტიტუტურ“ ფაქტორს, რომლითაც ჩვენი მოგონების სისწორე მოწმდება, არის განწყობა.

თანამედროვე კიბერნეტიკული ავტომატის მუშაობა, თავისი დანიშნულებითა და მიზნით ითვალისწინებს უკუქცევითი ინფორმაციის, ე. ი. განწყობის მსგავსი მექანიზმის მოქმედებას, რომელსაც ემყარება მასში კონსტანტაციის ყოველი აქტი. ეს აუცილებელი პირობაა იმისა, რომ კიბერნეტიკული მანქანის „მეხსიერების“ მუშაობას საფუძვლად დაუდოთ სტრუქტურული, ე. ი მთლიანობის პრინციპი.

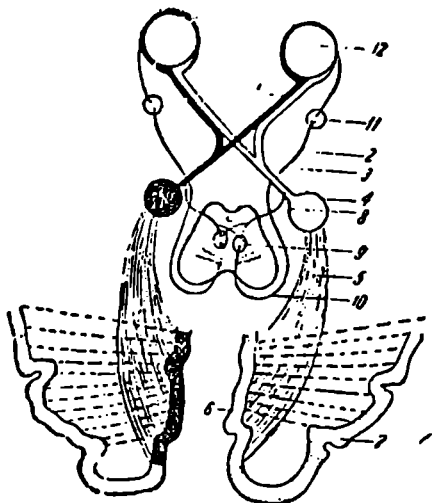
## 2. აღქმა

### ა. აღქმის ანატომიური მოდელი ბიტხისა და მაკ-გალფის მიხედვით

ადამიანის ცხოვრებაში სრულიად განსაკუთრებული ადგილი უკავია თვალს, რომელიც თავისი აგებულებით გარეთ გამოტანილი ტვინია. ინფორმაციის უდიდეს ნაწილს ადამიანი გარედან თვალის საშუალებით ღებულობს; საერთოდ თვალი, დაახლოებით იმდენი მილიონი აქსონითაა ტვინთან დაკავშირებული, რამდენიც მოეპოვებათ დანარჩენი გრძნობის ორგანოებს ერთად. ბადურა შეიცავს ღამისა და დღის მხედველობისათვის საჭირო ორ ნივთიერებას. პირველი ჩხირებშია მოთავსებული, მეორე—სურებში, მაგრამ მათი ცვლილება — როგორ ახერხებს ამ სხეულებში იმპულსის წარმოშობას, ეს არ არის ცნობილი. საერთოდ გამტკიცებული შეხედულების მიხედვით ჩხირები ცენტრალური ჩაღრმავებული ადგილის (fovea) პერიფერიულად მდებარეობს და სურები ცენტრალურად.

ბადურიდან იმპულსი მხედველობის ნერვის საშუალებით ტვინის კედის წილებისაკენ მიემართება, მაგრამ სანამ ამ ადგილს მიაღწევდეს გაივლის დამუხლულ სხეულს, მის უკანა შემადლებიდან იფანტება და წვრილი ძაფებით შემოდის თავის ტვინის მე-17 ველში. ბადურის გაფანტულ პუნქტებთან მე-17 ველის კავშირი ამჟამად იმ-

დენად კარგადაა ცნობილი, რომ მას მეორე ბადურასაც უწოდებენ. დამუხლული სხეულის ექვსფენიანი ნაწილი ბადურის იმ ნაწილიდან იღებს იმპულსებს, რომელზედაც დამოკიდებულია ფერების შეგრძნება: ოთხფენიანი ნაწილი იძლევა ლურჯისა და ყვითლის გარჩევას; ორფენიანი ნაწილი — მხოლოდ თეთრისა და შავის. ასეთი აზრი აქვს გამოთქმული კლარკს, მაგრამ საბოლოო დასაბუთება მის ამ მოსაზრებას, როგორც მაკ-კალოკი მიუთითებს, ჯერ არ მიუღია.



სურ. 19

მხედველობის გზის სქემა: 1. მხედველობის ნერვი, 2. მხედველობის ნერვის ჭვარტი, 3. მხედველობის ტრაქტი, 4. გარკვენი დამუხლული სხეული, 5. მხედველობის ცენტრალური გზა, 6. მხედველობის ქერქის მე-17 ველი, 7. მე-18 და მე-19 ველი, 8. მხედველობის ნერვის ეფექტორული ბოქოები, 9. თვალის მამოძრავებელი ნერვის ბირთვი, 10. თვალის მამოძრავებელი ნერვის ბოქოები, 11. ცილარული კვანძები, 12. თვალი

თუ ფერების შეგრძნება აქსონების მიხედვით არ არის კოდირებული, მაშინ საფიქრებელია, რომ იგი განხორციელებას მომენტანური პულსაციის გზით პოლოზდეს. ფერების წარმოშობა აქსონებში მოძრავი იმპულსების სიხშირის ცვალებადობასთან უნდა იყოს დაკავშირებული, მიუთითებს მაკ-კალოკი. ამის სასარგებლო ცნობებს იძლევა ჰარტლინის ცდის შედეგები, საიდანაც ჩანს რო-

გორც მისი ჩართვის, გამორთვის, ისე ხანგრძლიობის ეფექტი. იმპულსების სიხშირე დაკავშირებული აღმოჩნდა სტიმულაციის ინტენსივობასთან, ხოლო სიგრძე — ინტენსივობის ლოგარითმთან. ამჟამად ჩვენთვის სინათლის ტალღის სიგრძესთან დაკავშირებული თვალის ნელი პოტენციალიც არის ცნობილი.

პარტლინის გამოკვლევებიდან ვიცით, რომ თვალში უჯრედებს ფენაა, რომლებიც სიბნელეში შეუწყვეტლად ანათებს, დღის სინათლე კი მის შეკავებას იწვევს. ეს უმარტივეს მწერებშია ნახული. მაგრამ იგივე მოვლენა ხერხემლიანებში ჯერ არ ყოფილა შენიშნული. თუ ასეთი რამ მათ შორისაც აღმოჩნდა, მაშინ სინათლის შეგრძნებას საფუძვლად „სულ ან არაფრის“ პრინციპი კი არ დაედება, არამედ შეუწყვეტელი პულსაციის მოდულაცია.

ჩვენ არ ვიცით როგორ მიმდინარეობს ელფერის კოდირება, შესაძლებელია იგი ყალიბდება ვრცეულად, ე. ი. ერთიმეორისაგან გამოყოფილი აქსონების მეშვეობით. გარკვევით ასე ხდება „ჩართვის“, „გამორთვისა“ და „ხანგრძლიობის“ კოდირება. ზოგიერთ აქსონებს მოაქვს „ჩართვის“, სხვას მხოლოდ „გამორთვის“ და „ხანგრძლიობის“ ეფექტი, ზოგს კიდევ—ორივე ან სამივე ერთად. ინტენსივობის კოდირებას ვიზუალურ ქერქისკენ გასვლამდე უნდა ჰქონდეს ადგილი, ან დამუხლული სხეულიდან გავლით შუა ტვინის ბირთვში, რომელიც განაგებს გუგის შეკუმშვასა და გაფართოებას. ბადურაში სივრცითი კავშირების კოდირება დამუხლულ სხეულში, ქერქში ხდება. ქერქში წარმოდგენილია მხედველობის ველის ნახევარი, რომლის გზა დამუხლული სხეულის ლატერალურ ნაწილში გადის. ქერქიდან ცენტრალურ ჩაღრმავებამდე მდებარე მანძილი პროპორციულ დამოკიდებულებაშია ოპტიკურ ღერძთა კუთხის ლოგარითმთან.

ქერქის დიდი ნაწილი ცენტრალურ ხედვას უქირავს. დამუხლული სხეულის უკანა ამობურთული ნაწილი აწესრიგებს ზედა ველს მედიალურად, ქვედა ველს—ლატერალურად. აქედან ეფექტორული კავშირები იღებენ სათავეს, რომლებიც ოკულომოტორული სისტემისაკენ მიემართებიან და თვალის მოძრაობას მიმართულებას აწვდენ სინათლის წყაროსაკენ. მაიმუნებში ტვინის ამ ნაწილის დაზიანებამ გამოიწვია ფორმის გარჩევის უნარის დაკარგვა. მაიმუნმა ვერ შეძლო სუსტისა და ძლიერი განათების გარჩევა, თუმცა იგი სინათლისაკენ თავის მობრუნებას ახერხებდა, მაშასადამე, სინათლის შეგრძნებაც უნდა ჰქონოდა.

ფორმის აღქმა პრიმატებში წარმოადგენს ქერქის ფუნქციას, ამის აღნიშვნა, ცხადია, არ გამოორიცხავს ქერქვეშა კვანძების მონაწილეობას. ადამიანს ქერქის გარეშე არ შეუძლია ფორმისა და ფერის აღქმა. ძნელია დავუშვათ ისეთი მექანიზმის არსებობა, რომელიც ფორმის აღქმის შესაძლებლობას იძლეოდეს მოცულობის გარეშე. ამაზე საკმარისია მითითებაც, რომ გეშტალტთეორეტიკოსების თვალსაზრისის ნაკლი აშკარა აღმოჩნდეს, მისი ცალმხრიობა დავინახოთ. ვინერის მიხედვით ფორმის აღქმა ემყარება სხეულის ზედაპირზე სკანდირებით მიმდინარე შეგრძნებებს. თვალის მოძრაობა სხეულის ზედაპირს მიჰყვება ზევითა და ქვევით, რომელიც, თავის მხრივ, გამოხატულებას პოულობს ქერქში შრეების მიხედვით. ეს იმაზე მიუთითებს, რომ შემოშრტან არხში მიმდინარეობს ინფორმაციის განშტოება, რაც აქ სკანდირებით იყო დალამბული შეუერთდება შემომსვლელ იმპულსებს და ამას უნდა მოყვეს უჭრედების სხვადასხვა დონეზე აგზნება. რაც ინფორმაციის მიღებით იყო შემოშრტანილი გასასვლელში წარმოსდგება ინფორმაციის ისეთ ნიშნად, რომელიც იმპულსების შეკუმშვითაა მიღებული. ჩვენ მივიღებთ მოხაზულებას, რომელიც საგნის მოცულობას მთლიანად არ იმეორებს, მის თითოეულ ტრანსფორში შექნილი სამუქალო სიდიდე გააჩნია და ჩვენ წინ წარმოსდგება როგორც რელეს მატრიცაზე განაწილებული აგზნება. ასე მიიღება ინვარიანტების კოლექცია, რომელიც თვალის მოძრაობაზე დამოკიდებული არ არის. ნიკაგოს ლაბორატორიაში დონალდ მაკოვეის ჩაუტარებია შემდეგი შინაარსის ცდა: დიდი ოსცილოსკოპის ეკრანზე გამოხატული კვადრატი ათი სეკუნდის განმავლობაში რამდენიმეჯერ იკუმშებოდა და ფართოვდებოდა. მისი ასეთი ცვალებადობა ტვინის ბიოდენის მოქმედებასთან დაუკავშირებიათ, მაგრამ ამ ცვალებადი ფიგურისადმი ყურებას არ მოყოლია ფორმის აღქმაში შესამჩნევი ცვლილებები.

როცა თვალი მოძრაობს და ამ გზით საგანი პერიფერიიდან ცენტრალური ჩაღრმავებისკენ გადაგვაქვს, ჩვენ მას უშუალოდ თითოეული პოზიციის მიხედვით არ აღვიქვამთ. თვალი სწრაფად მოძრაობს საგნის პერცეფციის გარეშე, რაც საინტერესოა იმ მხრივ, რომ ეს საგნის ფორმის გამოსახულებას არ შლის. მაშასადამე, რომ დადგინდეს საგნის საბოლოო სახე, ამისათვის საჭირო იქნება თითოეული პოზიციიდან საშუალოს გამოანგარიშება იმავე გზით, რა გზითაც ხერხდება ინვარიანტთა მიღება.

კატარაქტიდან ოპერაციით განკურნებულ ადამიანებს კონტრ-რისათვის თვალის გადავლების, მრუდებისა და კუთხეების დათვ-



ლის ტენდენცია აქვთ. თვალის მოძრაობა ნახტომისებრ მიმდინარეობს და გარკვეული დროის განმავლობაში მოძრაობის გარკვეული რაოდენობას ასრულებს, სახელდობრ, სექუნდში 10 მოძრაობას. დამშვიდებულ მდგომარეობაში თავის ტვინის ალფა რითმიც სექუნდში ამდენივე რხევითაა წარმოდგენილი. ის გარემოება, რომ საგნის ახლო მანძილიდან შუერის დროს აკომოდაციასთან ერთად კონვერგენციასთანაც გვექვს საქმე, წარმოადგენს მაგალითს იმისა, რომ თვალი პერცეფციის სამსახურში წარმოადგენს შესანიშნავ აღმრიცხველს.

ასეთია ანატომიური ბაზა, რომელიც მაკ-კალოკის მიერაა ნაჩვენები ალქმის კიბერნეტიკული თეორიის დასასაბუთებლად იგუბ მოითხოვს, საშუალო ოდენობის გამოანგარიშების დროს, რომელიც მისთვის ტრანსფორმაციის წევრია, დავემუხაროთ ცალკეული ოდენობიდან შედგენილ მწყრივთა ინტეგრაციას. ამის მიხედვით მჩატეს, მძიმის, დიდის, პატარას და ა. შ. შესახებ მსჯელობა იზოლირებულ სინშირეს კარგავს და მიეკუთვნება ჯგუფისთვის დადგენილ სტანდარტს. პიტისა და მაკ-კალოკის მიხედვით ნერვული სისტემა ყოველთვის აწარმოებს დროში მიმდინარე პროცესების საშუალო ოდენობად გარდაქმნას. ამასვე აკეთებს თითოეულ რეცეპტორი, როცა იწყება სენსორული იმპულსების შემოსვლა.

რა შეიძლება ითქვას პიტისა და მაკ-კალოკის მოდელის შესახებ?

სკანდირების მექანიზმად ალფა რითმის აღიარებას, მრავალსხვა მოსაზრებათა შორის, ისიც ეწინააღმდეგება, რომ მისი ცვალებადობა ძლიერ ხშირია, მაგრამ იგი, როგორც მითითებული იყო, არავითარ გავლენას არ ახდენს მეხსიერებისა და პერცეფციის ნორმალურ მიმდინარეობაზე. ამ მიმართულებით ჯერ კიდევ ინტენსიური ძიება საჭირო, და თუ ვერ მოინახა სკანდირების ცერებრალური მექანიზმი, დანამდვილებით შეიძლება ითქვას, რომ პიტისა და მაკ-კალოკის თეორია პაერზე ჩამოკიდებული დარჩება.

მაკ-კალოკი იმ აზრისაა, რომ ნერვულ სისტემას შეუძლია ყოველგვარ საგანთა ფორმის შესატყვისი ცვლილება განიცადოს. უკეთ, ყოველგვარი ფორმის მიღება, თუ გვაქვს ნეირონების გარკვეული რაოდენობა და თუ ნორმალურად მიმდინარეობს თითოეულ ნეირონში იმპულსების გარდაქმნა. ინვარიანტების გამოთვლა-

საც ნეირონები აწარმოებენ, მხოლოდ ამისთვის საჭიროა იმდენი რეღეს არსებობა, რამდენი ნეირონიც არსებობს. მაკ-კალოკი და პიტსის მოდელი არ ითვალისწინებს განსხვავებას ნერვულ იძპულსსა და იდეას შორის, ამიტომ არც იმის შესახებაა მითითებული, როგორ შეიძლება ინვარიანტების მიღება იმ შემთხვევაში, როცა აღქმული საგანი იდეის სახითაა ტვინში წარმოდგენილი. კიბერნეტიკას სრულიად არ აინტერესებს, რატომ იძლევა ზემოქმედი საგანი კერძო გამოცდილებას იმისა, რასაც ჩვენ კვადრატს ვუწოდებთ, ე. ი. რატომ გამოიყურება ბადურაზე საგნის გამოსახულება როგორც კვადრატი. კიბერნეტიკულ კვლევას მხოლოდ იმის აღნიშვნა სურს, რომ გამლიზიანებლის შესატყვის აგზნებას შეუძლია ტვინში შეაკავოს თავისი შესატყვისი ფიზიოლოგიური კონფიგურაცია.

რასაკვირველია, არც ინფორმაციების შესახებ მსჯელობას აქვს საქმე აღქმის კონსტანტობის პრობლემასთან. აღქმის კონსტანტობა, ამ ცნების ნამდვილი მნიშვნელობით, არც ყოფილა კიბერნეტიკით დაინტერესებული მკვლევარების მიერ შესწავლილი. პიტსისა და მაკ-კალოკის მოდელი სრულიად არ შეხება ისეთ ცენტრალურ პრობლემას, როგორცაა ფერების აღქმა, სიდიდისა და ბადურის ხატის მოცულობას შორის დამოკიდებულება. ინვარიანტთა მეთოდით მიღებულ შედეგებს ყურადღების გარეშე აქვს დატოვებული აღქმის კონსტანტობის ძირითადი საკითხი: რატომ არ იცვლება აღქმული საგანი, როცა იმავე საგნის ბადურის ხატი მანძილის პერიპორციულად განიცდის ცვლებადობას.

### ბ) აღქმის ფენომენოლოგიური მოდელი

კურტ ლევისის მიერ შექმნილი ველს თეორია ფენომენოლოგიური უფროა, ვიდრე ფიზიკური. მან გავრცელება კპოვა არა მარტო აღქმის, არამედ მოქმედების ყველა სფეროში, სადაც საქმე გვაქვს მოტივაციასა და მიზანშეწონილებასთან.

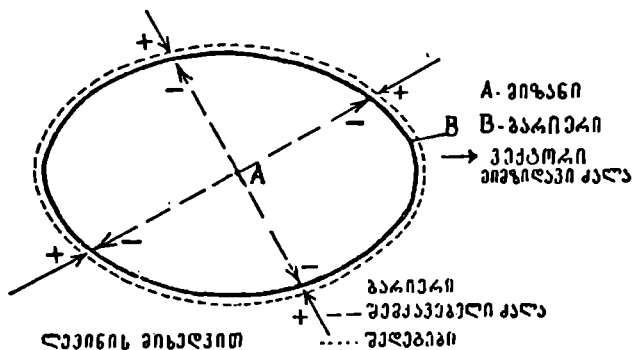
ჩვენ არავითარი გამოცდილება არა გვაქვს იმისა, თუ რა ხდება როგორც ჩვენში, ისე ჩვენ ტვინში. ფენომენოლოგიური ველის თავისებურებას შეადგენს ის, რომ მისი არც ერთი წერტილი არ მდებარეობს ინდივიდის შიგნით. თვითონ ველის შინაარსია ის, რაც ინდივიდს საგნებთან, საკუთარ თავთან ურთიერთობის შედეგად შეუძენია და რაც მის ფენომენალურ გამოცდილებას შეადგენს. ჭინამდვილეში არსებული საგნები არ მდებარეობენ ველში, ამიტომ მისი აღწერა მხოლოდ სუბიექტური ტერმინების საშუალებით

თაა შესაძლებელი. ამ ველში ინდივიდი წარმოსახულია წერტილის მსგავსად და ველის ფიზიკური ძალების გავლენის ქვეშ მოქცეული დაკვირვების მიერ მოძრავე პუნქტებად განიცდება, რომელიც მიემართება ან „დადებითი“, ან „უარყოფითი“ მიზნისკენ. ბავშვი საკუთარ თავს ზედავს, რომ იგი ჯილდოს მიმართულებით მოძრაობს, ან დასჯას თავი რომ დააღწიოს თანდათან შორდება ადგილს, სადაც ამის მიღება მოსალოდნელი. ლოკომოცია ზოგჯერ ამ სიტყვის პირდაპირი მნიშვნელობითაც იხმარება, ზოგჯერ ფიგურალურად—შესრულებული ან აწი შესასრულებელი ქცევის აქტების აღსაწერად. სინამდვილეში მსჯელობა ეხება წარმოსახულ მოძრაობას, წარმოსახულ აზროვნებას და არა მოძრაობის დამახასიათებელ ფიზიოლოგიურ პროცესებს.

ლოკომოცია განსაზღვრულ სივრცეში მიმდინარეობს, რომლის საზღვრები ველში ჩანს, აგრეთვე ერთი საგნის გავლენა მეორეზე. გარემოს არსებობა არამეტუ აუცილებელია, არამედ მან უნდა შეავსოს სივრცე. ამ შემთხვევაშიაც მსჯელობა ეხება არა ნამდვილ, არამედ ფენომენოლოგიურ სივრცეს, რომლის შიგნით ინდივიდს თავისი თავი მოქმედ არსებად აქვს წარმოდგენილი. გარემოა ყველაფერი, რაც ველის შიგნით მდებარეობს და სივრცეს ავსებს. რამდენადაც ფიზიკურ ოდენობაში იგი არ გამოიხატება, ეს საარსებო სივრცე არ განიხილება ისეთად, რომელსაც აქვს გასაზომი თვისებები, არც ისეთად, რომელსაც მისი შიგნით ჰქონდეს გარკვეული მიმართულება, არამედ როგორც ტოპოლოგიური. იგი განხილულია ისეთ ფენებად, რომელსაც შეუძლია რომელიც გვსურს ისეთი ოდენობისა და გეომეტრიული ფორმის მიღება. მიზნისაკენ მიმავალმა გზამ უნდა გაიაროს წინააღმდეგობათა შორის და მის დასაძლევად აუცილებელი საშუალებანი წარმოადგენენ სასიცოცხლო სივრცის (სიტუაციის) ნაწილს.

სასიცოცხლო სივრცე დახშულ წრეში მდებარეობს, რომელსაც შეიძლება სხვადასხვა ფორმა ჰქონდეს, მაგრამ საერთოდ მას წარმოადგენენ, როგორც ოვეალური მონახულობის წრეს. ამ წრის საზღვრები ქმნის ველის „ფსიქოლოგიურ“ კედელს, რომელიც წონასწორობაში ძალთა დაძაბულობას მოჰყავს. მის საზღვრების გარშემო დაძაბულობაა, რომელიც მოქმედებს ინდივიდზე და მას ველის შიგნით აკავებს. საზღვარი აგრეთვე წარმოადგენს საგანთა და პიროვნებათა გარეგან ზღურბლს, რომელიც ინდივიდს შეუძლია მიზნის მისაღწევად გამოიყენოს. საზღვრებს შორის მდებარეობს მიზანი, საითკენაც მიემართება ინდივიდი. თვითონ ინდივიდი ველში რო-

გორც ერთ-ერთი წერტილი არის წარმოდგენილი და იმყოფება სასიცოცხლო სივრცის ფარგლებში. ამ წერტილის გარეშეა ისარი, რომელიც ძალთა მიმართულების (ვექტორის) დანიშნულებას ასრულებს და თუ დადებითია ინდივიდს მიზნისკენ უბიძგებს, უარყოფითი თუა—მისგან გაქცევის მიმართულებით. ძალის ოდენობას (ვექტორი) ისრის სიგრძე გვიჩვენებს.



სქემა 11.  
ლევინის ვიხლკით

სასიცოცხლო სივრცის ფარგლებში სხვა დეტალებიცაა მოცემული, როგორცაა ბარიერი, რომლის დაძლევა ან შემოვლა არის საჭირო. ბარიერი მიზანსა და ინდივიდს შორისაა მოთავსებული და აღინიშნება მსხვილი ხაზით: აქედან თვითონ მოემართება საწინააღმდეგო ძალა და შეიძლება ინდივიდის სურვილებს წინ გადაელოდოს, შეაჩეროს იგი სანამ მივიდოდეს ბარიერამდე, ამის გამო საზღვარზე დაძაბულობა მატულობს.

სასიცოცხლო სივრცეში გამოიყოფა ცალკე სფერო, რომლის გავლა ან შემოვლაა საჭირო, რათა მიზანს მივადწიოთ.

ინდივიდის აღმქერელი ძალის ორი წყარო არსებობს. გარემოში საგანს, ე. ი. მიზანს თვითონ აქვს მისკენ აღმქერელი ძალა (Aufforderungscharakter). საკმელი თვითონ გვიზიდავს მივიდეთ მასთან, თითქოს გვეუბნება: „მოდე აქ“. დასჯას უკუქცევითი ძალა აქვს და მისი გამომწვევი საგნების გავლენა უკუქცევითია. მიზნის გამომხატველი საგნები თვითონვე იწვევენ ველის ძალებს და ითვლება, რომ აქეთ ან დადებითი, ან უარყოფითი ვალენტობა. არც ინდივიდია ცარიელი, მას მოთხოვნილებები აქვს, რომლისთვის ანგარიშის

გაწევაა საჭირო. მშიერი უნდა იყოს, რომ საკმელი მიმზიდველი აღ-  
ზოჩნდეს, მაგრამ მოთხოვნილების დიაგრამის სახით წარმოდგენა  
მოუხერხებელი რჩება, რადგანაც ინდივიდი ველში წერტილის სა-  
ხითაა წარმოდგენილი. ძაბვა შეიძლება ინდივიდის შიგნით მდებარეობდეს ან კიდევ ველში.

ველის თითოეული ნაწილი ერთმანეთთანაა დაკავშირებული, ამიტომ ყოველი სახის ცვლილებას თან სდევს მთლიანად ველში ძალების გადახალისება, ე. ი. არსებული წონასწორობის დარღვევა. საილუსტრაციოდ შეიძლება მოგვეყვანა მშიერი ბავშვის მაგალითი, რომელიც ხედავს, რომ ვაშლი კარადის თავზე დევს. ველში ძაბვას თან სდევს ძალების ისეთი შვერთება ვექტორის სახით, რომ აიძულებს ბავშვს შეასრულოს სხვადასხვა სახის მოძრაობა, მანიპულაცია, როგორცაა: სკამის მოტანა, მასზე დადგომა და ვაშლის მოტაცება, მოკლედ რომ ვთქვათ, „ვაშლისაკენ ლოკომოცია“. მიზნის ნილწევის შემდეგ ველში ხელმეორედ აღდგება წონასწორობა. ქცევის აქტს ლევინის მიმდევრები განსაზღვრავენ როგორც ველის შიგნით შესრულებულ ლოკომოციას.

ინდივიდის ძაბვა და მოთხოვნილება მასშივე მიმდინარე პროცესია, იგი ტოპოლოგიური ველის აპარატის გარეშეა მოცემული. ხშირად ამის გამოა სასიცოცხლო სივრცის ადგილმდებარეობა ველში გაურკვეველი. თუ იგი ინდივიდის შიგნით (ტენიში) მოთავსებულია, მის ლოკალიზაციას არ მიმართავენ. წარმოდგენილი აქვთ, რომ იგი ინდივიდს აქვს გარშემორტყმული და თვითონ ფენომენოლოგიურად მის შიგნით იმყოფება. გეშტალტტესიქოლოგიის ზოგიერთი წარმომადგენლისათვის ველი ინდივიდის შიგნით ედებარეობს, რომელსაც ფიზიოლოგიური გამოხატულება აქვს და არა გამოცდილებითი.

როცა ველში მიღწეულია პირობითი წონასწორობა, ორგანიზმი ჩუმად არის, სანამ ახალი სიტუაცია და ველის ხელახალი დაძაბულობა არ იჩენს თავს, ე. ი. სანამ „ინდივიდი ახალ ველში არ შევა“.

ლევინის თვალსაზრისის მიხედვით ძალები ფსიქიკურია და არა ფიზიკური, თუმცა იგი ფიზიკური ცნებებით მიმართავს მათ დახასიათებას. ფენომენოლოგიურ სფეროში დარჩენა ლევინის ველის თეორიას რეალობის ძალას ართმევს და სასურველი უნდა იყოს მისთვის იზომორფიზმის დამატება, რომელიც საჭიროდ გახდოდა ისეთი ცნებების გამოყენებას, როგორცაა სტიმული, რეცეპტორული პროცესები, აფერენტული ნერვული იმპულსები, ჩირქული პროცესები, ეფერენტული იმპულსები, კუნთების შეკუმშვა, მოძრაობა.

ამ ცნებების გარეშე წარმოდგენილი ველი, როგორც ქცევის მოდელი, კარგავს ახსნით მნიშვნელობას და მხოლოდ გარეგნულად ჩანს სრული.

კრუცისა და ჯიბსონის მიერ (1938) ველის თეორია ავტომობილის მძღოლის ფსიქოლოგიის შესასწავლად იქნა გამოყენებული. მეტად მიმზიდველად ააწერილი, მიუთითებს ფ. ოლპორტი, როგორ აღიქვამს მძღოლი თავისუფალი სივრცის საზღვრებს — ავტომობილის მიერ დაკავებულ ადგილს მიმატებული ის სივრცე, რომელიც მანქანის მოსაბრუნებლად, გასასვლელად და მოსახვევად არის საჭირო. ამ მოვლენის ანალიზზე წარმოადგენს მეტად მიმზიდველ მაგალითს იმისა, თუ როგორ შეიძლება ველის თეორიის პირდაპირი გამოყენება პერსონის პრობლემის გამოსაკვლევად. ფენომენოლოგიური ველი ამ შემთხვევაში კარგავს ტოპოლოგიურ თავისუფლებას, მაგრამ სამაგიეროდ უკეთ მოსახერხებელია მისთვის ფიზიკური კონტროლის გაწევა. ამ თეორიის პოზიციებიდან სოციალური სიტუაციის აღწერაც არის ნაცადი: ადამიანი კოგნიტურად ელოდება, მისი გეულლე შევიდეს მისივე სასიცოცხლო სივრცის გარკვეულ ველში, ხოლო იგი აღქმულია როგორც ველის სხვა სფეროში შექრილი. ეს ისეთი შემთხვევაა, რომელსაც უნდა მოჰყვეს ველში ადამიანის კოგნიტური რეორგანიზაცია. ამ შემთხვევაში ველის თეორია აღქმის სწორ თეორიას უახლოვდება, მაგრამ ეს საკმარისი არ არის. ამ თეორიის მთავარი ნაკლი მდგომარეობს იმაში, რომ იგი არაავითარ ზომებს არ იღებს ფენომენოლოგიური ველი დაუკავშიროს ორგანიზმის შინაგან მდგომარეობას. ამის გარეშე მას არ შეუძლია დაიკავოს ადგილი აღქმის იმ თეორიებს შორის, რომელიც მის ასახსნელად მოწოდებული. ლეინის საქმე აქვს აღქმის არა ნამდვილ, არამედ თეორიულ სფეროში აგებულ ველის თეორიასთან, ამიტომ მის ასაწერად გამოყენებული ცნებებიც გარედან მოტანილი და ფიზიკალური უფროა, ვიდრე ფსიქოლოგიური.

აღქმის ამ წარმოსახული ველის აღწერაში წარმოდგენილია „ძალთა“ ურთიერთმიმართება, როგორ „შემოუვლის“ მას ადამიანი, როგორ გამომდინარეობენ ეს ძალები ხელმძღვანელი ადამიანებისაგან; აქვე ნაცადია გვიჩვენონ, როგორ ცდილობს ინდივიდი „გაუნახლტეს ველს“, როცა თანაბარი ძალების ზემოქმედება იწყება და როგორ მიმდინარეობს ბარიერის მიერ მისი შეკავება. იყო ნაბიჯი გადადგმული გაეზომათ ძალთა ოდენობა, თუმცა ფენომენოლოგიური ძალების გაზომვა პრინციპულად არ უნდა იყოს შესაძლებელი.

ლევინის ველის თეორია იძლევა ქცევის იმდენად გავრცელებულ სქემას, რომ აღქმაც მასშივე აქვს ჩართული. ქცევის განხილვა, მისი თეორიის მიხედვით, ისე მიმდინარეობს, რომ პერცეფცია, კოგნიცია, აზროვნება და საერთოდ გარემოსადმი შეგუება ერთ პროცესშია შერწყმული, იმ საშუალებების გამოყენებით, რომლის მიხედვით ხორციელდება ველის ორგანიზაცია. ინდივიდი იმის მიხედვით იწყებს მოქმედებას, როგორ იქნება ველი ორგანიზებული. მაგრამ ლევინი არც კი სვამს საკითხს იმის შესახებ, როგორაა შესაძლებელი ინდივიდის გარკვეული მიმართულებით ორგანიზება? ეს უკანასკნელი ველის ძალთა ზემოქმედების შედეგად თუ ყალიბდება, როგორ შეიძლება განხორციელდეს იგი, როცა თანახმად ლევინის თეორიისა, ინდივიდი ველის გარეშე მოქმედ ძალადაა წარმოდგენილი?!

#### ბ) კრიტიკული შენიშვნები ველის თეორიის გარშემო

ლევინმა გრაფიკული გამოსახულების გამოყენებით შესძლო მოეცა გარკვეული სურათი ფსიქიკური მოვლენების შესახებ, რომელიც ბევრს ეგონა დამაჯერებელი და გამოსადეგი ქცევითი სიტუაციის დასახასიათებლად. აღქმის მოდელი ველის სახით თითქოს სრულყოფილად გამოიყურება, მიუხედავად იმისა, რომ იგი ფენომენოლოგიური აღწერის ფარგლებში რჩება. მაგრამ ცხადია, რომ ეს არ არის საკმარისი თვითონ აღქმის გასაგებად. ლევინის ველის თეორიას არ შეუძლია გვიჩვენოს—როგორ აიგება აღქმის გააზრება, მისი ჩამოყალიბების პროცესი. ამ მოვლენის გასაგებად არაა საკმარისი იმის აღნიშვნა, რომ ამ დროს ადგილი აქვს „კოგნიტური ველის მომენტანურ რეორგანიზაციას“, თვითონ პერცეფციის გასაგებად ამით ცოტა რამ არის თქმული.

სუბიექტის ქცევის აღწერა აქ ველზე მოქმედი ძალების მიხედვით ხდება, რომელიც გარეთაა და ამდენად სრულებით ყურადღების გარეშეა დატოვებული რა ხდება მასში, მის საკუთარ (ფენომენოლოგიურად აღქმულ) სხეულში, რომლის შინაგანი მოქმედების მხრივ სრული სიცარიელეა. ფენომენოლოგიური ველი მთლიანად გარეგანი ველია, რამდენადაც მსჯელობა ორგანიზმს ეხება, რომელიც აღქმულია. იქ არსად ჩანს „შინაგანი“ ველი, ორგანიზმის შინაგანი სტრუქტურა არ არის წარმოდგენილი და ამიტომ მას არ შეუძლია

მონაწილეობის მიღება აღქმის თეორიის განვითარებაში. ეს ქმნის სიძნელეს, ამის გამო მიიღო ლევისის თეორიამ ცალმხრივი განვითარება.

მან არც კელერისა და კოფკას მიერ დიდი მონდომებით დამუშავებული იზომორფიზმი გაიზიარა. ველს, რომლის შესახებ მსჯელობს ლევისი აქვს თავისი სტრუქტურა (მასში ვექტორული ძალები გარკვეულ პიპარტებაში იმყოფებიან), ამიტომ ძნელია დაშვება იმისა, რომ რასაც ადამიანი გარეთ ხედავს და მისი აღქმის ფარგლებშია წარმოდგენილი არ მოეპოვებოდეს შინაგანი ფსიქოლოგიური სტრუქტურა. ლევისის მსჯელობა „მიზანთა ვალენტობის“ შესახებ პირდაპირი მაგალითია იმისა, რომ იგი ორგანიზმის შინაგანი პირობებზეა დამოკიდებული. საქმელი არ გვეუბნება: „მოდლი აქ“, სანამ არ გვშია. „ფსიქოლოგიურ“ საზღვრებს, ბარიერებს არ შეიძლება უკუქცეველი ძალა აღმოაჩნდეს მანამ, სანამ ჩვენი განცდის საგანად არ ქცეულა. ამის უყურადღებოდ დატოვება ველის კარტოგრაფიული მოდელის შედგენის დროს, მისი მხოლოდ გარედან ბოტანილი ტერმინებით აღწერა, როგორც სამართლიანად მიუთითებს ფ. ოლბორტი, თუნდ იმის გამო არ უნდა იყოს სამართლიანი, რომ გამომწვევი ძალა მხოლოდ იმ შემთხვევაში აქვს საგანს, როცა ნისი აღქმა ორგანიზმის შინაგანი მდგომარეობის ფონზეა აღმოცენებული. ასე უნდა ფიქრობდეს მკვლევარი, რომელიც მოთხოვნისას თვლის ორგანიზმის, მისი ძალების დაბვის ერთადერთ წყაროდ. შეიძლება ლევისი ამ თავისი ძირითადი თვალსაზრისის განკითარებას გვერდს უვლის იმის გამო, რომ თუ ველი მთელი თავისი ცტრიბუტებით ინდივიდის შიგნითაა, მაშინ როგორ შეუძლია მას გაქცეს ველში ძალების განლაგებას და უნდა დარჩეს მის მუდმივ ტყვეობაში.

ამ ჩვენი მსჯელობიდან სრულიად არ გამომდინარეობს, რომ ჩვენი სიმპათიები ვ. კელერის ველის თეორიისაკენ იყოს მიმართული.

ვ. კელერის ჰიპოთეზის მიხედვით ცენტრალური ვიზუალური სისტემა ქვაზი-ჰომოგენური ქსოვილისაგან შედგება, რომელშიაც შესაძლებელია ელდენის გატარება. ელდენის დამახასიათებელი თვისებაა, რომ იგი ნაკლები წინააღმდეგობის გზით მიემართება და ანატომიურ გზაზე დამოკიდებული არ არის. მას მხედველობაში აქვს ფიგურის დათვალიერებით აღმოცენებული დენი („ფიგურის დენი“) და ნისი მოძრაობის ფიზიკური ანატომია: წარმოვიდგინოთ,



წერს ის, წვრილი მავთულის სქელი ხლართი, რომელსაც სამგანზობილებიანი სივრცე უკავია. ეს მავთულები ერთნაირი სისქისაა, სხვა ნიშნების მიხედვითაც ერთნაირია, თანაბარი დისტანციით დაშორებულია ერთიმეორეს, ერთნაირი წინააღმდეგობითა და სიგრძის ერთი და იმავე ერთეულით ხასიათდება. მავთულები როგორც პატარა კუბის კუთხეებია შეერთებული. ასეთ ჰომოგენურ სისტემაში დენ-ჯოველთვის ერთი ფენიდან მეორისაკენ მოკლე ჩართვის მიხედვით იმოძრავენ, რასაც მოყვება მავთულის გათბობა და მავთულში წინააღმდეგობის აწევა, რაც დენს აიძულებს გარეთ გადათავსდეს და ნაკლები წინააღმდეგობის გზით გაემართოს დენის წყაროსაგან დაშორებული მავთულებისაკენ.

ორგანიზმშიაც იგი ასეთი ელდენით გაჯერებული არეების არსებობას გულისხმობს. როცა კვადრატს 2—3 წუთი ვუყურებთ (რომელსაც იგი საინსპექციო ფიგურას I უწოდებს) თავის ტვინის სათანადო არეში წარმოიშობა ელდენით გაჯერებული არე. ამის შემდეგ თუ მას წავიღებთ და მის ადგილზე ორ ტოლ პატარა კვადრატებს (საკონტროლო კვადრატი ეწოდება და ასო T აღნიშნავენ) მოვათავსებთ ისე, რომ ერთ-ერთი კვადრატი მოხვდეს ჩვენ მიერ წინასწარ-ციქსირებული კვადრატის მდებარეობის ადგილზე, იგი დაპატარავებული აღმოჩნდება, ხოლო მისგან დაშორებით მდებარე მეორე წრე—გადიდებული. ასე მიიღება კონტრასტული ილუზია, რომელიც ჩვენთვის ფიქსირებული განწყობის დახასიათებიდან არის ცნობილი.

კ. კელერისა და ჰ. ვალახის (Wallach) განმარტებით ამ შემთხვევაში ფიგურის მომდევნო ეფექტთან გვაქვს საქმე, რომლის წარმოშობის მიზეზი წმინდა ფიზიკალურია. ორგანიზმის ყოველ უჯრედში და მათ შორის თავის ტვინის ქერქში წარმოიშობა ცხოველური დენი (ბიოდენი) და, თანახმად ზემოაღნიშნულისა, აქაც უჯრედის აკის პოლარიზაციის შედეგად წარმოიშობა წინააღმდეგობა. ამ ავტორების აზრით, პოლარიზაციის პროცესთან არის დაკავშირებული ელექტროტონუსის მოვლენა, რომელიც მათივე მითითებით, შეიძლება ერთი წუთი გაგრძელდეს (თუმცა ელექტროტონუსის ასეთი ხანგრძლიობა ფიზიოლოგიისათვის უცნობია).

მათი მსჯელობის ძირითადი პოსტულატია ის, რომ I ფიგურის შესატყვისი იმპულსების ჯამოჩენით ირღვევა წონასწორობა და დენი სწორი მიმართულებით მიემართება. იგი ირჩევს I ფიგურის კონტურის გარშემო მდებარე უმოკლეს გზას, რასაც თან სდევს ქსოვილში წინააღმდეგობის აწევა. მომდევნო დენს ამ აწეული წინააღმდეგობის ქსოვილში (გაჯერებულ არეში) უხდება

გავლა, რაც აიძულებს მას გადაიხაროს მეზობელი ქსოვილიცაქენ. რაც მეტი ხანი გრძელდება დენის მიმდინარეობა, მით მეტი წინააღმდეგობის გადალახვა ხდება აუცილებელი. წინააღმდეგობის ზრდას ფიგურის კონტურის გარშემო აქვს ადგილი, აქ ქსოვილის დეპოლარიზაცია, მსგავსად გახურებული მავთულისა, ერთბაშად არ ხდება, ამიტომ I ფიგურის შემდეგაც რჩება ძალაში გაჭერებით განსაზღვრულ წინააღმდეგობა. რამდენ ხანს გრძელდება ეს, ამას გვიჩვენებს ცვლილების ხანგრძლიობა, რომელსაც I ფიგურაში აქვს ადგილი. ერთი სიტყვით, ფიგურის დენის მიმდინარეობა მიმართულეზას შეიცვლის; როგორც მიაღწევს გაჭერებულ ქსოვილებამდე და ამით შეიქმნება ფიგურის მოცულობის შემცირებისა და მეორე ფიგურის მისგან დაშორებით გადაადგილების ნამდვილი მიზეზი.

ამ ცვლილების აღმოსაყენებლად, რომელიც კონტრასტული ალუზიის ანალოგია, არ უნდა იყოს საკმარისი მხოლოდ ფიზიკური მიზეზი, რომელიც ვ. კელერს აქვს დახასიათებული ტენიში უნიერონოელექტრული დენით დატვირთული ველის არსებობა ეწინააღმდეგება ქერქში ბადურის პროექციის შესახებ ექსპერიმენტულად დადასტურებულსა და საყოველთაოდ აღიარებულ მოსაზრებას. ბადურის ქერქში პროექციის უგულვებელყოფა გამოუვალ მდგომარეობაში აყენებს გეშტალტფსიქოლოგების მიერ სახელმძღვანელოდ მიღებულ იზომორფიზმის პრინციპს. ჩვენ მიერ ჩატარებულმა ცდებმა დაადასტურა, რომ ფიგურის ფიქსაციის ადგილზე მოხვედრილი წრე პატარად განიცდება, მაგრამ ფაქტიურად მისი დაპატარავება არ ხდება. იგი პატარად გვეჩვენება იმის გამო, რომ ადგილი აქვს ზის პირდაპირ მდებარე წრის მოცულობის ზრდას. ეს უკანასკნელი დიდი რაკი ჩანს, მის გვერდით მდებარე მეორე წრე, ამასთან შედარებით, დაპატარავებულად განიცდება.

ამრიგად, ვ. კელერის აზრით, გაჭერებულ არეში მოხვედრიის გამო უნდა ჰქონდეს ადგილი ფიგურის დაპატარავებას, მაგრამ ეს არ გამართლდა და ამდენად მისი მოსაზრებაც სადავო აღმოჩნდა.

კელერის ველის თეორია არც კიბერნეტიკისათვის უნდა იყოს გამოსადეგი, იგი მაკროსკოპულია. აქ ველის ძალებს შორის არსებულ ურთიერთობასთან გვაქვს საქმე და არა მექანიზმთან, რომელიც ველზე მოქმედი პროცესების მიმდინარეობას განსაზღვრავს. კიბერნეტიკა მიკროსკოპული ცნებებით სარგებლობს, ამ უმცარესი ნაწილაკებს შორის კავშირით არის დაინტერესებული და ამის გამო ვერც ეგუება გეშტალტფსიქოლოგიის შეხედულებებს.

აქვე შეიძლება მიგვექცია ყურადღება ნაკლებ, რომელიც კ. ლევინისა და ვ. კელერის ველის თეორიისათვის ერთნაირადაა დამახასიათებელი.

ველის თეორია კიბერნეტიკული საკითხებით დაინტერესებული მკვლევრისათვის მიმზიდველ პუნქტებსაც შეიცავს. შეიძლება ამ პუნქტის ძალას ყველაზე უკეთ თვითონ კურტ ლევინი გრძნობდა, თორემ იგი არ აღმოჩნდებოდა ვინერის მეთაურობით მიმდინარე სემინარის სტუმარი. საქმე ისაა, რომ ლევინის ტოპოლოგიური ველის თეორია წარმოადგენს ფიზიკური ველის ანალოგს, იგი აქედანაა ნასესხები. აქედან გასაგებია, რომ მას, როგორც ფ. ოლბორტი წიუთითებს, იგივე შეცდომა მოუვიდა, რაც თავიდანვე დაშვებულ იქნა მაქსველის მიერ ელექტრომაგნიტური ველის დამუშავების დროს. შინაგან-გარეგანის პრობლემა ველის ფიზიკური თეორიისათვისაც დარჩა გადაუჭრელ პრობლემად. ამ სიძნელის წინაშე ისევე აღმოჩნდა მაქსველი, როგორც ლევინი. აქაც დაშვებულია მცირე, მაგრამ თვითონ ველში არსებული რეალური სფერო, სადაც ველის ვექტორები პოულობენ განლაგებას. ეს პატარა სფერო არც ამ შემთხვევაშია ველის ნაწილი, იგი რაღაც ისეთია, რაზედაც მზღებლებს მის გარშემო მდებარე ველის ძალები. აქვს თუ არა მას თავისი საკუთარი შინაგანი ველი, ეს ჩვენთვის უცნობია და რომ ჰქონოდა უნდა დაგვესვა საკითხი მისი მიმართების შესახებ გარეთ მდებარე ველთან. სწორედ ამის გამო შინაგანი და გარეგანი ურთიერთობის სტატუსი გაურკვეველი დარჩა.

მაქსველის ღონისძიება ელექტრონული ველის თეორიის განვითარებისათვის საკმარისი აღმოჩნდა, რამდენადაც მის მიერ ნაგულისხმევი სფერო წერტილის ოდენაა, ე. ი. ძლიერ მცირეა. მაგრამ ფსიქოლოგიისათვის ამ „მცირე ნაწილაკის“ მნიშვნელობა იმდენად დიდია, რომ სწორედ მისი სახითაა ლევინის ველის თეორიაში წარმოდგენილი ორგანიზმის შინაგანი მდგომარეობა.

არც აინშტაინის მიერ გადადგმულ ნაბიჯს მოყოლია ფსიქოლოგიური ველის თეორიის წინ წაწევა. აინშტაინის მიერ (1950) მოწოდებულ გრავიტაციის ანალ განზოგადებულ თეორიაში სრულიად ჩაშლილია საზღვარი შინაგანსა და გარეგანს შორის. რამდენადაც ველი უწყვეტია, ნაწილაკის ცნებას მასში ისევე არ შეუძლია რაიმე მნიშვნელოვანი როლის შესრულება, როგორც მოძრაობის ცნებას. სივრცისა და დროის ამ უნიფიცირებულ ველში ნაწილაკის შინაგანი და გარეგანი ერთ უწყვეტობას წარმოადგენენ. ნაწილაკს მასში

ლივრცის მეტად მცირე ადგილი უკავია, რომელშიაც მეტად დიდი ველის ძალა ანუ ენერგია. თუ ორგანიზმიც ასეთია, როგორც ამას კ. ლევინის ველის თეორია გულისხმობს, და მასაც ნაწილაკის წსგავსად განვიხილავთ, მაშინ ფსიქოლოგიას გაქრობა მოელის. როცა ორგანიზმის შინაგანსა და გარეგანს შორის დემარკაციული ზაზი წაშლილია, წერს ფ. ოლპორტი, მაშინ ორგანიზმი როგორც ოპერატიული ერთიანობა არ არსებობს და არც ჩვენთვის რჩება ფსიქოლოგიური პრობლემა.

რაც ზემოთ ლევინის შესახებ ითქვა სავსებით შეიძლება გავაგრძელოთ ვ. კელერის ველის თეორიაზე. აქაც ნაგულისხმევია, რომ ალქმის მოდელი ისეთივე მოყვანილობისაა, როგორც ფორმა აქვს საგანს. ყოველი ფიგურის ზემოქმედება, თანახმად ვ. კელერის შეხედულებისა, ტვინში წარმოშობს თავის შესატყვის ფიგურალურ დენს და მის შესატყვის ელექტრონის მუხტებით დატვირთულ გრადიენტებს. მათ შორის იზომორფული დამოკიდებულებაა და ამდენად ყოველი ალქმა წარმოადგენს გარედან ზემოქმედი საგნის ფოტოგრაფიულ ასლს. ვ. კელერის ველის თეორია ალქმის ისეთი თეორიაა, რომელიც აღსაქმელსა და ალქმულს შორის ფიზიკალურად განსაზღვრულ შესატყვისობას ხედავს. ალქმის ასეთი საჩისებრი ასახვის თეორია არ ასახავს საქმის ნამდვილ ვითარებას.

ჩვენთვის ცნობილია რიგი ფაქტების, საიდანაც ჩანს, რომ ადამიანის ალქმაში ყოველთვის მონაწილეობს მისი გამოცდილება და, ეს არის ის, რაც გარე საგნის ფიზიკურ გამოსახულებას აქცევს სუბიექტურ ხატად. ადამიანს რომ რამდენიმეჯერ ვუჩვენოთ დიდი და პატარა საგანი და ამის შემდეგ მივაწოდოთ მას ორი ტოლი ობიექტი, ვნახავთ, რომ დიდი საგნის მდებარეობის ადგილზე მდებარე ობიექტი დაპატარავებული აღმოჩნდება და პატარა საგნის მდებარეობის ადგილზე მოხვედრილი მეორე ობიექტი გადიდებული. იგივე ეფექტია მოსალოდნელი, როცა განმარტებულ ცდას ხანგრძლივი ექსპოზიციის პირობებში ვატარებთ, ე. ი. დიდ და პატარა ობიექტებს სუბიექტი 60 წამის განმავლობაში უყურებს და შემდეგ მხედველობა ტოლ ობიექტებზე გადააქვს. ამ შემთხვევაშიც კონტრასტული ილუზია აღმოცენდება.

ჩვენთვის საგანგებოდ საინტერესოა გავიხსენოთ თანამიმდევარ ხატებზე ჩატარებული ცდის შედეგები, ამ შემთხვევაშიაც განწყობის ფიქსაციის მომდევნო ეფექტი ილუზორულია: ერთი ხატი დიდი ჩანს, მეორე—დაპატარავებული. ერთ-ერთი ჩვენი ცდის მიხედვით გამოირკვა, რომ განწყობის ფიქსაციის შემ-

დღე მიწოდებული ტოლი წრეების თანამიმდევარი ხატები ჯერ როგორც ტოლები გამოჩნდებიან, თან იქვე ერთ-ერთი გადიდება და შეიძენს ილუზორულად შეცვლილ გამოხატულებას. ასეთი შედეგის ბილება არ უნდა იყოს შესაძლებელი, რომ აღქმა ობიექტის სარკისებრ ასახვას წარმოადგენდეს. პირიქით, მის ჩამოყალიბებაში, როგორც ვნახეთ, ყველგან ღებულობს მონაწილეობას სუბიექტის აქტიურობა, მისი ფიქსირებული განწყობის სახით. ამ საკითხის უფრო დაწვრილებით განხილვა იხილეთ ჩემ მონოგრაფიაში „აღქმა და განწყობა“.

#### დ) აღქმის პრობაბილისტიკური მდგელი

როგორც კ. ლევენის, ისე ვ. კელერის ველის თეორია ემყარება გეომეტრიული ილუზიების ფენომენოლოგიურ ინტერპრეტაციას. არც ერთი არ ვასცილებია მათი აღწერის სფეროს. და არც იმის ცდა ყოფილა, რომ ამ ილუზიის განსხვავებული სახეებისათვის მოენახათ ერთ ოდენობაში გამომხატველი კანონი. ამ მიმართულებით პირველი ნაბიჯი უკვე პიაჟემ გადადგა და მასვე ეკუთვნის გეშტალტური ილუზიების ახსნის ცდა ალბათობის თეორიის პრინციპებიდან.

ილუზია, თუ იგი ოპტიკურ სფეროს ეკუთვნის, მხედველობის გზით დაშვებული შეცდომის აღმნიშვნელი ცნებაა და, როგორც ამ შეცდომების მრუდის გაანალიზებამ გვიჩვენა, წერს პიაჟე, შეიძლება გამაერთიანებელი მნიშვნელობის მონახვა. მას თავის მსჯელობის საგნად აქვს ისეთი შეცდომები, რომელიც თან სდევს გეომეტრიული ფიგურის ოდენობისა და პროპორციის შეცვლას. ამ ცვლილებით განსაზღვრულ შეცდომათა მრუდს შეუძლია, როგორც იგი მიუთითებს, გვიჩვენოს დადებითი (გადაფასების) და უარყოფითი (დამცირებით შეფასების) ილუზიების მაქსიმუმი და, აგრეთვე, დადებითი ილუზიიდან უარყოფითი ილუზიისაკენ გადასვლის წერტილი, რომელსაც იგი საშუალო ნულეულ ილუზიას უწოდებს.

„პირველადი“ ილუზიის წყაროს, თანახმად პიაჟეს ჰიპოთეზისა, წარმოადგენს „შედარებითი ცენტრაციის კანონი“, რომლის არსი შემდეგში მდგომარეობს: „ყოველი ელემენტის მხედველობის გზით ცენტრაცია, მის გადაფასებას იწვევს“. ამრიგად, ცენტრაციის შედეგად წარმოიშობა შეცდომა აღქმაში, რომლის ექსპერიმენტულად

წემოწმება შესაძლებელია ტაქსისტოსკოპის საშუალებით. თუ ორი ტოლი წრიდან ერთ-ერთისაკენ მივმართეთ მხედველობა, ეს მხედველობის ცენტრში მდებარე წრე, მეორე—პერიფერიულად მდებარე წრესთან შედარებით, დიდი გამოჩნდება. თვითონ ცენტრაციაში არა მარტო ტოპოლოგიური ფაქტორი მონაწილეობს. არამედ სხვა მრავალი, როგორცაა: განათება, ყურადღება, სხივების გადატეხა, ცვალის მოძრაობა, სწორი კუნთების მოძრაობა, ბროლის დაჭიმვა, დაშორების მანძილი და ა. შ. მიუხედავად ამისა, თუ დავიცავთ ერთგვარ პირობებს, ყოველთვის არის შესაძლებელი ცენტრაციით განსაზღვრული ეფექტის მიღება. ამიტომაც თელის პიჯე შედარებით ცენტრაციას ილუზიის აღმოცენების გამსაზღვრელ კანონად.

დიდ სხეულს თვითონ ჰქონია თვისება იმისა, რომ თავისკენ მიიზიდოს ჩვენი მხედველობა და ამით შექმნას პირობა ცენტრაციით განსაზღვრული გადაფასებისათვის. ამის საილუსტრაციოდ შეიძლება დავასახელოთ მართკუთხედი, რომლის  $A$  გვერდი უცვლელი სიდიდით, იგი  $5$  სანტიმეტრს უდრის, ხოლო  $A_1$  გვერდის სიდიდე, რომელიც  $3$  სანტიმეტრია, ჩვენ თვითონ ვცვალოთ. როცა  $A > A_1$ , მაშინ  $A_1$ -ის ოდენობის გადაფასებასთან გვექნება საქმე, იგი იმაზე დიდი აღმოჩნდება, რასაც სინამდვილეში წარმოადგენს.  $A_1$ -ის შეფასება ამის შებრუნებულ სახეს მიიღებს, მისი სიდიდე იმაზე ნაკლები იქნება, რაც რეალურადაა. თუ შევამცირებთ  $A$  გვერდი, მაშინ მართკუთხედის მოედანიც შემცირდება და მეტი შესაძლებლობაც გამოჩნდება მივიღოთ დადებითი ილუზიის მაქსიმუმი. თუ  $A = A_1$ , მაშინ მართკუთხედის მაგიერ კვადრატს მივიღებთ, რასაც მოყვება ილუზიის ჩაქრობა, ე. ი. საშუალო ნულეული ილუზიის აღმოცენება.  $A_1$ -ის გადაფასებას იმ შემთხვევაში მივიღებთ, თუ  $A_1 > A$ , მაგრამ არა უსასრულოდ, ვინაიდან ერთ გარკვეულ მომენტში ილუზიის მრუდი არასწორი ხაზი, არამედ თანაბარფერდიანი ჰიპერბოლა აღმოჩნდება, რომელიც ილტვის ასიმპტოტისაკენ.

ამის მიხედვით შესწავლილი ექსპერიმენტული მრუდი. როგორც პიჯე მიუთითებს, ყველა ასაკის ბავშვისათვის ერთნაირად დამახასიათებელი თვისების მატარებელია, ამავე დროს არც თავის სპეციფიკას კარგავს. ეს იძლევა ერთი განზოგადებული ჰიპოთეტიკური მრუდის, ჩვენ ვიტყვოდით მოდელის, შექმნის შესაძლებლობას. ამასში ნახულობს იგი შედარებითი ცენტრაციის კანონის არსს, რომლის ახსნა მანვე სცადა ალბათობის თეორიის პოზიციონადან.

მართკუთხედის ყველაზე დიდი გვერდი აღენიშნოთ  $L_1$ -ით; ხოლო პატარა გვერდი  $L_2$ -თი. დაუშვათ, რომ ფიგურის უდიდესი სიგრძის გამომსახველი სიმბოლოა  $L_{max}$  რაც მართკუთხედის შემთხვევაში იქნება  $L_1$ -ის ტოლი ( $L_{max} = L_1$ ). თუ  $L_1$  და  $L_2$  ორი ისეთი სწორი ხაზია, რომელიც ერთიმეორის გაგვრძელებას წარმოადგენს. მაშინ გვექნება  $L_{max} = L_1 + L_2$  და ა. შ. დაუშვათ, რომ სიგრძის ერთეულის აღმნიშვნელია  $L$ , მართკუთხედში, როგორც ითქვას,  $L = L_1$  ან  $L_2$ , მიხედვით იმისა, როგორი ფიგურა გვაქვს. მიმართებათა ( $L_1 - L_2$ ) რაოდენობა აღენიშნოთ  $n$ -ით, ხოლო ფიგურის მოვლანი— $s$ -ით.

თუ ილუზიის ალბათობას  $P$  აღენიშნავთ. შედარებითი ცენტრაციის კანონის მათემატიკური გამოსახულება ასეთ სახეს მიიღებს:

$$P = \pm \frac{(L_1 - L_2) \cdot L_2 \cdot (nL : L_{max})}{s} = \frac{n_2(L_1 - L_2)L_2}{s \cdot L_{max}}$$

ახლა ეს განვიხილოთ ილუზიის, უკეთ ცენტრაციის მათემატიკური მოდელის მიხედვით; მოცემულია  $A > A_1$ ,  $L = A$ ,

$n = \frac{A}{A_1} = 1$  და თან  $A$  მუდმივია, ხოლო  $A_1$  ცვალებადი. ამ პირობებში

$$P = + \frac{(A - A_1)A_1(A : A)}{AA_1} = \frac{A - A_1}{A}$$

ჩავსვათ  $A$  და  $A_1$  გამოშხატველი ოდენობანი:

$$P = + \frac{(5 - 3) \cdot 3 \cdot (5 : 5)}{5 \cdot 3} = \frac{5 - 3}{5} = 0,4$$

შეორე პირობის შემთხვევაში, როცა  $A_1 > A$  (აქაც  $L = A_1$ ,  $n = \frac{A_1}{A}$ , სადაც  $A$  მუდმივი რჩება,  $A_1$ —ცვალებადი. ამის მიხედვით

$$P = - \frac{(A_1 - A)A(A_1 : A_1)}{AA_1} = - \frac{A_1 - A}{A_1}$$

ჩავსვათ რეალური სიდიდენი:

$$P = - \frac{(3 - 5) \cdot 5(3 : 3)}{3 \cdot 5} = - \frac{3 - 5}{3} = 0,6$$

ამრიგად, შედარებითი ცენტრაციის კანონის ვერბალური ფორულირებაც არის შესაძლებელი: იგი უდრის მასში შემავალი მუდმივი და ცვალებადი კომპონენტების სხვაობას გაყოფილს ერთ-ერთ წევრზე.

ეს მხოლოდ საკითხის ერთი მხარეა, რომელიც ეხება ცენტრაციის კანონის მათემატიკურ დასაბუთებას; რაც შეეხება თვითონ რლუზიის ალბათობის გამოთვლას, ამისთვის პიაეეს შემდეგი ხალიათის პიპოთეზი აქვს წამოყენებული.

ობიექტის ფიქსაციის შემთხვევაში ხდება მის კვანტებად დაწლა, ამ სინათლის თითოეულ კვანტს, რომელსაც ხაზის ყოველი უმცირესი წერტილი გამოასხივებს, ნერვულ სისტემაში შეესატყვისება აგზნებული პუნქტი. მართკუთხედის 5-სანტიმეტრიანი გვერდი შეიძლება 1000 ნაწილად დაწაწილდეს და ააე გასოეწასოა: = 1000. ამავე დროს, თანახმად პიაეეს დაშვებისა, ბადურაში თუ თაეის ტვინის ქერქში არსებობენ ელემენტები, რომელთა „შეხვედრას“ გარედან შემოსულ სტიმულებთან მოყეება სწორი ხაზის წამოყალიბება. რაკი სწორი ხაზი, თანახმად ჩვენი დაყოფისა, 10000 ნაწილისაგან შედგება, იმისთვის, რომ ქერქში მისი ხატი ჩამოყალიბდეს, ეს 1000 ნაწილი 1000 ნერვულ ელემენტს უნდა „შეხვედეს“. ყოველთვის არ არსებობს ასეთი მაქსიმალური „შეხვედრის“ გამსაზღვრელი პირობა და შეცდომასაც ეს განაპირობებს. ვთქვათ, 1 დროის განმავლობაში ნერვული ბოჭკოები ხაზ-ს არა 1000 ელემენტთან, არამედ მის ნაწილთან „შეხვედრიო“ შემოსაზღვრა, ამ ცარემობებს აღენიშნაეთ BN, სადაც B კონსტანტური წილადა. აქედან ცხადა, რომ დაჩა N<sub>1</sub> მონაკვეთი. რომელთანაც „შეხვედრა“ არ შემდგარა, მისი გამოსახვა ასეთი განტოლებით არის შესაძლებელი:

$$N_1 = (N - N_1) = N(1 - \beta).$$

მეორე ი „შეხვედრისას“ დარჩება ხაზის N<sub>2</sub> მონაკვეთი:

$$N_2 = (N_1 - N_2) = N(1 - \beta)^2.$$

მესამე ი „შეხვედრისას“ დაჩება N<sub>3</sub> მონაკვეთი:

$$N_3 = (N_2 - N_3) = N(1 - \beta)^3 \quad \text{და ა. შ.}$$

ასევე შეიძლება გამოვითვალოთ შეხვედრათა ჯამიც, იგი იქნება:

N<sub>3</sub>, შემდეგში (N<sub>3</sub> + N<sub>1</sub>), ამის შემდეგ (N<sub>3</sub> + N<sub>1</sub> - N<sub>2</sub>) და ა. შ. ამგვარად, ჯერ მიიღება N<sub>3</sub>, შემდეგში N<sub>3</sub>[(1 - (1 - β))], კვლავ N<sub>3</sub>[(1 - (1 - β)) + (1 - β)] და ა. შ.

აქ ჩვენ გვაქვს აღსაქმელი საგნის ცენტრაციის შედეგად აღმოცენებული პროგრესიული გადაფასების ნიშნში (მომენტანური ანუ შედარებით ხანგრძლივი). იგი დროში განაწილების შემთხვევაში შესატყვისობას პოულობს მოვლენის ისეთ მსვლელობას, რომელიც ასედაც შეიძლება გამოვსახოთ: n, 2n, 3n და ა. შ.



სიტყვით, ილუზიის აქ წარმოდგენილი მოდელი, როგორც ვხედავთ ემორჩილება ლოგარითმის კანონს, ხოლო არითმეტიკული პროგრესიასთან ( $n$ ,  $2n$ ,  $3n$  ) შესატყვისობაშია გეომეტრიული პროგრესია  $(1-\beta)$ ,  $(1-\beta)^2$ ,  $(1-\beta)^3$  და ა. შ.

$L_1$  და  $L_2$  ხაზების  $A$  და  $B$  წერტილების შეწყვილების ალბათობა  $P$ -ა. იმავე მეორე ხაზზე  $C$  წერტილის შემოტანის შემთხვევაში  $A$ -სა და  $C$ -ს შეწყვილების ალბათობა ისევე  $p$  იქნება; რაც შეეხება ალბათობას იმისა, რომ  $A$  ერთდროულად შეუწყვილდება  $B$ -სა და  $C$ -ს უდრიდეს იქნება  $P^2$ . თუ  $A$ -ს შეწყვილებაა მოსალოდნელი სამ განსხვავებულ წერტილთან  $B, C$  და  $D$ -თან, მაშინ  $P^3$  გვექნება და ა. შ.

თუ  $L_1=L_2$  და ორივე თანაბარ ნაწილებად დანაწევრებულია;  $L_1-n$  ჯერ, ხოლო  $L_2-m$  ჯერ, მაშინ თანახმად ჩვენი პირობისა,  $n=m$ -ს, მაშასადამე,  $L_1-L_2$ -სათვის წყვილების წარმოშობის ალბათობა იქნება:

$$(P^n)^m$$

თუ  $L_1=2L_2$ -ს, მაშინ წყვილების წარმოშობის ალბათობაა.

$$[(P^n) P^n]^m = (P^{2n})^m = P^{2nm}.$$

თუ  $L_1=3L_2$ , მაშინ წყვილთა წარმოშობის ალბათობა იქნება:

$$[(P^n) P^n] \cdot P^n]^m = P^{3nm}.$$

აქედან ცხადია, რომ სიგრძის არითმეტიკული პროგრესია, რომელიც შეიძლება უდრიდეს  $L_2$ ,  $2L_2$ ,  $3L_2$  და ა. შ. შესატყვისება წყვილთა წარმოქმნის ალბათობის გეომეტრიულ პროგრესიას, რაც კვლავაც ლოგარითმული კანონის სახით ყალიბდება.

ახლა განვიხილოთ განსხვავებულ წყვილთა აღმოცენების ერთი შემთხვევა ( $D$ ), რომელიც  $L_1$  და  $L_2$  ხაზთა განსხვავებულ მონაკვეთებს შორის უნდა მოხდეს, ვთქვათ,  $L_1$ -ის იმ მონაკვეთზე, რომელიც  $L_2$  აღემატება ( $L_1-L_2$ ). ამ პირობებში აღმოცენებული შეწყვილებული წერტილების რაოდენობა იქნება  $(L_1-L_2) L_2$ . ეს უკანასკნელი ფორმულა, რომელსაც ჩვენ თავის დროზე გავეცანით, ცენტრაციის მონაწილეობის შესახებ მიგვითითებს. შეწყვილებული წერტილები რამდენიმე შეიძლება იყოს  $A, B, C, D$ , მათი ჯამი აღვნიშნოთ  $S$ -ით, რომელიც ამავე დროს ფიგურის მოედანის აღმნიშვნელადაც გამოდგება. ამათი გათვალისწინების შემდეგ შეგვიძლია შედარებითი ცენტრაციის კანონის მათემატიკური მოდელი ასე გამოვსაჩოთ:

$$P = \pm \frac{(L - L_2)L_2}{L_{max}} \cdot \frac{nL}{L_{max}}$$

თანახმად ჩვენი შეთანხმებისა  $L$  არის ფიგურის სიგრძის ერთეული, ხოლო  $n$ —მასზე შეწყვეილებული წერტილების რაოდენობა. დაბნულ ფიგურაში  $L = L_{max}$  ე. ი. მათი შეფარდება უდრის 1-ს. ამრიგად, ამ განტოლების მეორე წევრი მხოლოდ კორექციის როლს ასრულებს და განტოლებაში მას არც შეუძლია რაიმე ცვლილების შეტანა.

აქედან ადვილი მისახვედრია შედარებითი ცენტრაციის კანონის მნიშვნელობა, იგი გამოხატავს განსხვავებულ წყვილთა ( $D$ ) მიმართებას ფიგურასთან მთლიანად. წყვილთა წარმოშობას თან სდევს შეცდომის აღმოცენება, რაც მიგვითითებს იმის შესახებ, რომ ეს კანონი ბრტყელი ფიგურების მიმართ არის გამოსადეგი, რომელიც „პირველადი“ ილუზიის წყაროს წარმოადგენს. ილუზიის ეს სახე ასაკის პროპორციულად კლებულობს, იმის გამო, რომ პიაჟეს მითითებით მხედველობით მოქმედებაში ადგილი აქვს ძიებისკენ მიმართულ პროგრესს, წყვილთა წარმოშობაც ასაკის ზრდასთან ერთად იზრდება.

ილუზიის მეორე სახეც არსებობს, რომელსაც პიაჟე „მეორად“ ილუზიებს უწოდებს, რომლისთვის დამახასიათებელია ასაკის პროგრესულად ზრდა. ასეთად მიიჩნია მან ფიქსირებული განწყობის ილუზია. ამ ილუზიის ერთ-ერთ ძირითად თავისებურებად იგი თვლის იმას, რომ 5—8 წლის ბავშვებში მას თითქმის ვერ ვხვდებით. ისინი, აღნიშნავს პიაჟე, შესაძარებელ წერტილებს შორის მიმართებას ვერ ამყარებენ და არც შეცდომები მოსდით. პიაჟეს ეკუთვნის ბავშვების ილუზიების ლამბერსისესთან ერთად შესწავლა, და ორივეს კონტრასტული ილუზიის ოდენობის გაზომვის შედეგად გამოტანილი აქვთ დასკვნა, რომ 5—8 წლის ასაკის ბავშვების ილუზია სუსტია. ეს სრულიად არ გამოდგება იმის საბუთად, რომ ბავშვის განწყობა მალე ქრება, ვინაიდან არ არის სავალდებულო განწყობის ძალა და სტატიკურობა ყოველთვის ემთხვეოდეს ერთიმეორეს.

შეიძლება კონტრასტული ილუზიის ოდენობის მიხედვით განწყობა ნაკლებად ძლიერი ჩანდეს, მაგრამ მისი ჩაქრობა გაჭიანურებული აღმოჩნდეს, როგორც ამას შიზოფრენიით დაავადებული ადა-

წიანების განწყობის შესწავლა გვიჩვენებს. ამ გარემოებისაკენ მიმთითებელი ფაქტები პიაჟესაც უნახავს, რაც შემდეგი მისი დასკვნიდან ჩანს: „პირიქით, ბავშვის ილუზია სუსტია, მაგრამ უფრო დიდხანს გრძელდება (პერსევერაციის გამო სწრაფად არ მიმდინარეობს მისი ჩაქრობა)“. ის, რასაც პიაჟე პერსევერაციის შედეგად ავლის, ჩვენი აზრით, გამოწვეულია იმით, რომ ფიქსირებული განწყობის ჩაქრობა არ მომხდარა. მას არა აქვს გამოჩენილი ეს ორი ნოვლენა, ამიტომ არც ასეთი დასკვნის გამოტანის უფლება გააჩნია.

ჩვენ მოგვეპოვება ექსპერიმენტულად შემოწმებული ფაქტები, რომელთა საფუძველზე შეუძლებელია ცენტრაციას რაიმე როლი მივაკუთვნოთ განწყობის ილუზიის აღმოცენებაში. ცდისპირები განწყობის ფიქსაციის შემდეგ მარჯვენა წრის ცენტრაციას ახდენდნენ და ცდილობდნენ იგი, მარცხნივ და, მაშასადამე, პერიფერიულად მდებარე მის ტოლ წრესთან შედარებით, უფრო დიდ წრედ ან მასთან ტოლად განეცადათ. არც ერთ ამ ცდას არ მოყოლია ცენტრაციით განსაზღვრული ეფექტი. პირიქით, წრეების განცდა მაინც განწყობის საფუძველზე მიმდინარეობდა: მარცხენა წრე ისევ პატარა და მარჯვენა დიდი ჩანდა. ეს პროცესი საშუალოდ 25—28 წაში გრძელდება, ამის შემდეგ განწყობის მოქმედება წყდება და იწყება ტოლი წრეების შეფასებაში ყურადღების რხევით განსაზღვრული შეცდომები.

ამ ფაქტების საფუძველზე უთუოდ გვაქვს უფლება, რომ პიაჟეს მიერ ფორმულირებული „შედარებითი ცენტრაციის კანონი“ ძალაში დაეტოვოთ, როგორც იგი უწოდებს, მხოლოდ „პირველადი ილუზიების“ მიმართ, რომელიც ყურადღების რხევის შედეგადაა აღმოცენებული. ამ კანონის „მეორადი“, ე. ი. განწყობის ილუზიებზე გავრცელებისათვის არც ჩვენ და, როგორც ვნახეთ, არც პიაჟეს გააჩნია სათანადო საფუძველი.

### ვ) აღქმის განწყობისეული მოდელი

აქ მხოლოდ ისეთი საკითხების დახასიათებაზე შევჩერდებით; რომელიც ღიად დატოვებულია აღქმის როგორც ანატომიური, ისე ფენომენოლოგიური მოდელის დამუშავების დროს და რომლის გათვალისწინებას სრულიად გარკვეული მნიშვნელობა ექნება აღქმის ფსიქოლოგიური პრობლემის დამუშავებისათვის. ამ ფაქტებიდან ზოგიერთი ჩვენთვის ცნობილია, მაგრამ ამ ასპექტით არ გვიცდია მათი განხილვა. პირველ რიგში გავეცნოთ შთაბეჭდილებათა.

ასიმილაციურ მიმდინარეობას ჩვენ განკარგულებაში არსებული ექსპერიმენტული შედეგების მიხედვით.

უტოლო ობიექტების 10—15-ჯერ მიწოდებით განწყობის ფიქსაციის შემდეგ, როგორც ცნობილია, მომდევნო შთაბეჭდილებათა ასიმილაცია ერთი მიმართულებით მიმდინარეობს და, საბოლოოდ, აღქმის საგანი ისეთ სახეს იძენს, როგორიც იყო მისი წინმსწრობი განწყობა. ტოლ ობიექტებს სუბიექტი როგორც უტოლოებს აღიქვამს, ხოლო განსხვავებული სიდიდის ობიექტებს—ტოლად.

ეპილეფსიით დაავადებულ პირებს 10—15-ჯერ მივაწოდეთ ტაქისტოსკოპური წიხით სიტყვა: „ვაფრთხილება“ აღსაქმელად, ამის შემდეგ —მისგან შინაარსითა და სტრუქტურითაც განსხვავებული სიტყვა: „განცხადება“. შედეგი იგივე აღმოჩნდა: კრიტიკულ ცდაში განწყობისადმი ასიმილაციით წარმართა შთაბეჭდილებათა გადაძლევა. რომლის გამო ავადმყოფი „განცხადება“-ს ადგილზე ხელაღდა სიტყვა „ვაფრთხილება“-ს და ასედაც აღიქვამდა მას არა ერთხელ, არამედ ზედიზედ რამდენიმეჯერ.

ზ. ხოჯავას ამავე მიზნით გამოყენებული აქვს ეგრეთ წოდებული „ნეიტრალური ასოებით“ კითხვის მეთოდი. იგი შემდეგში მდგომარეობს: ცდისპირს წასაკითხად და აღსაქმელად ეძლევა 10—15-ჯერ სხვადასხვა უაზრო ბგერა, რომელიც მან ლათინურ ენაზე უნდა იკითხოს. ამ ენაზე კითხვისთვის შზაობის მტკიცედ ფიქსაციის შემდეგ ცდისპირი აზრიან რუსულ სიტყვებს ღებულობდა, რომელიც სპეციფიკურ რუსულ, ისე არასპეციფიკურ ასოებს შეიცავდა. მიუხედავად ამისა, ეს სიტყვებიც ფიქსირებული განწყობისადმი ასიმილაციით იკითხებოდა და აღიქმებოდა, რაც ჩანს შემდეგი მაგალითიდან: რუსული სიტყვა *ночь* წაკითხულია ლათინურისადმი განწყობით, როგორც „ნორბა“ და ასე დანარჩენი სიტყვებაც. ასეთია ექსპერიმენტული ფაქტები, საიდანაც სრულიად ნათლად ჩანს, განწყობიდან იძენს აღქმის აქტი გარკვეულ მიმართულებას. ამიტომაც, რომ პაემანზე გამოსული ადამიანი რუსთაველის გამზირზე 1/2 კილომეტრის მანძილზე ცნობს თავის შეყვარებულს, სადაც იმდენი ხალხია, რომ, როგორც იტყვიან, ნემსი ვერ ჩაეტევა. ამავე ადამიანს სხვა დროს შეიძლება გვერდით ჩაუაროთ და ვერც კი შეგამჩნიოთ. შთაბეჭდილებათა ამდაგვარი ასიმილაციის მიზეზი, როგორც ამას ექსპერიმენტული ფაქტების გაცნობა გვეუბნება, ფიქსირებული განწყობიდან მომდინარეობს.

ახლა ფიქსირებული განწყობისა და ბაღურის ხატის ურთიერთობას შევხებით. ამ შემთხვევაში მხედველობაში გვაქვს არა მარტო

ბადურა, არამედ მის ქერქში პროექციის ადგილი მე-17 ველი. ჩვენ-  
ნი მხედველობა ორი ეკრანით სარგებლობს, როგორცაა ბადურა და  
მის მეორადად პროექციას ადგილი თავის ტვინში.

ბადურის ხატის განხილვის დროს არ უნდა მოველოდეთ ისეთ  
დამთხვევას, რასაც დედნისა და ასლის ურთიერთობა გვიჩვენებს.  
გამლიზიანებელი, რომელსაც ჩვენ ვხედავთ სამგანზომილებიანია,  
ბადურის ხატი, საერთოდ ორი განზომილებით ხასიათდება. როგორ-  
ცაა პატარაც უნდა იყოს საგანი, მისი ბადურის ხატი 100000-ჯერ  
შემცირებულია და თან გაცილებით უფრო მკრთალი, ვიდრე თვი-  
თონ ის.

ხატი არის ბადურაზე ზემოქმედი საგნის მიერ დატოვებული  
კვალი, მაშასადამე, შესაძლებელი უნდა იყოს ამ სახით წარმოდგე-  
ნილი ხატის ხილვა. ამისთვის საკმარისი ყოფილა ბადურის მგრძობ-  
ბელობის 200 000-ჯერ გადიდება, რაც ადვილად მისაწვდომი ლო-  
ნისძიებაა, თუ თვალი 1/2 საათი სიბნელეში ვამყოფეთ. სიბნელისა-  
დმი ადაპტაციის შემდეგ სინათლის სწრაფად ანთებასა და ჩაქრობას  
მოყვება თვალმოკრული საგნის თანამიმდევარი ხატის აღმოცენება,  
რომელიც იმავე ფერისაა და იმავე ადგილზეა მოთავსებული, სა-  
დაც საგანი იღო განათების დროს. ხატი 7—10 წამი ჩაუქრობლად  
ჩრება მხედველობის ველზე და შემდეგ თანდათანობით ქრება.

ჩვენ გვქონდა შესაძლებლობა ამ ხატის დამოკიდებულება  
ფიქსირებულ განწყობასთან დაგვეხასიათებია, ამიტომ ხელმეორედ  
მისი გამეორება საჭირო არაა. განწყობის ფიქსაციის შემდეგ ტოლი  
წრეების თანამიმდევარ ხატებს, როგორც თავის დროზე გვქონდა  
შესაძლებლობა მიგვეთითებია, ცდისპირი ხედავს არა როგორც ტო-  
ლებს, არამედ ერთს დიდად და მეორეს პატარად არა ერთხელ. არა-  
ნედ ზედიზედ რამდენიმეჯერ.

განწყობა ორგანიზმის მდგომარეობაა, რომლის მიხედვით, რო-  
გორც ეს რიგი ფაქტების განხილვამ გვიჩვენა, მასში შემოსული  
შთაბეჭდილებები იცვლებიან, ისეთ სახეს იძენენ, რომელიც სამოქ-  
მელო მზაობისათვის არის დამახასიათებელი.

როგორ ხდება ეს ცვლილება?

ამ საკითხის სპეციალურმა შესწავლამ გვიჩვენა, რომ თანამი-  
მდევარ ხატში განწყობის შესატყვისი ცვლილების შესატანად დრო  
ყოფილა საჭირო. ეს დრო, ყოველ შემთხვევაში რამდენიმე წამით  
უნდა აღემატებოდეს ხატის აღმოცენების ლატენტურ პერიოდს.  
გარკვეული ინტერვალი მდებარეობს, თანახმად ჩვენ განკარგულე-  
ბაში არსებული ექსპერიმენტული ფაქტებისა, გამლიზიანებლის ბა-

დურისა და ალქმის ხატებს შორის და, რაც მთავარია, ალქმის ხატი არ აღმოჩნდა ბადურის ხატის უცვლელი გამეორება.

ამ მოვლენის დასაწახად საკმარისი აღმოჩნდა კრიტიკულ ცდაში ტოლ გამლიზიანებელთა სწრაფად განათება, იმდენად სწრაფად, რომ ცდისპირმა შეამჩნიოს ფერი, მაგრამ ვერ მოასწროს მათი მოცულობის მხრივ შედარება. ამ ცდის მიმდინარეობაში წარმოიშვა ინტერვალი, რომელმაც ერთმანეთს დააშორა ბადურისა და ალქმის ზატი. ამან თავის მხრივ შესაძლებლობა მოგვცა თითოეულის მიმდინარეობაზე ცალ-ცალკე გვეწარმოებია დაკვირვება. თანამიმდევარი ხატის აღმოცენების მომენტიდან ორივე წრეების თანამიმდევარი ხატები ტოლი ჩანდნენ, მხოლოდ გარკვეული მომენტის შემდეგ ერთ-ერთი მათგანი თანდათან გაიბერა და ილუზორული მოცულობა შეიძინა.

აქედან ცხადი უნდა იყოს, რომ მხედველობითი შთაბეჭდილება, რომლის შესახებ გვაქვს მსჯელობა, ასიმილაციის ორ საფეხურს გაივლის: პირველ საფეხურზე გამლიზიანებელი ფოტოგრაფიული სიზუსტით აღიბეჭდება, ხოლო მეორე საფეხურზე იგი ფიქსირებული განწყობის საფუძველზე გადამუშავებული პოულობს ადგილს ჩვენ განცდაში. პირველ შემთხვევაში საქმე რეცეპტორულ ფენომენტთან გვაქვს, ხოლო მეორე შემთხვევაში იგივე ფენომენტის ორგანიზმის მდგომარეობის, მისი განწყობის მიხედვით გადამუშავებასთან.

თვალი ფოტოქიმიური რეცეპტორია და მასში გამლიზიანებელი ფოტოსურათისათვის დამახასიათებელი სიზუსტით აღიბეჭდება. რეცეპტორი თვითონ არასოდეს არ ცდება. ორგანიზმში მისი მეშვეობით შემოსული ფენომენტის განცდა ამ საფეხურზე არ წყდება, იგი გარკვეული მომენტის შემდეგ ორგანიზმის გარკვეული მოქმედებისათვის მზაობის შესატყვისად შეცვლილი წარმოსდგება ჩვენ წინაშე. თუ რაც ჩვენში წარსულს ეკუთვნის, მაგრამ აწმყოს შთაბეჭდილებაზედაც პოულობს გავლენას არის ის, რასაც გამოცდილება ეწოდება, მაშინ სრული უფლება გვაქვს გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ იგი განწყობის სახით არის ორგანიზმში ფიქსირებული. მასში შემოსულ შთაბეჭდილებას ორგანიზმი დროთა ვითარებაში შექმნილ გამოცდილებების, ე. ი. ფიქსირებული განწყობის ამოქმედებით ხვდება და სათანადო ცვლილებასაც იწვევს. ერთი სიტყვით, ორგანიზმი არ არის შესავალ და გამოსავალკარებიანი „შავი ყუთი“. ლადაც იმპულსები შეიძლება თვითნებურად მოძრაობდეს. ორგანიზმი სისტემაა, მასში მიმდინარე პროცესებიც ამით განსხვავდება

სინჯარაში მოლექულების ქაოტური მოძრაობისაგან. ორგანიზმში მიმდინარე პროცესებს ყოველთვის აქვს გარკვეული მიმართულებით მოქმედების მზაობა, ამიტომ მისი პასუხი გამღიზიანებელზე არასოდეს არ არის სავსებით ისეთივე, როგორც იყო იგი ორგანიზმში შემოსვლის მომენტში.

არსებობს ამისი მაუწყებელი სხვა ექსპერიმენტული ფაქტებიც. სიბნელისადმი თვალების ადაპტაციის შემდეგ სუბიექტს, რომ დაუმთავრებელი წრე ან სამკუთხედი გაუუნათოთ, სინათლის ჩაქრობის შემდეგ იგი დაინახავს ამ ფიგურის დაუმთავრებელ თანამიმდევარ ჩატს, რომელიც ჩაქრობამდე შეიძენს დამთავრებული ფიგურის ფორმას. ჩვენ მოწმენიც აღმოვჩინდებოდით, როგორ მიიწევენ ერთნაწილისაგან ღია ნაწილები და როგორი თანამიმდევრობით იხურება იგი. ასეთივე ცვლილებას ჰქონდა ადგილი სამკუთხედის დაუმთავრებელ ხატში, მისი გვერდები ამოქმედდა და ერთმანეთთან თანდათანობითი მიახლოებით დაიხურა მისი წვერი.

ამ შემთხვევაში თანამიმდევარ ხატში დაახლოებით ისეთი ცვლილება გვაქვს. რომელიც ჩვენთვის ცნობილია ტოლი წრეების სწრაფად განათების ცდიდან. ორივე შემთხვევაში რეცეპტორის მიერ სწორად შენიშნული გრძობადი შინაარსებიდან ილუზორულად შეცვლილი ხატი ყალიბდება: პირველ შემთხვევაში ტოლი წრეების ხატი ტოლი იყო და შემდეგ ილუზორულად შეცვლილი მოცულობა შეიძინა, მეორე შემთხვევაში დაუმთავრებელმა ხატმა დამთავრება განიცადა. თანამიმდევარ ხატში ამდაგვარი ილუზორული ცვლილების მიზეზი ჩვენთვის ცნობილია და იგი გამეორებით საგანგებოდ მითითებას არ საჭიროებს.

საკმაოდ კარგად ცნობილია, რომ თვალის მოძრაობას ფიგურის, მისი კონტურების აღქმაში მნიშვნელოვანი წვლილი უდევს, მაგრამ ჯერ არავის უცდია ეჩვენებია რა აქვს საერთო აღქმას კუნთების მოძრაობასთან, კინესტეტკურ შეგრძნებასთან.

სიბნელისადმი თვალის ადაპტაციის შემდეგ ცდისპირს ხელში წიგნი აქვს, რომლის მომენტალურ განათებასა და ჩაქრობასთან სდევს სიბნელეში ამ საგნის თანამიმდევარი ხატის აღმოცენება. ამ ხატის ქვრეტის მომენტში ხელის მოხრასთან დაკავშირებით თანამიმდევარი ხატი იკუმშება და დაპატარავებული ჩანს, ხელის გაშლასთან დაკავშირებით იგი თანდათან ფართოვდება და თავისი ნორმალური მოცულობა უბრუნდება.

ახლა იგივე ცდა გავიმეოროთ, მაგრამ წიგნის თანამიმდევარი ხატის გამოჩენის შემდეგ პატარა ან საგრძობლად უფრო დიდი

წიგნი მიეცეთ ცდისპირს ხელში. საინტერესოა, რომ ამ შემთხვევაში ხელების მოხრასა და გაშლას არ მოჰყვება ხატის დაპატარავებისა და გადიდების ზემოაღნიშნული მოვლენა. იქვე თუ იგივე წიგნი ჩას ხელში მიეცით ხატის ჩაქრობამდე, რომელიც მას თავიდანვე კჭონდა ხელში, ხელის მოხრა-გაშლასთან შეუღლებული ფენომენი მყისვე აღსდგება,

თანამიმდევარი ხატის ჰერეტიკის მომენტში მას ხელიდან წიგნი გამოვართვათ და იგი ხელის კანზე გავატაროთ, ვნახავთ, რომ თვალისკენ კანზე მოძრაობის დროს ხატი დაპატარავდება, ხოლო საწინააღმდეგო მოძრაობის დროს კვლავ გადიდდება.

ბუნებრივია ვიკითხოთ, თანამიმდევარ ხატში რატომ ერთ შემთხვევაში ჩანს ხელის მოძრაობასთან შეუღლებული ცვლილება და მეორე შემთხვევაში არა? რატომ არ იწვევს ამავე ეფექტს ცარიელი ხელის მოძრაობა? შეიძლება ექვი დაიბადოს—ცოდნას ხომ არ უდევს ამაში რაიმე წვლილი, მაგრამ ამის საწინააღმდეგოდ გვეუწყება ის, რომ მან თავიდანვე იცოდა საქმე აქვს თანამიმდევარ ხატთან, მაგრამ ამას სრულიად არ შეუშლია ხელი ზემოაღნიშნული ფენომენის გამომჟღავნებისათვის. ერთ-ერთ ცდაში ცდისპირი ცდილობდა წარმოესახა ხელის მოძრაობა, მაგრამ ამას არავითარი ცვლილება არ მოჰყოლია თანამიმდევარ ხატში.

ყველაფერი იმის სასარგებლოდ მეტყველებს, რომ ცდისპირი ხელმძღვანელობს არა ცოდნით, არამედ უკუქცევითი ინფორმაციით. ამის მიხედვით ხდება პირველად და მეორედ ხელში აღებული საგნის სიბნელეში შედარება და როგორც კი მათ შორის საგრძნობ განსხვავებას ექნებოდა ადგილი, ჩვენი ფენომენის მოქმედება წყდება. ალბათ, ასეთი ინფორმაციის მიღებისათვის აკეპტორი არ იყო მზად, რაც შემდეგი ვითარებიდანაც ჩანს: ხატის ჩაქრობამდე იმავე საგნის ხელში აღებას ყოველთვის თან სდევდა ორგანიზმის სამოქმედო მზაობის განახლება და დროებით შეწყვეტილი ფენომენის ხელმეორედ აღმოცენება.

თანახმად ჩვენი ექსპერიმენტული შედეგებისა, თანამიმდევარ ხატში ზემომითითებული ცვლილება შეუღლებულია არა რომელიმე სტიმულთან, არამედ ორგანიზმის მდგომარეობასთან და ამის გამოა, რომ ხატში ცვლილება ხელის, ფეხის, თვალის მოძრაობასთან, კანის შეგრძნებასთან არის დაკავშირებული. ამ რეცეპტორებთან ხატის კავშირი ერთმანეთისაგან განცალკევებული არ აღმოჩნდა, პირიქით, არსებობს წამყვანი ორგანო, რომლის მეშვეობით ხორციელდება თანამიმდევარი ხატის კავშირი სხვადასხვა სახის



რეცეპტორთან. ერთ-ერთ ცდაში თანამიმდევარ ხატზე დაკვირვება ვაწარმოებთ ისეთ პირობებში, როცა ცლისპირი მარცხენა მხარეს იყურებოდა, ხოლო ხელები მარჯვნივ ჰქონდა გადატანილი და ისე განაგრძობდა მათ მოხრასა და გაშლას. ასეთ გათიშულ მდგომარეობაში ჩვენი ფენომენი გაქრა. აქედან უნდა დაგვესკვნა, რომ თვალი წამყვანი ორგანოა და მისი მოძრაობის მეშვეობით ხორციელდება თანამიმდევარი ხატის შეუღლებული მოქმედება სხეულის სხვადასხვა ნაწილებიდან წამოსულ კინესტეტიკურ შეგრძნებებთან.

უშუალოდ თვალის მოძრაობას, ცხადია, არ შეუძლია თანამიმდევარ ხატში ცვლილების გამოწვევა, მაგრამ იგი ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში ისეთი მდგომარეობის აღდგენის სიგნალის როლს ასრულებს, რომლის მოქმედებისას ადამიანს თანამიმდევარი ხატი დაპატარავებული უნახავს, ხოლო თვალის განსხვავებული მიმართულებით მოძრაობის დროს — გადიდებული. ბადურის ხატისა და ფიქსირებული განწყობის ურთიერთობიდან ვიცით, რომ თანამიმდევარ ხატში გადიდებისა და დაპატარავების მიმართულებით ცვლილება ინდივიდის განწყობის საფუძველზე ხორციელდება. თვალის მოძრაობა ინდივიდში დროთა ვითარებაში ფიქსირებული განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალის როლს ასრულებს, რასაც თან სდევს ხატში მისი შესატყვისი ცვლილება.

რატომ ვხედავთ იგივე ხასიათის ცვლილებას ხატში კანის რეცეპტორები: გალიზიანების შემთხვევაში? აქ უნდა გავიხსენოთ ფიქსირებული განწყობის ერთ-ერთი თავისებურება, რომელიც ირადიაციის სახელწოდებით იყო აწერილი. ჰაპტური სფეროს (ტაქტილური რეცეპტორების) მონაწილეობით ფიქსირებულ განწყობას აღმოაჩნდა ძალა, რომ ინდივიდს ტოლი წრეები უტოლოდ დაენახა და, პირიქით, ოპტიკური რეცეპტორების მონაწილეობით განწყობის ფიქსაციის შემდეგ ტოლი ბურთები აღექვა განსხვავებული ზიდიდის ობიექტებად. ჩანს, ფიქსირებულ განწყობას თანაბრად ემორჩილება რეცეპტორების მოქმედება და, მაშასადამე, კანის რეცეპტორიც. ფიქსირებული განწყობის ამდაგვარ მოქმედებას ემყარება, ჩვენი აზრით, თანამიმდევარი ხატის თვალის, ხელების, კანის გალიზიანებასთან შეუღლებული მოქმედება.

აქვე შეიძლება გავიხსენოთ, რაც ჩვენთვის ცნობილია პირობითი სიგნალისა და ფიქსირებული განწყობის ურთიერთობის დასახასიათებლად. ამის საფუძველზედაც შეგვეძლო გამოგვეტანა დასკვნა, რომ კინესტეტიკური გალიზიანება ჩვენ ცდებში ფიქსირებული განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალის როლს ასრულებს და ცვლი-

ლებაც თანამიმდევარ ხატში ამის საფუძველზეა აღმოცენებული. თვალის მოძრაობა სათანადო განწყობის აქტუალიზაციის სიგნალის როლს ასრულებს, ამიტომ თვალი თუ ისეთ მოძრაობას აკეთებს, რომლის შედეგად თანამიმდევარ ხატს დაპატარავება განუცლია, ამის შესატყვისი პირობების აღდგენის გამო მასში დაპატარავებისათვის დამახასიათებელ ცვლილებას ვხედავთ, პირიქით ვითარებაში — მის გადიდებას.

ახლა გვსურს ერთ გარემოებას მივაქციოთ ყურადღება, რომელიც დღემდე არ ყოფილა ჩვენი საგანგებო განხილვის საგანი. თანამიმდევარი ხატი ჩვენ ცდებში ყველგან სხეულის კუნთების მდგომარეობის შესატყვისი პოზიციას იკავებს. ხელების კუნთების თანდათანობითი შეკუმშვის პარალელურად იკუმშება ხატის მოცულობა, იგი პატარავდება. ხელის კუნთების გაშლის, ე. ი. მისი შეკუმშვიდან განთავისუფლების მიხედვით ხატიც თანდათანობით იშლება და გადიდებული ჩანს. თუ თვალი ახლო ხედვის მდგომარეობაში დაეაყენეთ, რაც ცილიარული კუნთების მაქსიმალურად შეკუმშვას იწვევს, ამას თან სდევს ისევე იგივე ფენომენი, რომელიც ჩვენთვის ხელის კუნთების შეკუმშვასთან დაკავშირებით არის ცნობილი — ხატის დაპატარავება. თვალის შორს მხედველობის პოზიციას დაეყენება, რასაც თან სდევს ცილიარული კუნთების შეკუმშვიდან განთავისუფლება, იწვევს იგივე ცვლილებას, რასაც ხელის გაშლა იწვევდა, ე. ი. ხატის თანდათან ზრდას მოცულობაში.

თითქოს ამაში ახალი არაფერი უნდა იყოს, რადგანაც თანამიმდევარ ხატში ამ სახის ცვლილებას დიდი ხანია იცნობენ და მისი ზრდა და დაპატარავება მანძილთან დაკავშირებულ მოვლენად იყო ცნობილი. ამის მხედველობაში მიღებით ჩამოყალიბებულია ეგრეთ წოდებული ემერტის კანონი, რომლის მიხედვით თანამიმდევარ ხატის ზრდა და შემცირება მიმდინარეობს მანძილის პროპორციულად. თანახმად ჩვენ მიერ განხილული ფაქტებისა, ამ მოვლენაში მანძილს არავითარი წვლილი არ უდევს. ხატში ცვლილებას კუნთების პოზა, ე. ი. მისი ტონიკური მდგომარეობა იწვევს, ამიტომ მისთვის დამახასიათებელი ცვლილებაც ამის მიხედვით უნდა იქნეს ფორმულირებული. ჩვენ ფრიმენტან ერთად კუნთების პოზას, მის ტონიკურ მდგომარეობას ინდივიდის ქცევის გასაგებად მივაკუთნეთ განწყობისათვის დამახასიათებელი მნიშვნელობა. საქმე ისაა, რომ ცვლილებას ადგილი აქვს არა მარტო ცილიარულ ან ცალკე ხელის კუნთებში, არამედ, როგორც ვნახეთ, ორივეში ერთდროულად, რაც უფლებას გვაძლევს ვიმსჯელოთ არა ცალკეული

კუნთის შეკუმშვა-გაფართოების, არამედ სხეულის პოსტურალური პოზის შესახებ.

ყოველ შემთხვევაში ერთი რამ სრულიად ცხადია, ცვლილებას ხატში მანძილთან პირდაპირი კავშირი არ გააჩნია, იგი ორგანიზმში არსებული ფენომენია, ამიტომ ცვლილება მასში ორგანიზმის მდგომარეობასთანაა დაკავშირებული. თანახმად ზემოაღნიშნულისა შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა: თანამიმდევარი ხატის გადიდება და დაპატარავება არა მანძილთან, არამედ კუნთების შეკუმშვა-გაფართოებასთანაა შეუღლებული. კუნთების შეკუმშვის ინტენსივობის მიხედვით თანამიმდევარი ხატის დაპატარავებას განიცდის, კუნთების გაშლის პარალელურად იზრდება მისი მოცულობა. ვფიქრობთ, ეს უფრო სწორად ასახავს საქმის ვითარებას, ვიდრე ეგრეთ წოდებული ემერტის კანონი. ცვლილება თანამიმდევარ ხატში, ჩვენი აზრით, არის კუნთების მდგომარეობის და არა მანძილის ფუნქცია.

ჩვენ განკარგულებაშია ფაქტები, რომლებსაც გარკვეულ წვლილის შეტანა შეუძლია ალქმის კონსტანტობის საკითხში. ალქმის კონსტანტობის მკვლევრის წინაშე ერთი ძირითადი საკითხი იდგა. რომელიც ამჟამადაც ღიადაა დატოვებული. მხედველობაში გვაქვს ბადურისა და ალქმის ხატს შორის არსებული ურთიერთობა, რომელიც მდგომარეობს შემდეგში: ბადურის ხატი იცვლება საჯნის მდებარეობის; განათების, მანძილის მიხედვით, ხოლო რაც შეეხება ალქმის ხატს, იგი მიუხედავად ამისა გარკვეულ პირობებში არ განიცდის ცვლილებას. როგორ უნდა იქნას ეს გაგებელი?

ვფიქრობთ, რომ ბადურის ხატისა და ფიქსირებული განწყობის ურთიერთობის დასახასიათებლად ჩვენ განკარგულებაში არსებული ექსპერიმენტული ფაქტები, რომლის შინაარსი ჩვენთვის ცნობილია, შესაძლებლობას იძლევა ზემოდასმულ კითხვაზე გავცეთ პასუხი. ჩვენ არა ერთი მაგალითი მოგვიყვანია იმის დასამტკიცებლად, რომ ალქმის ჩამოყალიბებას საფუძვლად უდევს ფიქსირებული განწყობის მოქმედება, მის ხატში ისეთ ცვლილებას აქვს ადგილი, როგორცაა ინდივიდის ფიქსირებული განწყობა. ამრიგად, გამლიზიანების ალქმა (ალქმის ხატი) და თანამიმდევარი ხატი—ორივე თანაბრად ემორჩილება მას და ორივეში ერთისა და იმავე ხასიათის ცვლილებას აქვს ადგილი. ერთი სიტყვით, განწყობის გავლენის გარეშე არც თანამიმდევარი ხატია დარჩენილი.

მაშასადამე, თანახმად აქ აღნიშნულისა, თავისთავად არც აღქმის ისეთი მოვლენა, რომ ცვლილებას არ განიცდიდეს და არც აღქმის გამომწვევი გამლიზიანებლის თანამიმდევარი ხატი, ამიტომ ჩვენი ჯანსაღი მოვლენის კონსტანტობის მიზეზი არა ხატში უნდა ვეძიოთ, არამედ მის გარეთ. იგი ორგანიზმის ისეთ თვისებაზე უნდა იყოს დამოკიდებული, რომლისთვის კონსტანტობაა დამახასიათებელი. ასეთია, თანახმად ჩვენ ვანკარგულებაში არსებული მასალებისა, ინდივიდის ფიქსირებული განწყობა. ჩვენ ვნახეთ, რომ მიუხედავად ცდის სხვადასხვა დროს ჩატარებისა, ყოველ ინდივიდში ერთხელ გამომყდენებული განწყობის ტიპი არ იცვლება, მისთვის კონსტანტობაა დამახასიათებელი.

აღქმის კონსტანტობა შედარებითი ცნებაა, მიუხედავად იმისა, რომ იგი ყოველ ინდივიდში ერთნაირი სახით მქალაქდება. აღქმის კონსტანტობის ექსპერიმენტული შესწავლით დადგინდა, რომ ამ დროს ადგილი აქვს ეტალონსა და ცვალებად გამლიზიანებელთა ზვისებების ერთმანეთთან მიმართებაში მოყვანას, მათ გათანაბრებას. ამ შესაძარებელ საგანთა თვისებების გათანაბრებული აღქმის სახით ვლინდება თითოეულ ინდივიდში აღქმის კონსტანტობა. აღქმაში ასეთი კორექტივის შემტანი. როგორც ამ საკონსტანტობის ექსპერიმენტულმა შესწავლამ გვიჩვენა, არის ინდივიდის ფიქსირებული განწყობა. გამოირკვა, რომ განწყობის შედეგად ადგილი აქვს განსხვავებული სიდიდის გამლიზიანებელთა ტოლი სიდიდის გამლიზიანებლად აღქმას. მაგალითად, უტოლო წრეების მიწოდებით განწყობის ფიქსაციის შემდეგ ცდისპირი 20 და 21,5 მმ, ზოგჯერ 20 და 22 მმ წრეებს როგორც ტოლ წრეებს აღქმავს. რასაკვირველია, ამ შემთხვევაშიაც ილუზორულ აღქმასთან გვაქვს საქმე, რომელიც გამოწვეულია იმით, რომ პატარა წრის მოცულობა განწყობის ზეგავლენით იზრდება იმდენად, რომ ცდისპირს ორივე თანაბარი მოცულობის გონია. გამლიზიანებელთა თვისებების გათანაბრებას, როგორც ეტყობა. აღქმის კონსტანტობის ცდებშიაც საფუძვლად უდევს ინდივიდის განწყობა.

აღქმის კონსტანტობის შემდეგ დამახასიათებელ თვისებებებს შეადგენს ის, რომ ყოველ ინდივიდში იგი ერთნაირი ოდენობითაა წარმოდგენილი, უკეთ, ერთისთვის კონსტანტური თვისების მატარებელი აღქმა შეიძლება მეორისათვის არ იყო ამ თვისების მატარებელი. ესეც პოულობს გამართლებას ფიქსირებული განწყობის საფუძველზე. ვინაიდან გამოირკვა, რომ მისი ძალა ყველა ინდივიდში ერთი და იგივე ოდენობით არ არის წარმოდგენილი. განწყობის

ალუზიის ძალის გაზომვამ გვიჩვენა რომ მისი ოდენობა საშუალოდ 1,5 მმ-მდე აღწევს. მოზრდილი ადამიანების უმრავლესობა 20 და 21,5 მმ წრეებს, განწყობის სათანადო წესით ფიქსაციის შემდეგ, ილუზორულად აღიქვამენ და ჰგონიათ, რომ 21,5 მმ წრე პატარაა შედარებით 20 მმ-თან.

ასეთია საშუალოდ ფიქსირებული განწყობის მოქმედების ძალა, რომელიც თითოეულ ინდივიდში, მიუხედავად ცდის პირობების ცვალებადობისა, არ იცვლება, ე. ი. კონსტანტურია. ასევე კონსტანტურია თითოეულ ინდივიდში განწყობის გამათანაბრებელი ძალა, რომელიც თანახმად ჩვენი გაზომვისა, 1,5 დან 2 მმ შორის მდებარეობს. თითოეული ინდივიდი საკუთარი განწყობის მოქმედების (ძალის) ფარგლებში ახორციელებს შესადაარებელ გამლიზიანებელთა თვისებების გათანაბრებას აღქმის კონსტანტობის ცდაში. აქედან მომდინარეობს ინდივიდთა შორის აღქმის კონსტანტობის მიხედვით მსგავსება და განსხვავება.

როგორც ითქვა, აღქმის კონსტანტობა გარკვეული პირობების შემდეგ ირღვევა და კონსტანტური აღქმა აკონსტანტური აღმოჩნდება. ხე გარკვეული მანძილის ფარგლებში უცვლელი სიდიდისა ჩანს, მაგრამ ძლიერ შორს დაპატარავებული გამოჩნდება. რა უნდა იყოს ამის მიზეზი? თუ აღქმის კონსტანტობის მიზეზი ინდივიდის ფიქსირებულ განწყობაშია საძიებელი, მაშინ ამის გაგება მის საფუძველზე უნდა მოხერხდეს. აღნიშნული იყო, რომ განწყობის მოქმედებას ძალა აქვს 1,5—2 მმ-ის ფარგლებში, ამას თუ აღვშენებთ გამლიზიანებელთა შორის განსხვავება, განწყობის გამათანაბრებელი მოქმედება ძალას კარგავს და გამლიზიანებელთა შორის სხვაობა იჩენს თავს. ერთი სიტყვით, ირღვევა აღქმის კონსტანტობის აუცილებელი პირობა და შედეგიც ამის შესატყვისია.

ორგანიზმის მოქმედება დაწყებული ჰომეოსტაზის დამახასიათებელი პროცესებით და დამთავრებული გარემოსთან შეგუებულ კეცვით არასოდეს არ არსებობს განწყობის გარეშე, ამიტომაცაა, რომ აღქმის კონსტანტობის ჩანასახს ისეთ ცოცხალ არსებებშიაც ვნახულვით, როგორცაა: წიწილა, თევზი და ა. შ. განწყობის არაცნობიერი მოქმედება, რომლის შესახებ ზემოთ გვქონდა მსჯელობა, აქ ჩვენ მიერ გამოთქმულ მოსაზრებათა სისწორის დასაანახავად მეტად მნიშვნელოვანი არგუმენტია. ფიქსირებული განწყობა ამ შემთხვევაშიაც როგორც მოქმედების აკცეპტორი ორგანიზმში განაგრძობს მოქმედებას.

ასეთი წვლილი უდევს ინდივიდის განწყობას მის აღქმაში, ამიტომ შეუძლებლად მიგვაჩნია მისი სრულფასოვანი მოდელის შედგენა ზემოაღნიშნულის გათვალისწინების გარეშე. რასაკვირველია. ჩვენი მსჯელობა სრულიად არ გამოირცხავს პეტლისა და მაკ-კალოკის დამსახურებას, მაგრამ აღქმის მოვლენის გასაგებად მხოლოდ ანატომიური ფაქტების ფარგლებში დარჩენა. ცხადი უნდა იყოს, რომ არ იქნება საკმარისი.

თუ შევაჯამებთ ზემომითითებულს, ვნახავთ, რომ განწყობა ორგანიზმის ისეთი აქტიურობაა, რომელიც ადაპიანის ყოველ ქცევაში, ყოველ მის ფსიქიკურ მოქმედებაში ღებულობს მონაწილეობას. ორგანიზმი სამოქმედოდ მხოლოდ იმ შემთხვევაშია მზად, როცა მისი წარსული და აწმყო ერთ მთლიანობას ქმნიან,—განწყობა წარსულზე ზეგავლენის გზით იჩენს თავს.

სწორედ ეს აღძრავს ინტერეს იმისა, რომ გავიგოთ—არის თუ არა შესაძლებელი ფიქსირებული განწყობის ჩვენთვის ცნობილ თავისებურებათა ბინალური რიცხვებით კოდირება. ამისთვისაა საჭირო განწყობის თითოეული თავისებურება, როგორც ერთხელაც ვაჩვენეთ, სიტყვის დასაწყისი ასოებით აღვნიშნოთ და შემდეგ ამ ასოების შესაფერისი რიცხვების კოდი მოვინახოთ.

ცხრილი 15

განწყობის თავისებურება	ექვივალენტური ასო	ბინალური კოდი +	ბინალური კოდი -
1. აგზნებადი	ა	16	16
2. მტკიცე	ბ	11	11
3. დინამიკური	დ	30	30
4. პლასტიკური	პ	24	24
5. კონსტანტური	კ	19	19
6. სტაბილური	ს	05	05
7. ირაღირებული	ი	12	12
8. გენერალიზაცია	გ	10	10

განწყობა ერთმანეთთან დაპირისპირებული, უკეთ, ურთიერთსაწინააღმდეგო ნიშნებით ხასიათდება, ამიტომაც გვაქვს ერთისა და ომევე ნიშნისთვის ორი კოდი მოყვანილი. აქ ტირე (—) უარყოფის აღმნიშვნელია, როცა იგი კოდის წინ დგას, ეს ნიშნავს იმას, რომ ამ კოდით წარმოდგენილი ნიშანი ფიქსირებულ განწყობას არ ახასიათებს. თუ აგზნებადობის მაჩვენებელი კოდი 16-ია, მაშინ ეს გვეუბნება განწყობის არააგზნებადობაზე. მეორე სტრიქონზე წარმოდგენილი 11-გვიჩვენებს, რომ განწყობა არ ყოფილა მტკიცე, იგი

სისუსტით ხასიათდება. აგრეთვე 30-იუწყება—განწყობისათვის დამახასიათებელი ყოფილა სტატიკურობა და არა დინამიკურობა. 24-ით ჩვენ განწყობის პლასტიკურობა გვაქვს აღნიშნული, ამიტომ 24-განწყობის აქ თავისებურებას ეწინააღმდეგება და მის სიტლანქებზე მიუთითებს. ამრიგად, 24-განწყობის სიტლანქის აღმნიშვნელი კოდია. ასევე 19-განწყობის კონსტანტობასთან დაპირისპირებული კარიაბილობის აღმნიშვნელი კოდია, 0,5 სტაბილობის უარყოფელი, ე. ი. განწყობის ლაბილობის აღმნიშვნელია, ხოლო 12-ირადიაციის საწინააღმდეგო მოვლენის—ლოკალობის მაჩვენებელი.

დაეუშვათ, რომ ჩვენ მიერ გამოკვლეულ პიროვნებას აღმოაჩინდა დინამიკური სუსტი პლასტიკური განწყობა, ამის აღმნიშვნელი ასოების კოდია „დსპ“, ხოლო რიცხვების კოდი—300524, ცხადია, დანარჩენიც ასე გამოითქმის და ამგვარად, რიცხვების ბინალური კოდი სავსებით საკმარისია ამა თუ იმ ადამიანის განწყობა-თავისებურების წასაკითხავად. რასაკვირველია, ამით არ შთაგრდება ფიქსირებული განწყობის თავისებურებათა მანქანისათვის გამოსადეგი ფორმალიზაციისა და ავტომატიზაციის პროცესი, მაგრამ რაც ითქვამა, ისიც საკმარისია იმის დასანახავად, რომ ჩვენ წინაშე დგას ადვილად განსაზოციელებელი ამოცანა. ახლა ამის აღნიშვნით შეიძლება დაკმაყოფილდეთ იმის მოლოდინში, რომ უახლოეს დროში ნახებრდება განწყობის სტატისტიკური თეორიის დამუშავება.

საბოლოოდ ისიც უნდა აღინიშნოს, რომ განწყობის სახით ისეთ მოვლენასთან გვაქვს საქმე, რომელიც თავის ბუნებით ნ ე გ ე ნ ტ-რო კ ბ ი უ ლ ი ა, იგი საფუძვლად ედება სისტემათა ენტროპიის მინიმუმამდე შეზღუდვას.

### 3. აზროვნება

#### ა) შეფიქვია თუ არა მანქანას აზროვნება?

როცა მანქანა მათემატიკურ ამოცანას წყვეტს, იგი იმასვე აკეთებს, რასაც მათემატიკოსი აკეთებს იმავე ოპერაციების შესრულების დროს. მანქანა თარგმნის საკმაოდ რთულ ტექსტს, იგი ამ შემთხვევაში ისევე იქცევა, როგორც ადამიანი: თითოეულ სიტყვას, წინადადებას თავის შესატყვის სიტყვებსა და წინადადებებს უძებნის ისე, რომ აზრი არ დამახინჯდეს. რას აკეთებს ამისგან განსხვავებულს ადამიანი ერთი ენიდან მეორეზე თარგმნის შემთხვევაში, კითხულობენ კიბერნეტიკული მანქანის შემქმნელი სპეციალისტები.

მანქანას თვითონ არც ერთი ამ ოპერაციების შესრულება არ შეუძლია, მას ინჟინერი წინასწარ უმზადებს იმ მოქმედებას, რომელიც ავტომატის მიერ უნდა იქნეს შესრულებული. ამრიგად, თარგმნის არა მანქანა, არამედ ოპერატორი (ადამიანი), რომელმაც წინასწარ შეადგინა მისთვის მოქმედების გეგმა (პროგრამა). ბავშვს თავიდან არაფრის გაკეთება არ შეუძლია, მაგრამ მასაც ჩვენ ვასწავლით, როგორ ილაპარაკოს, როგორ დაიფელოს, როგორ გასცეს პასუხი ამა თუ იმ კითხვას. ეს ბავშვს არ ართმევს უოღებას. რომ იგი მივიჩნიოთ მოაზროვნე არსებად, რომელიც თანდათან ეუფლება აზროვნებას.

ჩვენ არც იმის თქმა შეგვიძლია, რომ მანქანას არ შეუძლია შესრულოს პირობითი რეფლექსის მსგავსი მოქმედება. მართალია, ამ მოქმედების შესაძენად წინასწარ მიღებულია ზომები, წინასწარ არის მექანიზმი ავტომატში ჩადებული, რომელიც მას შესაძლებლობას მისცემს იმოქმედოს ისე, როგორც პირობითი კავშირების შემუშავების შემთხვევაში ცხოველი იმოქმედებდა. ეს ნამდვილად ასეა, მაგრამ სათანადო მექანიზმის გარეშე, რასაკვირველია, ვერც ცხოველი შეძლებდა რეფლექსის შემუშავებას. აქაც ასეთი მოქმედებისათვის აუცილებელი მექანიზმი არსებობს და ამიტომაც ხერხდება სათანადო მოქმედების ჩამოყალიბება. ამოვაცალოთ ცხოველს ტვინი (მექანიზმი) და ვნახავთ, რომ მიუხედავად ექსპერიმენტისათვის გათვალისწინებული ყველა პირობის დაცვისა, ჩვენი ლონისძიება უშედეგოდ დარჩება.

მაშასადამე, აქ საკითხი სწორედ იმას ეხება, არის თუ არა შესაძლებელი ისეთი მექანიზმის მომზადება, როგორიც არის საუკუნეების განმავლობაში შექმნილი ადამიანის ტვინი? ჩვენ არ გვაქვს უფლება ამაზე უარყოფითი პასუხი გავცეთ. შეიძლება ბევრს არც ეგონა, რომ თვალის მოქმედების პრინციპზე აგებული მექანიზმი გაკეთდებოდა, მაგრამ ამჟამად ისეთი ფოტოაპარატებია ჩვენ განკარგულებაში, რომლებიც დიდად ცილებს ადამიანის თვალის შესაძლებლობებს. სმენის ორგანოს მოქმედების პრინციპებზე აგებული თანამედროვე რადიოაპარატების მუშაობა, მაგრამ როგორ ხაწყლად გამოიყურება ჩვენი სმენის ორგანო ულტრაბგერების მიმღები აპარატებთან შედარებით.

თვალი, ყური ტვინის ნაწილია, ამიტომ პრინციპულად ისეთი მექანიზმის აგებაცაა შესაძლებელი, რომელიც ტვინის ცენტრალურად მდებარე ნაწილის ანალოგიურად იმუშავებს. მართალია, ცენ-



ტრალური ჩერვული სისტემა, მისი ქერქული აპარატი გაცილებით უფრო რთული მექანიზმია და მის გასაკეთებლად, ცხადია, გაცილებით მეტი დრო და მეტი ტექნიკური შესაძლებლობაა საჭირო. მეოცე საუკუნემ ადამიანების წინაშე ამის განხორციელების რეალური შესაძლებლობა დასახა, როგორც ამის შესახებ კიბერნეტიკული მეცნიერების მიერ გადადგმული ნაბიჯი მიგვიჩვენებს.

ნუ თუ ოდესმე მანქანა აზროვნებს ისე, როგორც ადამიანი? რასაკვირველია, არა. ტვინი აზროვნების მექანიზმია, მაგრამ ისეთი, რომელიც ადამიანს ემსახურება. აზროვნებს არა მექანიზმი, არამედ ადამიანი, ამიტომაც ტვინს ადამიანის გარეშე ისევე არ შეუძლია არაფრის გაკეთება, როგორც წინასწარშედგენილი პროგრამის გარეშე თანამედროვე კიბერნეტიკულ მანქანებს. ახლაც ჩვენ ტვინს სამუშაო პროგრამას ადამიანი აწვდის, როგორც ქცევის სუბიექტი, იგიც მისი სურვილით განაგრძობს მუშაობას. ამის გარეშე მოქმედ ტვინს სრულიად გარკვეული ანალოგია მონახება სულით ავადმყოფის ქცევასთან, რომელიც შემთხვევით შეკოწიწებული ქცევის აქტებით ცხოვრობს.

ამრიგად, ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ადამიანი ბოლოს და ბოლოს ააგებს მექანიზმს, რომელსაც უახლოესი მსგავსება ექნება მის ტვინთან, მაგრამ ამით ადამიანის შემცველი მანქანა კი არ წარმოიშობა, არამედ მისი ტვინის დამხმარე მექანიზმი, რომელიც საგრძნობლად გაუადვილებს ადამიანს მოქმედებას როგორც თეორიული, ისე პრაქტიკული მოღვაწეობის სფეროში. ტვინის მსგავსი მექანიზმის ავტომატში ჩადებით იგი არ გაცოცხლდება, ისევე ავტომატი დარჩება. ხომ არ არის ამ ჩვენ მსჯელობაში წინააღმდეგობა? თუ ტვინის ანალოგიური მექანიზმის გაკეთება შესაძლებელია, რატომ არ შეიძლება ასევე ავაგოთ ისეთი რთული მექანიზმი, როგორიცაა ორგანიზმი? ცნობილია, რომ არაორგანულ სამყაროსა და ორგანულ სამყაროს მოქმედების საფუძველი არსებითად განსხვავებულია. პირველის მოქმედება ფიზიკურ კანონებს ემყარება, ხოლო მეორესი ბიოლოგიურს. რკინიდან ორგანიზმის მისაღებად არავითარი საბაზი არ გაგვაჩნია, ამიტომაც ილწვის ეშბი არამართებული პოზიციიდან თავის კომეოსტატზე დამყარებით.

ჩვენი მოქმედების ყველა სფეროში მონახება ავტომატიზმით აღჭურვილი მექანიზმები. ჩვენ რიგი ქცევის აქტებისა გაგვაჩნია, რომლებიც თავიდან აზროვნების მონაწილეობით იყო შეძენილი, მაგრამ გარკვეული დროის გავლის შემდეგ ავტომატურობა შეიძინეს. და მოქმედებენ ისე, როგორც ეს მექანიზმებული მოქმედებისათვისაა

დამახასიათებელი. ამ უკანასკნელთა სახით ისეთ ქცევასთან გვაქვს საქმე, რომელიც არ არის ადამიანისათვის სპეციფიკური, მას ცხოველებთან ვხვდებით, მათი მიმდინარეობიდან ადამიანის ცნობიერების მონაწილეობა გამორიცხულია.

თანამედროვე კიბერნეტიკული მეცნიერების შესწავლისა და განხორციელების ობიექტს სწორედ ჩვენი ორგანიზმის მოქმედების ეს სფერო წარმოადგენს. ამ თვალსაზრისით თუ შევხედავთ აზროვნებას, იქაც აღმოჩნდება ისეთი პროცესები, რომელთა ავტონატიზაციაა შესაძლებელი და, ამდენად, იგი თანამედროვე ავტომატისათვის მისაწვდომი უნდა იყოს, თუმცა ამის მიხედვით ვერ გამოვიტანთ დასკვნას, რომ მანქანა აზროვნებს.

შეიძლება გვკითხონ—რა არის აზროვნება, რით განსხვავდება იგი ადამიანის ქცევის დანარჩენი აქტებისაგან?

განწყობის ფიქსაციის შემდეგ მისი შესატყვისი ქცევის აქტები ავტომატურად მოქმედებენ და, როგორც ითქვა, ცნობიერების ჩარევის გარეშეც მას მიზანშეწონილება ახასიათებს. მაგრამ ხშირია მომენტები, როცა ქცევის ტრაფარეტით მიმდინარეობა ფერხდება, იგი გარემოსადმი შეუსატყვისია და ახალი გზის ძიება გვიხდება დაბრკოლების გადასალახავად. ვთქვათ, საკმაოდ დიდი მანძილის გადის შემდეგ მანქანამ სიჩქარე შეანელა, არც საჭე გვემორჩილება. ასეთ ვითარებაში არცერთი ჩვენთაგანი მანქანას არ მიატოვებს და ფეხით კი არ განაგრძობს სიარულს, არამედ ჩერდება და მანქანის დათვლიერებას იწყებს იმისათვის, რომ მისი მწყობრიდან გამოსვლის მიზეზი მონახოს. ერთი სიტყვით, მანქანის კარგად მუშაობას პირობებში, რაც არ ყოფილა ჩვენი მხედველობის არეში, ახლა მისი დანარჩენი მოვლენებიდან გამოყოფას და ხელმეორედ შემეცნებებს ობიექტად გადაქცევასთან გვაქვს საქმე. შემეცნების ობიექტის გამოყოფასა და მასზე სპეციალურ შეჩერებას, თანახმად დ. უზნაძის მითითებისა, ობიექტივაცია ეწოდება. სადაც ასეთ შეჩერებასთან არა გვაქვს საქმე, იქ არც აზროვნებაა მოსალოდნელი.

შეჩერებას თან სდევს ავტომატურად მიმდინარე აქტების ხელმეორედ შემეცნების ობიექტად დასახვა—საკითხის გაჩენა: რა არის ეს? ამ მომენტიდან იწყება აზროვნება, ამ სიტყვის ნამდვილი მნიშვნელობით, ე. ი. პრობლემის დასმა და მის გადასაწყვეტად აუცილებელი მიმართებების მონახვა მოვლენათა შორის. სადაც შეჩერებას არა აქვს ადგილი, იქ აზროვნებისთვის გზა გადაკეტილია და სტიმული მხოლოდ ამა თუ იმ რეაქციის სიგნალის როლს ასრულებს. სიგნალი თვითონ იწყებს მასთან დაკავშირებული რეაქციის ავტომა-

ტურად აღმოცენებას, როგორც ეს ივ. პავლოვის ცდებიდან არის ცნობილი, ამიტომ ამ შემთხვევაში აზროვნების საჭიროება არც დგას. ასეთია ყველა იმპულსური, ინსტიქტური ქცევის აქტი.

შეიძლება ჩვენი აზრის საილუსტრაციოდ სხვა მაგალითიც მოგვეყვანა. კიბეზე ჩამოსვლისას ყველაფერი, როგორც ამას ჩვეულებრივად აქვს ადგილი, რიგზე იყო და ავტომატურად მიმდინარეობდა, მაგრამ ერთბაშად ფეხი დამიძდა და დავეცი. ცხოველი ასეთ შემთხვევაში დგება და უკან მოუხედავად აგრძელებს გზას, ხოლო ადამიანი უბრუნდება დაცემის მიზეზის ძიებას, იგი ჩერდება, უკეთ, წყვეტს მოქმედებას და თვითონ საკუთარ ქცევას ხდის დაკვირვების. მისი სელმეორედ შემეცნების ობიექტად. შეჩერების მომენტიდან იწყება, როგორც დ. უზნაძე მიუთითებს, ერთხელ აღქმულის ფსიქიკური გადამუშავება, ახალი შემეცნებითი აქტიობის ჩართვა მოვლენის მსვლელობაში, რომელიც აზროვნების სახელითაა ცნობილი. სინამდვილესადმი ასეთი მიზნით შემობრუნება მხოლოდ მას შეუძლია, ვისაც შესწევს უნარი იმისა, რომ ქცევის ავტომატური მიმდინარეობის დროს წამოქრილი დაბრკოლება გონების თვალით განსახილველ ამოცანად დაისახოს.

შეუძლია ასეთი აქტის შესრულება მანქანას?

თანამედროვე მანქანაში გათვალისწინებულია მექანიზმი, რომელიც შეცდომის შემთხვევაში მოქმედებას წყვეტს და ისარი ხელმძღვრედ უბრუნდება შესრულებული მოქმედების „გადათვალისწინებას“. მაგრამ არც ერთ მანქანამ არ იცის რატომ გააკეთა ეს, რაღაცა. რასაც ჩვენ შეცდომას ვუწოდებთ. მოვლენის სწორი ანალიზის შედეგად კონსტრუქტორმა გაითვალისწინა მექანიზმი, რომელიც ასეთ მოქმედებას ასრულებს, რომელსაც ადამიანი მიმართავს აზროვნების შემთხვევაში. რასაც მანქანა აკეთებს, ეს გარეგნულად გავს აზროვნებას, მაგრამ იგი აზროვნება კი არ არის, არამედ კონსტრუქტორის მიერ წინასწარ გათვალისწინებული მექანიკური მოძრაობაა.

რასაკვირველია, უკეთესი იქნება შევწყვიტოთ პოლემიკური ხასიათის მსჯელობა და დავსვათ საკითხი ჩვენ მიერ აქ განხილულ აზროვნების თეორიამ ჰპოვა რაიმე გამოხატულება ექსპერიმენტულ კვლევა-ძიებაში, თუ არა? საქმეც ისაა, რომ ჩვენგან დამოუკიდებლად სწორედ ამ მეცნიერული პოზიციიდან არის ნაბიჯი გადადგმული კიბერნეტიკაში.

ინფორმაციის თეორიის წარმომადგენელთა აზრით, ჩვენ ერთ შემთხვევაში ინფორმაციას ვიძენთ იმისთვის, რომ ქცევა წარვმართოთ

დასახული მიზნისაკენ, ხოლო მეორე შემთხვევაში—შეძენილი ინფორმაციას დავემყაროთ ახალ სიტუაციაში სამოქმედოდ. უკეთ რომ ვთქვათ, ინფორმაცია გვეკირდება იმისთვის, რომ გამოვიჩინოთ აუცილებელი მიხვედრილება. სადაც ეს უკანასკნელი შემთხვევა გვაქვს, იქ აზროვნების მოქმედებაც მოცემულია, ვინაიდან იგი ამოცანის გადაწყვეტისაკენ არის მიმართული.

ბრუნერის (1956), სმიტის (1957) ექსპერიმენტი მიზნად ისახავს აღამიანი ისეთ სიტუაციაში ჩააყენოს, რომელიც ბინალური ხდონ. ლეზის აღმოცენებას იწვევს. იგი ვალდებულია წინასწარ გაითვალისწინოს ბინალური ალტერნატივის რომელ ელემენტს ექნება ადგილი. ექსპერიმენტის მიმდინარეობაში. ამას მხოლოდ ისეთ შემთხვევაში აქვს ადგილი, როცა ქცევის ავტომატურ მიმდინარეობას წინ გადაედობება წინააღმდეგობა და სუბიექტი იძულებულია ძველის გაგრძელებაზე ხელი აიღოს და ახალი ვითარების შესატყვისად განეწყოს სამოქმედოდ. ამასთან დაკავშირებით შეიძლება ვიკითხოთ: როგორ იბადება ახალი ჰიპოთეზი, რომლის მიხედვით სუბიექტი აწარმოებს წარსულში გამოყენებული ქცევის გადასინჯვას, რამდენად უწყობს ამას ხელს ინფორმაციის მეტი რაოდენობით შექმნა?

ამ საკითხით დაინტერესებულ მანფრედ კოხენი და ევგენი გალანტერი ცდისპირისაგან მოითხოვდნენ, რომ: 1. დასმული ამოცანის გადასაწყვეტად მიმართოს დაკვირვებისა და რეგისტრაციის გზით ინფორმაციის დაგროვებას, 2. მიხვედრილობაზე დამყარებით სცადოს მოსალოდნელი ცვლილების გათვალისწინება. ცდისხელმძღვანელი მას აცნობდა, რომ წარუდგენენ ბინალურ ხდომილებათა სერიას (მაგალითად, წითელი და მწვანე სინათლე, რომელიც მორიგეობით ინთება). ცდისპირი ადვილად გაითვალისწინებს რომელი სინათლე აინთება, რასაკვირველია, თუ წითელს ყოველთვის თან წოყვა მწვანე ფერის გამოჩენა. სინამდვილეში ფერთა მორიგეობა რთულდება, მას განსხვავებული პერიოდებითა და ინტერვალით აძლევენ, რაც ართულებს შედეგის გათვალისწინებას. ამიტომაც ხდება საჭირო ცდის გაგრძელება მანამ, სანამ ცდისპირი არ გაიზარებს გამლიზიანებელთა მორიგეობით თანამიმდევრობას.

რასაკვირველია, ამოცანის გადაწყვეტის ხელისშემწყობი და ტელისშემშლელი ფაქტორები ბევრია, მაგრამ ჩვენ აქ მათი ჩამოთვლა სრულიად არ გვინტერესებს. ცდისპირი არასოდეს არ იძლევა პასუხს ისე, თუ არ აქვს შემუშავებული მის წინ გაშლილი ექსპერიმენტული სიტუაციის შესატყვისად მოქმედების პლანი, რომელსაც კომპონენტთა სტრატეგიას უწოდებენ. გარკვეულ სტრა-

ტეგიაზე აგებული ქცევა განსხვავებულია სტოხასტიკური პროცესებისაგან, რომელიც ბუშსა და მოსტელერს აქვთ აწერილი. სტრატეგიის გზით ნოქმედი ადამიანის ქცევა სულ არ გავს T ფორმის ლაბირინტში ვირთაგვას მოქმედებას. ორივე შემთხვევაში ქცევის მექანიზმი არსებითად განსხვავებულია იმ მხრივ, რომ ინფორმაციის დაგროვება, მისი რაოდენობის ზრდა და ამის საფუძველზე შემთხვევით ამოცანის გადაჭრა კი არ აღმოჩნდა არსებითი მნიშვნელობის ფაქტორი, არამედ აუცილებელი ჰიპოთეზის წინასწარ შედგენა და მოქმედება, რასაც სპეციალურ ლიტერატურაში მიხვედრას — (Einsicht) უწოდებენ. ეს კი ისეთი რამ არის, რის კონტროლი შეუძლებელია და ამის გამოც თვითონ კოხენი და ვალანტერი სვამენ საკითხს, სადაც ეს არა გვაქვს, იქ განა შეიძლება რაიმე ღირებულება ჰქონდეს აზროვნების პრობლემის გარშემო მუშაობას?

ეს ისეთი საკითხია, მათი აზრით, რომელიც მაინც მოითხოვს კვლევა-ძიების გაგრძელებას, რადგანაც ექსპერიმენტული ინფორმაციის დიდი რაოდენობით დაგროვებას შეიძლება მოყვეს აზროვნების უკეთესი და უკეთესი მოდელის ჩამოყალიბება. ამის კონკრეტულად განხორციელების პროგრამაც აქვთ შედგენილი მათ, მაგრამ ამის განხილვას აქ არ შეეუდგებით.

ბ. ტიურინგისათვის მოაზროვნე მანქანის შექმნა არის ხანგრძლივი მუშაობისა და დროის საქმე. აქ ყველაფერი დამოკიდებულია იმაზე, რამდენად შესაძლებელია ვასწავლოთ მანქანას ის, რაც ჩვენ გვსურს. მანქანის სწავლება გადაწყვეტილ ამოცანად ითვლება, მაგრამ მას მხედველობაში უფრო რთული მიზანი აქვს. გონიერება (ინტელექტი) ადამიანს დედის მუცლიდან არ გამოყვება. ბავშვი აზროვნებას ხანგრძლივი დროის განმავლობაში სწავლობს. ეს იმაზე შიგვითითებს, რომ ბავშვის ტვინი მარტივი წარმოქმნაა, იგი თანდათან რთულდება და ამის შესაფერისად იზრდება გონებაც. ასე ფიქრობს ტიურინგი, ამიტომაც სვამს საკითხს ისეთი მანქანის გაკეთების შესახებ, რომელიც ბავშვის ტვინის მოდელი იქნება. რასაკვირველია, ამის გაკეთება არც ისე ადვილი მისაღწევია, მაგრამ მას ისეთ საქმედ წინანია, რომელიც შეიძლება განხორციელდეს. ეს იქნება მეცნიერების მიღწევის ერთი უდიდესი ეტაპი, რომელსაც უნდა მოყვეს შემდეგში მისი განვითარებისათვის ზრუნვა — ვასწავლოთ მანქანას ის, რის სწავლას ყოველი ბავშვი ახერხებს. ბავშვი იზრდება და გამოცდილებას იძენს, რაც წარმოადგენს მისი გონიერების დასაყრდენს. არ არის გამორიცხული, რომ მანქანის განვითარებაც ამ გზით წარიმართება, ვინაიდან მას აქვს მეხსიერება და, ამდენად, გამოცდილე-

ბ.ს. შეძენის უნარი. ადამიანის მეხსიერების ტევადობა, წერს ტიუჩინგი, არ აღემატება 10<sup>7</sup>, ეს ისეთი რამ არის, რომელიც შეიძლება განზოგადდეს ტექნიკის განვითარების თანამედროვე დონეზე. თანამედროვე გამომთვლელი მანქანები ოპერაციებს ათასჯერ უფრო სწრაფად ასრულებს, ვიდრე ჩვენი ნერვული სისტემა.

მანქანის აღზრდას დიდი წინააღმდეგობა ეგებება, ვინაიდან მან უნდა ისწავლოს ცნობიერების გარეშე, ეს კი მანქანისა და ადამიანის სწავლას შორის გადაუღებავ ზღვარს დებს. ვფიქრობთ, რომ ტიუჩინგი ცდება, როცა ცნობიერების როლს მხედველობაში არ იღებს. შეიძლება ადამიანს ასწავლო, რომელსაც არა აქვს მხედველობა, სმენა, როგორც ეს ელენე კელერის მაგალითიდან ვიცით. მაგრამ აქედან არ შეიძლება დადებითი პასუხის გამოტანა, თითქოს სწავლისთვის საკმარისი იყოს მოსწავლესა და მასწავლებელს შორის მხოლოდ კავშირის დამყარება. ელენა კელერი თავიდან ადამიანად დაიბადა, ამიტომ მოახერხა გაეარა განვითარების ადამიანური გზა. ბანქანა, მაშინაც როცა იგი ბეშვის ტვინის იმიტაციას წარმოადგენდა იქნება, კვლავ მანქანად რჩება; ამიტომ ვერასოდეს ვერ მიალწევს იმას, რომ ცნობიერება შეიძინოს და, მაშასადამე. ისიც რაც ცნობიერების საფუძველზე ადამიანს გააჩნია.

რასაკვირველია, შეიძლება დადგინდეს კანონები, რომლებიც განსაზღვრავენ ადამიანის ქცევის მიმდინარეობას. შეიძლება შევისწავლოთ მოქმედების წესები, როგორცაა: წითელი შუქი თუ ანათებს უნდა გაჩერდე, სიარულის დროს მარჯვენა მხარე უნდა დაიკავო და ა. შ. თუ ქცევის კანონებიც ასევე ცნობილია, მაშინ არავითარი დამაბრკოლებელი მიზეზი არ არსებობს, რომელსაც შეეძლოს ხელი შეგვიშალოს მათ ფორმალიზაციაში. ამის იქით მანქანა, საფიქრებელია, ვერ წავა, იგი თავისი იმპულსით ვერასოდეს გააქეთებს ლასკვანას, რომ არეოპაგიტული წიგნების ავტორი პეტრე ივერია, — საქართველოს მეფის ბაკურის შვილი. ასეთი რამ არც უნდა მოვთხოვოთ მანქანას, მას ამის გარეშეც შეუძლია მეტად არსებითი დახმარება გაგვიწიოს აზროვნების პროდუქტების შესაქმნელად.

მანქანა შესძლებს ყველაფერი იმის იმიტაციას, რაც ადამიანს გაუკეთებია და აზროვნების საშუალებით აქვს მოპოვებული. ამით იგი გაანთავისუფლებს ადამიანის აზროვნებას შემოქმედებითი მუშაობისათვის და ჩამოაცილებს მას ისეთ საშუალებებს, რომელიც გააღვივებებს მოითხოვს და დიდი დროის ხარჯვას.

მათემატიკური ლოგიკა კონკრეტულ მაგალითს იძლევა იმისა, მანქანური გზით როგორ არის შესაძლებელი აზროვნების წესებისა

და ფორმულების გამოყენება. ამ შემთხვევაში მხედველობაში გვაქვს აზროვნების მომენტები, რომელიც საფეხურებად არის წარბოღდენილი დ. უზნაძის მიერ ცნების განვითარების შემსწავლელად მოწოდებულ მეთოდში.

### ბ) ცნების შემუშავების ფორმალისაგან

ჩვენთვის ცხობილია აზროვნების წესებისა და კანონების მანქანური მოქმედებისათვის გამოყენების რიგი შემთხვევები. მათემატიკური ლოგიკა ამის მეტად თვალსაჩინო მაგალითს იძლევა. ამ საკითხების განხილვას ხელმეორედ აქ ვერ დავებრუნდებით. ჩვენ გვსურს ვუჩვენოთ, რომ აზროვნების სხვა მომენტებიც მოიხატება, რომელთა გადაწყვეტა მანქანური წესითაა შესაძლებელი.

ჩვენ მხედველობაში ცნების შემუშავება გვაქვს, რომლის შემადგენელი მომენტების მანქანური წესით დამუშავება და გადაწყვეტა უნდა იყოს მოსახერხებელი.

ცნების შემუშავება ხუთი ძირითადი ეტაპისაგან შედგება:

1. მასალის საკლასიფიკაციო პრინციპის მონახვა:

ა) კლასიფიკაცია ერთი ნიშნის მიხედვით,

ბ) კლასიფიკაცია ორი ნიშნის მიხედვით.

2. განზოგადება (გენერალიზაცია):

ა) ორ და სამფერიანი ფიგურების ჯგუფში განაწილება.

ბ) განსხვავებული ფორმის ფიგურების ჯგუფში განაწილება.

3. სახელდება:

ა) თითოეული ჯგუფისთვის სახელის მოძებნა,

ბ) ახალი სახელის (სიტყვის) მიხედვით ურთიერთობა.

4) სახელდებათა ცნების შინაარსის გაფაროება:

ა) სახელებულ ჯგუფში ჩვეულებრივ პირობებში სახმარი საგნების მოთავსება,

ბ) ამ საგნებისადმი ახალი სახელის გამოყენება.

5. განსაზღვრება:

ა) ექსპერიმენტულ პირობებში შექმნილი ცნების განსაზღვრება.

გამოცდილებიდან ვიცით, რომ ცდისპირმა შეიძლება ცნების შემუშავების საფეხურები გაიაროს ექსპერიმენტის ხელმძღვანელის

დანმარებით, რასაც მისგან მოითხოვენ პრაქტიკულად სწორად შეასრულოს, მაგრამ ცნების შემუშავება ვერ მოახერხოს, ე. ი. არ ჰქონდეს გაცნობიერებული წესი, რომელიც სწორედ ასე და არა სხვაგვარად მოქმედებას მოითხოვს მისგან. მანქანამაც ასე პრაქტიკულად შეიძლება ზუსტად შეასრულოს თითოეული ეტაპისათვის საჭირო მანიპულაცია, ცნების განსაზღვრებაც სწორად მოგვეცეს, მაგრამ არაფერი იცოდეს შესრულებული მოქმედების შესახებ. ამისთვის საჭიროა პროგრამის შედგენა და მანქანის წინასწარ მორთვა ამ პროგრამისათვის აუცილებელი მექანიზმებით.

წინასწარ უნდა დაგამზადოთ ფერით, ფორმით და სიდიდის მიხედვით განსხვავებული გეომეტრიული ფიგურები. ცალკე გამოვყოთ სპექტრალური ფერის დიდი და პატარა ფიგურები, ასევე ცალკე დავალაგოთ ნეიტრალური ფორმის დიდი და პატარა ფიგურები. ესენი ცალ-ცალკე უნდა მოვათავსოთ მანქანის მუხსაურების უჭრედში, რომელიც, როგორც ითქვა, დანომრილია.

ჩვენ მიერ წინასწარ დამზადებული ფიგურების კლასიფიკაცია შეიძლება ერთი ნიშნით: ფერის ან ფორმის მიხედვით, მათი კლასიფიკაცია ორი ნიშნითაც (ფერისა და სიდიდის) არის შესაძლებელი. ორი ნიშნის მიხედვით შესრულებული კლასიფიკაციის შედეგად მივიღებთ ფიგურათა ოთხ ჯგუფს: 1) დიდი სპექტრალური ფერის, 2) პატარა სპექტრალური ფერის, 3) დიდი ნეიტრალური ფერისა და 4) პატარა ნეიტრალური ფერისას. ამ ოთხ ჯგუფში ყველა ფიგურის განაწილებაა შესაძლებელი.

ამ თავისთავად რთული, მაგრამ ეტაპურად განაწილებული მოქმედების შესრულება მანქანისათვის არ არის მიუწვდომელი. მანქანის მოქმედება ამ შემთხვევაში გარეგნულად შეიძლება გავდეს იმ ბავშვებისა და სულით ავადმყოფების მოქმედებას, რომელნიც ხშირად სწორად იქცევიან, მასალის ერთ-ერთი ნიშნის მიხედვით კლასიფიკაციას ადვილად ასრულებენ, მსგავს ფიგურებს ერთად ალაგებენ, მაგრამ ისე, რომ მოქმედების პრინციპი გაუცნობიერებელი რჩება. არც მანქანის მოქმედება მიმდინარეობს ცნობიერების მონაწილეობით, რაც ცნების შემუშავების ამ მეტად მნიშვნელოვანი საფეხურის მოდელირების შესაძლებლობას იძლევა.

დანარჩენი ეტაპების მექანიზმებზე გადაწყვეტა გაცილებით უფრო ადვილია.



### გ) ინფორმაციის რაოდენობა აბსოლუტურ მსჯელობებში

როცა შაეისა და წითლის, დიდისა და პატარას შესახებ ვმსჯელობთ, ფაქტიურად მსჯელობასთან არც გვაქვს საქმეო, მიუთითებენ რიგი მკვლევრები, რადგანაც ამ შემთხვევაში მიმართების, ე. ი. მსჯელობის გარეშე ხდება თეთრის თეთრად და შაეის შავად აღქმა. თუ ეს ასეა, ცხადია, საქმე აბსოლუტურ შთაბეჭდილებას ეხება და არა მსჯელობას, მაგრამ მთლად ასედაც არ უნდა იყოს. თეთრი არ არსებობს შაეის წარმოდგენის გარეშე, დიდი პატარას წარმოდგენის გარეშე და ა. შ. აქ თითოეული თავის საწინააღმდეგო შინაარს გულისხმობს და ამდენად მიმართება მათ შორის სავსებით გამორიცხული არ არის. სადაც მიმართებასთან გვაქვს საქმე, იქ აზროვნების არსებობაც უეჭვოა. ერთი სიტყვით, მოვლენა, რომელიც გვსურს კვლევის საკითხად გავიხადოთ, მსჯელობის ისეთი პრიმიტიული სახეა. რომელიც აღქმისაგან გამოუყოფელ აზრს ემყარება და ამდენად აღქმასთან უფრო ახლოს დგას, ვიდრე აზროვნებასთან.

შესასწავლი მოვლენის პრიმიტიულობა შესაძლებლობას იძლევა, ვცადოთ მისი განხილვა ინფორმაციის თეორიის ტერმინებით. თითოეულ ჩვენთაგანს შეუძლია ოთახში მიიხედ-მოიხედოს და ფაქტობრივი საგნები თავისი სახელით აღნიშნოს, მაგალითად, თუ იქ ქუდი ეკიდა, თავისთვის გაიმეოროს: „შავი ქუდი“, „შავი ჰიანინო“, „დიდი მაგიდა“ და ა. შ. ამ მოვლენის ლაბორატორიული წესით შესწავლის მიზნით, ცდისპირს აწვდიან სხვადასხვა სტიმულს და მან უნდა დაასახელოს თითოეული. სტიმულების მიწოდება შეიძლება მოწესრიგებულად—ყველა საგანი გრძელი იყოს ან მოკლე. შეიძლება მათი მოუწესრიგებლად მიწოდება, სრულიად არ იყოს მხედველობაში მიღებული მათი ფიზიკური თვისება. ამ შემთხვევაში ექსპერიმენტის ხელმძღვანელი თანამიმდევრობით არის დაინტერესებული, რომლის მიხედვით კერძო პასუხები უკავშირდება კერძო სტიმულებს.

კვლევის შედეგად შესაძლებელია დავინახოთ, რა წარმართაქვს მსჯელობას გარკვეული მიმართულებით, მისი ძიება მსჯელობის სფეროში მდებარეობს, თუ მის გარეშე.

ცდისპირი შეიძლება კომუნიკაციის არხად მივიჩნიოთ, რომლის ფუნქცია შეადგენს ექსპერიმენტის ხელმძღვანელს. მიაწოდოს სტიმულისაგან მომდინარე ინფორმაცია. ამ შემთხვევაში კრიტიკული პარამეტრი იქნება ინფორმაციის რაოდენობა, რომელსაც არხი

(ცდისპირი) შესძლებს გადასცეს, რაც, თავის მხრივ, იქნება საკომუნიკაციო არხის ტევადობის მაჩვენებელი.

ჩვენ გვინტერესებს — გადაცემული ინფორმაციის რაოდენობის განსაზღვრა, რამდენად დამოკიდებულია იგი სიტუაციაზე, ე. ი. სამუშაოებზე. რომლის მიხედვითაა შედგენილი კოდი. ხშირად პასუხების ნაირობა სამუშაოსას არ იძლევა წარმართოთ შეფასების მიმდინარეობა. ამ სიძნელის თავიდან ასაცილებლად შეიძლება სტიმული ისეთ ხდომილებად განვიხილოთ, რომელიც გარკვეული ალბათობით მეორდება. ამასთან დაკავშირებით საჭიროა ვიცოდეთ — ალტერნატიული სტიმულებისაგან რამდენი ინფორმაციაა მიღებული, ე. ი. გვერდება გვერდეს ინფორმაციის რაოდენობის საზომი.

თუ ცდისპირს მხოლოდ „არა“ და „კო“ პასუხების მოცემა ევალება, მაშინ წამში გაცემული ინფორმაციის მაქსიმალური რაოდენობა 5 ბიტით გაიზომება, ე. ი. რეაქციის დრო 200° მ/სეკუნდო იქნება. ცხადია, ეს არ იქნება ოპტიმალური საპასუხო კოდი და ცდისპირს უნდა მიეცეთ კომუნიკაციისათვის უფრო მეტის დაშტევი სიტყვარი. ეს უფრო სრულყოფილს გახდის შემსვლელი და გამომსვლელი ინფორმაციის ანალიზს. მაგალითად, გამოცდილ ადამიანს შეუძლია წუთში 60 სიტყვის ტელეგრაფით გადაცემა, რაც წამში 10 ბიტს შეადგენს. ადამიანს რომ ვთხოვოთ, რაც შეიძლება სწრაფად წაიკითხოს ნებისმიერად შერჩეული სიტყვები, მივიღებთ გადაცემის სისწრაფეს, რომელიც წამში 35 ბიტს მიუახლოვდება. არც ეს არის ინფორმაციის სასურველი სიუხვე, თუ მივიღებთ მხედველობაში, რომ რადიოს არხს წამში 20 ბიტის გადაცემა შეუძლია, ხოლო ტელეგრაფის არხს — რამდენიმე მილიონი ბიტისა. გაცილებით უფრო შეზღუდულია ადამიანის სმენის ორგანოს შესაძლებლობანი, რომლის მიერ გადაცემული ინფორმაციის რაოდენობა 3 ბიტს არ აღემატება. აქედან სრულიად ნათლად ჩანს, რამდენად განსაზღვრულია ადამიანის ორგანიზმის შესაძლებლობანი, როცა საქმე განსხვავებული სტიმულების აღქმას ეხება.

ინფორმაციის რაოდენობა, როგორც ითქვა თავის დროზე, განისაზღვრება არა იმით, რაც მოხდა, არამედ იმითაც, რაც უნდა მოხდეს. მაგალითად, კერძო სტიმულის მოქმედების შედეგად მეტი ინფორმაციის მიღება შესაძლებელი, თუ იგი მიღებულია 20 შესაძლებლობიდან, ვიდრე იმ შემთხვევაში, როცა მისი გამოვლენის მხოლოდ 2 შესაძლებლობა გვაქვს. ამ აზრით ინფორმაცია არის გაურკვეველობის ეკვივალენტური ცნება: რაც უფრო მეტი გაურ-

კვევლობა არსებობს იმისა, რომ ხლომილებას ექნება ადგილი, მით უფრო მეტი ინფორმაციის მიღებაა მოსალოდნელი. ერთი სიტყვით, ინფორმაცია და გაურკვევლობა ისეთი ტერმინებია, რომელნიც პრაქტიკულად ცვლიან ერთიმეორეს.

ორიდან ერთის არჩევანი უნდა გაკეთდეს, რომ მოვახერხოთ შესაძლო ალტერნატივებიდან ერთი ხლომილების განსაზღვრა. ვთქვათ, 8 თანაბრად შესაძლო ალტერნატივიდან ერთი ხლომილება გვაქვს მიღებული ( $P=0.125$ ), მაშინ ინფორმაციის რაოდენობა (I) შეადგენდეს იქნება 3 ბიტს. აქ აღნიშნულის მათემატიკური სიმბოლოებით განსაზღვრავა:

$$I = \log_2 \frac{1}{P} = -\log_2 P = 3.$$

ასე შეიძლება განისაზღვროს, რომელი ორი ჯგუფიდან არის 3 მიღებული, რომელი ორი ჯგუფიდან—4, რომელი ორი ჯგუფიდან—2 და ა. შ. ჩვენ გვერდს ვუვლით გამოთვლის იმ რთულ აპარატს, რომელიც დასმული კითხვის საპასუხოდაა გამოყენებული და პირდაპირ გადავდივართ აბსოლუტური მსჯელობის გამოთვლის განხილვაზე.

სტიმულების რაოდენობა აღნიშნულია (N, K), ხოლო პასუხების რაოდენობა (Nj).

ამ ორი მოვლენის სიხშირის მიხედვით გამოანგარიშებულია:

1. სტიმულებისა და პასუხების საშუალო ალბათობა

$$P(j,k) = \frac{N_{jk}}{N},$$

2. ხლომილებათა შეხვედრის საშუალო ალბათობა:

$$P(j) = \frac{N_j}{N},$$

3. K, ე. ი. სხვადასხვა კატეგორიის სტიმულთა შეხვედრის ალბათობა:

$$P(k) = \frac{N_k}{N},$$

4. K არსებობის პირობებში შეხვედრის პირობითი ალბათობა:

$$P_k(j) = \frac{N_{jk}}{N_k} = \frac{P(j \cdot k)}{P(k)},$$

5. j შემთხვევაში K შეხვედრასთან დაკავშირებული პირობითი ალბათობა:

$$P_j(k) = \frac{N_{jk}}{N_j} = \frac{P(jk)}{P(j)}$$

აქ წარმოდგენილია მატრიცა, რომლის მიხედვით ადვილია ინფორმაციის რაოდენობის გამოანგარიშება.

გადაცემული ინფორმაციის (I) ოდენობის განსაზღვრისათვის ორი სხვა ინფორმაციის ცოდნა საჭირო. პირველი ეხება სტიმულების მხრივ არსებულ გაურკვეველობას. რომელიც სტიმულარიული ინფორმაციის სახელით (I<sub>s</sub>) არის აღნიშნული. იგი ასე გამოიანგარიშება:

$$I_s = - \sum_{k=1}^j P(k) \log_2 P(k)$$

ჩვენ მიერ წარმოდგენილ მსჯელობაში განსხვავებული სტიმულები წარმოდგენილია თანაბარი რაოდენობით. სტიმულარული ინფორმაციის რაოდენობა 2 ბიტის ფარგლებში რჩება.

გადაცემული ინფორმაციის რაოდენობას ზღუდავს მეორე ფაქტორი—პასუხების გაურკვეველობა, როცა სტიმული არ არის ცნობილი. პასუხების მხრივ გაურკვეველობას ეწოდება საპასუხო ინფორმაცია (I<sub>r</sub>), რომელიც ასეთ გამსაზღვრელობას იძენს.

$$I_r = \sum_{j=1}^R P(j) \log_2 P(j)$$

აქ წარმოდგენილი მასალის მიხედვით სტიმულარული ინფორმაცია (I<sub>s</sub>) პეტია, ვიდრე საპასუხო ინფორმაცია (I<sub>r</sub>).

მსჯელობის სახეთა რაოდენობა ცდისპირთა პასუხებით წარმოდგენილი განხილული გვაქვს როგორც ინფორმაციის რაოდენობა. ვთქვათ, მათი პასუხების შესაფასებლად 25 პუნქტისაგან შემდგარი შკალა გამოვიყენეთ, მაგრამ შეფასების განაწილებამ გვიჩვენა, რომ მსჯელობებიდან მხოლოდ 3 ბიტის ინფორმაციაა გამოყენებული (ყველა 25 პუნქტი არ ყოფილა ერთნაირი სიხშირით გამოყენებული), მაშინ უნდა გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ 8 პუნქტის მიხედვით აღდენივე ეფექტის მიღება ყოფილა შესაძლებელი, რამდენიც იყო მოსალოდნელი ყველა 25 პუნქტის გამოყენების შემთხვევაში.

გადაცემული ინფორმაციის ოდენობის განსაზღვრას არ ვეხებოდით, რადგანაც მისი განხილვა გაცილებით რთული მათემატიკური

პარატის გამოყენებას საჭიროებს და, ჩვენი აზრით, ახალს არაფერს. ჩენს იმას, რისი აღნიშვნა გვსურდა. დაინტერესებულ მკითხველს იეუძლია ამ საკითხის დაწვრილებით განხილვას გაეცნოს გარნერი-სა; და ჰეიკის შრომაში, რომელიც ასე ვერცლადაა ჩვენ მიერ გამო-ყენებული.

სამწუხაროა, მაგრამ არ შეიძლება აქვე არ აღვნიშნოთ, ამ ავტორის მათემატიკურ ფორმულებს მეტად მცირე რამ აღმოაჩნდა, საერთოდ, მსჯელობის გამოთვლასთან. გაცილებით მეტი ადგილი აქვს დათმობილი კიბერნეტიკის ზოგადი საკითხების განხილვას.

#### დ) სილოგიზმი

მსჯელობათა სილოგიზმის წესით ექსპერიმენტული შესწავლა-შტერინგს (1903) ეკუთვნის. იგი ცდისპირს ორ წინამძღვარს აცნობ-და, რომლის მიხედვით ითხოვდა მისგან დასკვნის გამოტანას. ცდისპირი კითხულობდა ამ წინამძღვრებს და იძლეოდა ინტროს-პექტულ აღწერას იმისა, თუ როგორ მოახერხა მან დასკვნის გამო-ტანა. ამ მასალის გაცნობას შეუძლია დაგვარწმუნოს, რომ აქ ახლო ანალოგია არსებობს იმასთან, რასაც სწრაფგამომთვლელი მანქა-ნა ჩვენგან ფარულად აკეთებს.

ახლა ეცახოთ, როგორ მიმდინარეობს ფარული პროცესი, რომ-ელსაც სილოგისტიკური მსჯელობა ემყარება.

ცდისპირს ეძლევა ასეთი წინამძღვრები: „ყველა „ი“ შედის „ო“ კლასში, ყველა „ზ“ მიეკუთვნება „ი“ კლასს, მაშასადამე...“ (გი თავისთვის და უხმოდ კითხულობდა ამ წინამძღვრებს და თან კითხვას სვამდა: „რას უზამ მეორე დებულებას?“ თვითონვე აძლე-და პასუხს: „ეს უნდა დაფუკავშირო პირველ წინამძღვარს“. შემდეგი მისი კითხვა იყო: „ეს როგორ გაგაყეთო?“ „სად იყო პირველ წინა-მძღვარში „ი“ ნახსენები?“ ამის შემდეგ იგი პოულობდა წინადა-დებებს — ყოველი „ი“ და ასე გრძელდებოდა მანამ, სანამ შეამჩნე-და, რომ ყოველი „ო“ ეკუთვნოდა „ი“-ს, ამიტომ „ო“-ს დასმა იყო საჭირო „ი“-ს ადგილზე. ყოველივე ეს მიმდინარეობდა „ი“ კლასის მსჯელობისადმი განსაკუთრებული ყურადღების გარეშე.

მეორე მნიშვნელოვანი ფაქტი, რომლის აღნიშვნა აქ იქნებო-და საჭირო, გახლავთ ის, რომ სილოგისტიკურ მსჯელობაზე შესა-მჩნევი გავლენით სარგებლობს ვერბალური კონტექსტი, აგრეთვე ხშირად ყოფილა შემჩნეული, რომ ზოგიერთი დასკვნის გამოტანა-დღება მანამ, სანამ პასუხი „სწორად ჟღერს“. შეიძლება მხოლოდ

ერთი წინაიღვარი იყოს მოცემული, მაგრამ სუბიექტმა მაინც განაცხადოს სწორად მოქმედება.

მივმართოთ ერთ მაგალითს, რომელსაც შეუძლია მსჯელობის ზამოძრავებელი ფარული ძალა უკეთ გაგვითვალისწინოს. ცდისპირს შევეკითხოთ: რა შეუძლია გვითხრას B-ს შესახებ, თუ იცის, რომ ყველა A არის B? ასეთ კითხვაზე ჩვეულებრივად შემდეგი პასუხია ნოსალოდნელი:

1. თუ ყველა A არის B, მაშინ ყველა B ყოფილა A;
2. თუ არც ერთი A არ არის B, მაშინ არც ერთი B არ ყოფილა A;
3. თუ ზოგიერთი A არის B, მაშინ ზოგიერთი B ყოფილა A;
4. თუ ზოგიერთი A არ არის B, მაშინ ზოგიერთი B არ ყოფილა A;

თუ ფორმალური პრინციპით ვიმოქმედებთ, აქ A და B ურთიერთობის შესახებ რაც ითქვა, ყველაფერი სიმართლეს გავს, მაგრამ მხოლოდ ფორმალური პრინციპით ხელმძღვანელობა და სუბიექტის გამოცდილების გამორიცხვა არ უნდა იყოს მართებული. ეს გამოჩნდება მაშინათვე, როგორც კი ვეცდებით A და B ურთიერთობის სიტყვიერად გამოხატვას. ვინც ამ სილოგიზმის პირველ პუნქტს გაიზიარებს, მას არ შეუძლია მიიღოს, რომ „თუ ყოველმა ძალის ცხოველია, მაშინ ყოველი ცხოველი ძალია“. აგრეთვე ვინც მესამე პუნქტს გაიზიარებს, მას ბუნებრივად არ მოეჩვენება თქვას: „თუ ზოგიერთი ძალი არ არის ნავაზი, მაშინ ზოგიერთი ნავაზი არ ყოფილა ძალი“. სტრუქტურალიზმის თვალსაზრისზე დგომას არ შეუძლია, როგორც ჩანს, კეშმარიტებამდე მიგვიყვანოს. სწორი და არასწორი წინადადება სტრუქტურის მიხედვით არ აღმოჩნდა განსხვავებული, მაგრამ, როგორც ვნახეთ, სუბიექტი მაინც ახერხებს, ლოგიკური ფორმის გარეშე, სწორი დასკვნა გააჩინოს არა სწორი დასკვნისაგან. ვინც სტრუქტურალიზმის თვალსაზრისზე არ დარჩება, მას შეუძლია ამავე წინადადებაებში სხვაგვარად ჩასვას სიტყვა: „თუ ზოგიერთი ნავაზი არ არის ძალი, მაშინ ზოგიერთი ძალი არ ყოფილა ნავაზი“,—რაც სავსებით მისაღები დასკვნაა.

არის კიდევ ამავე რიგის გარემოება, რომელიც ყურადღების გარეშე არ დარჩენიათ მსჯელობის ექსპერიმენტულ მკვლევარებს. დასმულ კითხვაზე სწორი პასუხის მისაღებად სრულიად გარკვეული მნიშვნელობა აქვს სიტყვების სწორად შერჩევას, რომელიც ხშირად

არ ემორჩილება ჩვენ განზრახვას. ამის გამო მითითებულია. რომ ვერბალურ ჩვევას ხშირად გადავყავართ არასწორ გზაზე და მხედველობაში აქვთ ფაქტები, რომლებსაც მკვლევართა მნიშვნელოვანი ნაწილი „ატმოსფეროს ეფექტს“ უწოდებს. ეს ტერმინი მოწოდებულია ინტრავერბალური კავშირების, დეტერმინაციის ტენდენციის აღსანიშნავად. სილოგისტურ მსჯელობაში ვერბალურ ატმოსფეროს შემქმნელ სიტყვებად არის მიჩნეული: „ყოველი“, „არც ერთი“, „ზოგიერთი“, რომელნიც წინასწარ მიუთითებენ მოსალოდნელი დასკვნისაკენ, რაც არც ისე იშვიათად ყოფილა შეცდომის წყარო.

ყოველივე ამის მიზეზი უნდა ვეძიოთ იმ მიმართულებით, რაც განსაკუთრებით აზროვნებისათვისაა დამახასიათებელი. აზროვნება წარმოუდგენილია იდეათა თანამიმდევრობის გარეშე. ამის ექსპერიმენტული საბუთები წარმოდგენილია ნ. ახისა და ზელცის გამოკვლევებში. ამ საკითხის ინტროსპექტულმა განხილვამ უჩვენა, რომ იდეათა თანამიმდევრობითი მიმდინარეობისათვის აუცილებელი არ არის ცნობიერების მონაწილეობა. ცდისპირი მიცემულ კითხვაზე სწორი პასუხის გაცემას მაშინაც ახერხებს, როცა მისი შემადგენელი შინაარსი მისთვის წინასწარ არ ყოფილა გაცნობიერებული და არც იმის ცოდნა, საიდან მოვიდა თვითონ პასუხი. ეს დაკვირვება ვირცხურგის სკოლის წევრთა ინიციატივით არის დაწყებული და აქედანვე იწყება დღესაც დაუმთავრებელი დავა უსაჩინო აზრის შესახებ. ამ სკოლის ზუზობაში მეტად მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა. დეტერმინაციის ტენდენციის ცნების ჩამოყალიბებამ და ამ ზოგუნის დამახასიათებელი ფაქტების სისტემატიზაციამ. თვითონ დეტერმინაციის ტენდენციას, როგორც ნ. ახს აქვს მითითებული, არაცნობიერი მოქმედება უფრო ახასიათებს, ვიდრე ცნობიერი.

გავიხსენოთ უატის (1905) ექსპერიმენტის შინაარსი. იგი ცდისპირს აწვდიდა სიტყვას, რომლისთვის მას გარკვეული სიტყვა-ცნებები უნდა მოენახა. თუ სიტყვა გამღიზიანებელსა და პასუხს შორის ურთიერთობა დამორჩილებული ბუნებისა იყო და მაღალი საფეხურის ცნების მონახვა იყო საჭირო, ცდისპირს „ძროხის“ დასახელების შემთხვევაში „საქონელი“ უნდა გახსენებოდა. ძიების პერიოდში რა გაკეთდა, როგორ მივიდა ცდისპირი მისთვის სასურველი ცნების მიგნებამდე, დარჩა მისთვის სრულიად გაუცნობიერებელი. ცდისპირმა ვერც იმის ჩვენება მოახერხა, რა გზით მოაღწია მასთან სასურველმა სიტყვამ. საინტერესო გახლავთ ის, რომ ამ ვითარებაშიც

საპასუხო სიტყვის ძიებისაკენ მიმართული პროცესი შეუფერხებლად მიმდინარეობდა. ამის საფუძველზე გამოტანილია დასკვნა, რომ წინასამზადისი პერიოდი წარმოადგენს აზროვნებისათვის გადამწყვეტ მომენტს.

ამ შემთხვევაში იგივე ფაქტორის შესახებ არის მსჯელობა, რომელიც მეტყველების შემთხვევაში განსაზღვრავს ასოციაციების, სიტყვების წინასწარ გაუთვალისწინებლად შეერთებას. არც ამ შემთხვევაში გვაქვს საქმე ცნობიერების აქტიურ მონაწილეობასთან. საჭირო სიტყვას წინასწარ არავინ ირჩევს, იგი არავის დააქვს ჭიბიტ, პირიქით, საჭიროების მომენტში ისე მოულოდნელად მოდის, რომ გაკვირვებასაც იწვევს. მეტყველების შემთხვევაში, რას ემყარება ზემოდასახელებული პროცესი, ამის შესახებ თავის დროზე საკმაოდ ვრცლად გვქონდა მსჯელობა. მრავალი ავტორიტეტის დასახელება შეიძლება, რომელიც ჩვენ მიერ ზემომითითებული ფაქტების ასახვას ნელად განწყობას დაასახელებდა, მაგრამ ამის საჭიროება, ვფიქრობთ, არ დგას. ჩვენ მხედველობაში განწყობის ისეთი გაგება გვაქვს, როგორც ეს დ. უზნაძის შრომებშია წარმოდგენილი და რომელიც ყალიბდება თემისა და კომუნიკაციის მოთხოვნის საფუძველზე.

აზროვნების შემთხვევაშიაც იგივე განწყობაზე მითითება იქნებოდა საკმარისი? აქ ძირითადი საკითხია იმ ფაქტების გაგება. რომლის აღსანიშნავად ნ. ახმა დეტერმინაციის ტენდენციის ცნება როგავწოდა. სახელი ბევრის მთქმელია. მაგრამ როდი შეუძლია გავითვალისწინოს, როგორ მუშაობს ამ სახელის მატარებელი ადამიანის ორგანიზმი, მისი ცენტრალური ნერვული სისტემა. სწორედ ამ გარემოებამ აიძულა ნ. ახცი მის განკარგულებაში არსებულ ფაქტებში ღრმად ჩახედვის შემთხვევაში განწყობის (Einstellung) ცნებისათვის მიემართა. მხედველობაში გვაქვს განწყობა, რომელიც დ. უზნაძის მითითებით, წარმოსახული სიტუაციისა და წარმოსახული მოთხოვნის ერთიანობის საფუძველზე ყალიბდება.

ამრიგად, ცნობილია განწყობის სპეციფიკური ფორმა, რომელიც წინმსწრობი ფაქტორის როლს ასრულებს და მიმართულებას აძლევს მსჯელობას. ამ აზრით სიტუაციაში ჩამოყალიბებული ინდივიდის მზაობა წარმოადგენს დასაყრდენს იმისა. რაც გაშლილი მსჯელობის დაწყებამდე აქვს მას მოცემული და რაც შემდეგში ვერბალურ ფორმაში პოულობს რეალიზაციას. იგივე უნდა ითქვას სიტყვა ცნების შესახებ, რომლის ცნობიერებაში გამოცხადება ჩვენი



შეგნებული კონტროლის გარეშე მიმდინარეობს და არსებითად ისეთივე ავტომატური პროცესია, როგორც წინადადებაში სიტყვების განლაგება. ეს იძლევა შესაძლებლობას, რომ შესაძლო ხდომილებას შესახებ ვიმსჯელოთ და, ერთი შეხედვით, მოუწესრიგებელი მოვლენების შესწავლიდან გამოვიტანოთ სრულიად გარკვეული სტატისტიკური კანონზომიერება. ხდომილებათა ალბათობის არეში იპალება სრულიად გარკვეული შინაგანი ფაქტორი, რომლის გარეშე იისი სახით არა მათემატიკური კანონებით დასაბუთებულ მეცნიერებასთან გვექნებოდა საქმე, არამედ ხდომილებათა ქაოტურ თავშეყრასთან. მეცნიერების განვითარება არც კი იქნებოდა შესაძლებელი შემთხვევითობასა და აუცილებლობას შორის უფსკრული რღებარეობდეს.

## თ ა ვ ი მ ე თ ე რ თ მ ე ტ ე

### ინფორმაციის თეორია ენათმეცნიერებაში

#### ა) მენტგელების სტატისტიკური მეთოდით კვლევის ძირითადი შედეგები

სიტყვები ერთმანეთისაგან განსხვავდება სიგრძით, გამოთქმის სიადვილითა და სიძნელით, წინადადებაში განლაგების მიხედვითაც. სიტყვების გარკვეული წესით შეუღლებას ემყარება მეტყველების შეუწყვეტელი მიმდინარეობა, რომლის ანალიზი სტატისტიკური მეთოდითაც შესაძლებელია. ამ გზით შეიძლება გავარკვიოთ წინადადებაში ამა თუ იმ სიტყვის შეხვედრის შესაძლებლობა, მათი გამეორების სიხშირე, განლაგების წესი. რასაკვირველია, სტატისტიკური მეთოდით ენის ძირითად თავისებურებათა კვლევა განუხორციელებელი რჩება, მაგრამ მის გამოყენებას შეუძლია გარკვეული სარგებლობის მოტანა, სახელდობრ, რა სახის, ამის შესახებ ქვემოთ გვექნება მსჯელობა.

ა) განსხვავებული ენების ანალიზის შედეგად დადგინდა ითვლება, რომ წინადადებაში სიტყვის გამოყენების სიხშირე უკუპროპორციულია მის სიგრძესთან. ეს მიუთითებს იმაზე, რომ მეტყველებას გააჩნია ტენდენცია ხშირად მოკლე სიტყვები გამოიყენოს. ამითაა განსაზღვრული, ზიპფის (Zipf) აზრით, გრძელი სიტყვების შემოკლება, როგორცაა კინომეტოგრაფის მაგიერ „კინო“, ცენტრალური აღმასრულებელი კომიტეტის მაგიერად „ცაკ“ და ა. შ.

ბ) ჩვენ სამეტყველო ლექსიკონში ისეთი სიტყვებიც მოიპოვება, რომლებიც ათას სიტყვათა შორის შეიძლება შეგვხვდეს, ზოგი ყოველ მეორმოცე სიტყვის შემდეგ გვხვდება და ზოგიც გაცილებით უფრო ადრე. სტატისტიკური ანალიზის მიხედვით ზიპფს გამოტანილი აქვს დასკვნა, რომ რაც უფრო დაბალ საფეხურზე

დგას სიტყვათა გამეორების სიხშირე, მით უფრო მატულობს მეტყველებაში განსხვავებულ სიტყვების მონაწილეობა.

გ) როგორც სიტყვების, ისე ბგერების წარმოსათქმელად ჩვენ არ გვჭირდება ერთნაირი ენერგიის გამოყენება და არც ერთნაირ სიძნელეს შეიცავს მათი წარმოთქმა. ამ მოვლენის სტატისტიკურმა ანალიზმა უჩვენა, რომ, რაც უფრო მეტ ძალისხმევას საჭიროებს ბგერის წარმოთქმა, მით უფრო ნაკლები სიხშირით გვევლინება იგი წინადადებაში.

დ) მახვილის, მაჩვენებელი წინადადებაში ისეთი სიტყვებისაქენ ინაცვლებს, რომლებსაც მეტყველება ნაკლები სიხშირით სარგებლობს. ეს ხელს უწყობს ენერგიის დაზოგვას, რაც განსაკუთრებული სიცხადით ჩანს გერმანულ ენაში. თანამედროვე გერმანულში პრეფიქსებს შორის ყველაზე ხშირად ოთხი პრეფიქსი (-ge-be-ver-er) იხმარება, მათ მიმართ მახვილი არ გამოიყენება. ხშირად ხმარებაში არსებული სიგნალები გასაგები ჩანს ყურადღების საგანგებო გამახვილების გარეშეც.

ე) წინადადებაში გამოყენებულ სიტყვათა შორის ინტერვალი იცვლება და, როგორც სტატისტიკური ანალიზი მიუთითებს, ამ მხრივაც გარკვეულ კანონზომიერებასთან გვაქვს საქმე. გამოყენებულ სიტყვათა შორის რაც უფრო გრძელია ინტერვალი, მით უფრო ნაკლები სიხშირით ვნახულობთ მას მეტყველების მიმდინარეობაში. აქვე შეიძლება დავეუმატოთ, რომ ცვალებადი სიდიდის ინტერვალს თან ახლავს დროში განაწილების ტენდენცია.

დიდი მასალის ანალიზის შედეგად გამოტანილია დასკვნა, რომ მოკლე სიტყვებს აქვს მრავალნაირი მნიშვნელობის შექმნის ტენდენცია, ვიდრე გრძელ სიტყვებს. მოკლე სიტყვები დამოკიდებულია კონტექსტზე, ვიდრე გრძელი სიტყვები და მათ მნიშვნელობათა ცვალებადობის მეტი შესაძლებლობაც გააჩნიათ.

წარმოვიდგინოთ კვალიფიკაციის მქონე ხელოსანი, წერს ზიპფი, რომლის ხელსაწყოები გრძელ სკამზე განლაგებულია, ხოლო მას საჭიროების მიხედვით სჭირდება მიმართოს სკამის ხან ერთსა და ხან მეორე ბოლოს, რათა ხელსაწყო ხელში აიღოს. საფიქრებელია, რომ იგი ახალ ხელსაწყოს შექმნაზე და ძველის შეცვლაზე დაიწყებს ზრუნვას. ამ შემთხვევაში მისი ქცევის მოტივი უთუოდ

იქნება მინიმალური ძალისხმევით შეასრულოს მაქსიმალური სამუშაო, რაც გამოსატყულებას იპოვის იმაში. რომ სწორად მიმართავს ისეთ ხელსაწყოს, რომელიც საშუალებას მისცემს მას სამუშაო რაც შეიძლება ნაკლები ძალისხმევით შეასრულოს. სწორად სახმარი ხელსაწყო პატარაა, თანაც ბევრის მხრივ გამოსაყენებელი; რაც შეეხება იშვიათად სახმარ ხელსაწყოს, ის დიდია და სპეციალური დანიშნულებისათვის გამოსაყენებელი. ამ მაგალითის მოყვანა ზიზფს იმისთვის დასჭირდა, რომ ეჩვენებია ჩვენთვის ხელოსანი ისევე ექცევა ხელსაწყოებს. როგორც თითოეული ჩვენთაგანი მეტყველების პროცესში მოკლე და გრძელ სიტყვებს. თუ ხელსაწყო მნიშვნელოვან ძალისხმევას იწვევს, ხელოსანი შეეცდება მის შეცვლას და იოლად გამოსაყენებელი ხელსაწყოს ალებას. ასევე იქცევა მეტყველი ადამიანი გრძელი და ძნელად გამოსატყულებელი სიტყვის მიმართ და, როგორც აღნიშნული იყო. ისინი წინადადებაში გაცილებით უფრო იშვიათად მეორდებიან. საბოლოოდ, ხელოსანი შეეცდება ხშირად სახმარი იარაღები ახლოს მოსწიოს, ხოლო იშვიათად სახმარი იარაღები შორს გადაწიოს, რათა ამით უზრუნველყოს ენერჯის ნაკლები რაოდენობით ხარჯვა.

ამ ანალოგიას ერთი ძირითადი პოსტულატი აქვს გამოსავალ პუნქტად, რომელიც თვით ზიზფმა ჩამოაყალიბა, როგორც მინიმალური ძალისხმევის პრინციპი. ენობრივ მოქმედებაში ამ პრინციპის მონაწილეობა არ უნდა იყოს საეჭვო. მას ასეთივე ძალა აქვს ადამიანის დანარჩენი მოქმედების ფარგლებშიაც. ეს გაცილებით უფრო ფართო მნიშვნელობას ანიჭებს მას, მაგრამ ამავე დროს ართმევს სპეციფიკურ მნიშვნელობას ენობრივი მოქმედებისათვის.

ბუზემანის გამოკვლევა მიზნად ისახავს გაარკვიოს --- როგორი ურთიერთობა არსებობს ბავშვის მეტყველებაში ზედსართავ სახელს, არსებით სახელსა და მიმღობას შორის. ამავე ავტორმა ანალიზი გაუკეთა აქტიურ წარმოთქმებს, სადაც მოქმედებაა წარმოდგენილი (დამხმარე ზმნების გარეშე გამოყენებულია ყველა ზმნა). მას მიუღია არსებით სახელთა შეფარდებით ზმნებთან მოქმედების რაოდენობის მაჩვენებელი, რომელიც რითმული წარმოთქმით. ემოციური ელემენტების ზეგავლენით ხასიათდება ცვალებადობით. უნდა ვიფიქროთ, რომ ბუზემანმა მონახა მეთოდი, რომელსაც შეუძლია გვიჩვენოს, რამდენად არის ენა დამოკიდებული პიროვნებაზე, მის მოქმედების სტილზე.

წერილობით მეტყველებაში ზედსართავისა და ზმნის ურთიერთობის (ზედსართავი სახელის გაყოფით ზმნაზე) შესწავლით ბუზემანმა მიიღო მეტყველების თვისობრივი დახასიათებისათვის გამოსადეგი კოეფიციენტი. ამ წესით 300—350 სიტყვისგან შემდგარი ტექსტის ანალიზმა უჩვენა, რომ დრამატულ ნაწარმოებში მის მიერ მოწოდებული კოეფიციენტი 11,2 ფარგლებშია წარმოდგენილი, იურიდიული ხასიათის ნაშრომში — 20,0-ის, ამაზე უფრო მაღალადგლი უკავია მას ბელეტრისტიკაში — 65,2-ი, ხოლო ყველაზე უფრო მაღალ მეცნიერულ ნაშრომში — 75,5-ი.

სიტყვის სიგრძისა და სიხშირის დამოკიდებულება მხედველობის ზღრუბლთან შესწავლილი აქვს ელიოტ მაკ-გინს. პატრიკ კომერსა და ოლივერ ლიეს, რომლებსაც უნახავთ, რომ თითოეული სიტყვის სიხშირე მით უფრო დაბლა დგას, რაც უფრო ხანგრძლივია მის დასანახავად საჭირო ზღურბლი, ამ უკანასკნელის ხანმოკლეობისას, ე. ი. რაც იგი დაბლა იწევს, მით უფრო მატულობს გრძელი სიტყვის სიხშირე. აქ აღნიშნულს, თანახმად ხსენებული ავტორებისა, ძალა აქვს ისეთი სიტყვების მიმართ. რომელთა სიგრძე 5—6 ბგერისაგან შედგება. ერთმანეთზე დამოკიდებული აღმოჩნდა სიტყვების სიგრძე და სიხშირე. სიტყვის სიხშირე დაბლა წევს დანახვის, უკეთ რომ ვთქვათ, მისი ცნობის ზღურბლს, იგი გრძელი სიტყვებისათვის მეტი აღმოჩნდა, ვიდრე მოკლესათვის.

ფეირბენკმა (Fairbenk) შეისწავლა — რა დამოკიდებულება აქვს ამა თუ იმ სიტყვას მთხრობელის მიერ წინადადებაში გამოყენებული სიტყვების რაოდენობასთან. ამ მიზნით განუხილავს 10 შიზოფრენიით დაავადებულისა და 10 ჭანსალი ადამიანის სამეტყველო ენა. მიმართების აქ აღნიშნული სახე ავადმყოფების მეტყველებაში 0,57 რაოდენობით აღმოჩნდა წარმოდგენილი. რაც შესამჩნევად დაბლა დგას ჭანსალი ადამიანების მეტყველებასთან (0,64) შედარებით. მეტყველების ოდენობითი დახასიათებისათვის ეს კვლევა გამოსადეგია, იგი ორი ჯგუფის დიფერენცირებულ დახასიათებას იძლევა. ამ მოსაზრების სასარგებლოდ უნდა ითქვას, რომ იმავე ავადმყოფობით დაავადებულ და ჭანსალ ადამიანთა წერილობითი მეტყველების ანალიზის შედეგად მას ასეთივე დიფერენციალური მასალა მიუღია.

ათასი ბავშვის წერილობითი მეტყველების (8 წლიდან 18 წლის ასაკამდე) გამოკვლევა ჩაუტარებიათ ასეთი ინსტრუქციით: „თქვენ სწერეთ რაზედაც გსურდეთ. წერეთ ყველაფერი რაც მოგაგონდებათ“. ამ გზით მიღებული 3000 სიტყვის ანალიზის შედეგად გამო-

ირკვა, რომ წერიითი მეტყველების მრავალფეროვნება იზრდება ინტელექტთან და ასაკთან დაკავშირებით, მაგრამ გაცილებით უფრო მტკიცე კავშირი ჩანს სქესთან, სიტყვის აღვილმდებარეობასთან წინადადებაში. ზმნის არაპროპორციულ ხმარებას კავშირი აქვს დაბალ ინტელექტთან, იგი დამოკიდებულია, როგორც ამ საკითხის მკვლევრებიდან ვიცით, უფროსებისა და ინტელექტუალურად უკეთ განვითარებულ ინდივიდთა მეტყველების არა მხოლოდ მრავალფეროვნებაზე, არამედ თვისობრივსა და დიფერენციაციის მხრივაც განსხვავებაზე. ასეთივე პირდაპირი კავშირი აღმოაჩნდა სიტყვათა მარაგის ზრდას ინტელექტის განვითარებასთან.

### ბ) შერჩევების კომპრესია

ინეინერი დაინტერესებულია ინფორმაციის რაოდენობით, ენათმეცნიერების ინტერესი ინფორმაციისადმი განსხვავებულია. ენათმეცნიერებისათვის მთავარია არა ინფორმაციის აბსოლუტური რაოდენობა, არამედ ფონემები და, ამდენად ის განსხვავებაც, რომელიც ამის შედეგად მიიღება. აქედან ცხადია, რომ გასარჩევად მიუწვდომელი ინფორმაცია ენათმეცნიერების ყურადღებას არ იპყრობს; რაც შეეხება ინეინერს, იგი მხოლოდ ამით არის დაინტერესებული. მას რაც შეიძლება მეტი ინფორმაციისა და ბგერების, რაც შეიძლება მეტი შეუღლების შესწავლა აქვს მიზნად დასახული. მისთვის ენის შესაძლებლობა არ არის სახელმძღვანელო მოვლენა, არამედ საკომუნიკაციო არხის ტევადობა:

$$H = 2TW \log\left(\frac{S+N}{N}\right),$$

სადაც  $T$  წარმოადგენს წამებში გამოხატულ ცნობის ხანგრძლიობას,  $W$  არხის სიფართოვეა.  $S$  ჰერის ტალღის მომენტანური და მაქსიმალური ამპლიტუდა, ხოლო  $N$  არის არხში ხმაურის ამპლიტუდა. ძირითად არხ  $W$ -ში ინფორმაციის რაოდენობა 5000-ია, ხოლო  $[(S+N)]N - 1000$  ბიტი. თუ ამ სიმბოლოების მაგივრად შემოსენებულ განტოლებაში რიცხვებს ჩავსვამთ, გვექნება:

$$H = 10_{000} T \log 100 = 100_{000}.$$

ამის მიხედვით შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ ჩვენ განკარგულებაში არსებულ საკომუნიკაციო არხს შეუძლია წამში 100 ბიტი ინფორმაციის გადაცემა. სამეტყველო ენა (ეხება ინგლისურს) შედგება 30—40 ელემენტისაგან და წამში მხოლოდ 5 ბიტი ინფორ-

მაციის გადაცემაა შესაძლებელი. ასე განსაზღვრულია ადამიანის როგორც საკომუნიკაციო არხის შესაძლებლობა, ეს იმ დროს, როცა ტექნიკურად გადაწყვეტილია წამში 100-დან 1000 ბიტი ინფორმაციის გადაცემა.

### ბ) ხამეტყველო ბგერების წარმოების ხისწრაფე

ბგერების წარმოების სისწრაფეს გასაზომად ცდისპირს თხოვენ, რაც შეიძლება რითმულად და სწრაფად წარმოთქვას ბგერები, მაგალითად, „ტატ“, „ტატ“, „ტატ“. დროის გაზომვას შეუძლია გვიჩვენოს, როგორ სწრაფად მიმდინარეობს ენის საარტიკულაციო მოძრაობა. ინგლისური ენის მკვლევრების მიერ მითითებულია, რომ ენის წვერით ერთ წამში შესაძლებელია 8,2 ბგერის წარმოთქმა, ყბის მოძრაობით — 7,3 ბგერის, ენის უკანა ნაწილის მონაწილეობით — 7,1, ხოლო ბაგებით — 6,7 ბგერის. ბგერების წარმოთქმა დამოკიდებულია სხედასხვა ჯგუფის კუნთთა მოძრაობის სისწრაფეზე, მათი ინერჯაციის მიმდინარეობაზე. სახისა და ბაგების კუნთების ინერჯაციას *N. facialis* აწარმოებს და ამ კუნთებს წამში 2,5—3 მოძრაობის შესრულება შეუძლია. ბაგისმიერი ბგერების სწრაფად წარმოთქმისათვის საჭიროა ყბის სწრაფი მოძრაობა, რომლის ინერჯაციას აწარმოებს სამწვერა ნერვი. ენის ინერჯაცია *N. hypoglossus*-ს აქვს დაკისრებული, რომელიც საარტიკულაციო მოძრაობათა შესასრულებლად ყველაზე უფრო მოქნილი ორგანოა (კაიზერი).

ბგერების წარმოება, მათი წარმოთქმა საგრძნობლად და დამოკიდებული სუნთქვაზე და, როგორც დაკვირვება გვიჩვენებს, ადამიანი შეჩერების დროს ჰაერის ჩასუნთქვას მიმართავს. სუნთქვის ციკლი საშუალოდ 0,4—0,45 წამს შორის მერყეობს. ამის მიხედვით შეგვიძლია გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ მისი მაქსიმალური სისწრაფე ნახევარ წამზე ნაკლებია. იგი მაშინაც ნაკლებია, როცა თითოეული ბგერისათვის იცვლება საარტიკულაციო აპარატის მდგომარეობა. თუ დავუშვებთ, რომ წამში საშუალოდ 7 ბგერის წარმოთქმა შესაძლებელი, ხოლო აქედან ერთი ბგერის წარმოთქმისათვის საჭირო დრო სუნთქვას მიაქვს და ამდენივე საარტიკულაციო აპარატის მდგომარეობას, მაშინ წამში მხოლოდ 5 ბგერის წარმოთქმა ყოფილა შესაძლებელი. საშუალო მარცვალს უკავია დაახლოებით 2,5 სამეტყველო ბგერა, აქედან წამში 5 მარცვალი შეადგენს 12,5 სამეტყველო ბგერას.

ინგლისურ ენაში 39 სამეტყველო ბგერა იხმარება, რომელიც თანაბარი შესაძლებლობის ფარგლებში წამში 12,5 სისწრაფით გვხვდება. ამის მიხედვით ინფორმაციის რაოდენობა იქნება:

$$H = 12,5 \log_2 39 = 67 \text{ ბიტს.}$$

ინგლისური ენა და მასში შემავალი ბგერები საშუალებას იძლევა ყოველ წამში 67 ბიტი გადავცეთ, ე. ი. ინფორმაციის 67 ერთეული.

#### დ) ინფორმაცია და ვერბალური კონტექსტი

ზეპირად და წერილობით გაფორმებული წინადადება არ წარმოადგენს ცალკეული სიტყვის უბრალო ჯამს. წინადადებაში ყოველთვის იმაზე მეტია მოცემული, რასაც მასში შემავალი ცალკეული სიტყვების მნიშვნელობა მიგვითითებს. შეიძლება მეტიც გვეთქვა, წინადადება ცვლის სიტყვის მნიშვნელობას. აქედან მომდინარეობს თარგმანის სიძნელე, რომელიც არა მარტო სიტყვების, არამედ იმ წინადადებათა მნიშვნელობის გათვალისწინებას ითხოვს, რომლის გარემოცვაშია სიტყვები წარმოდგენილი. ამის დანახვა იმ შემთხვევაშია შესაძლებელი, თუ მხედველობაში მიღებულია წინადადების შინაარსი, რას გვეუბნება მისი კონტექსტი.

კონტექსტუალურ დახმარებას მეხსიერების შემთხვევაშიაც მივმართავთ. მაგალითად, როცა ერთ სიტუაციაში შეთვისებული მასალის გახსენება ვერ ხერხდება მანამ, სანამ იმავე სიტუაციაში არ მოვხვდებით. ზღვის ნაპირზე სეირნობის დროს ადამიანს სამუდამოდ დავიწყებული შემთხვევები ახსენდება. თუკი ერთ ფონზე რუხი ყვითლად ჩანდა, ხოლო მეორე ფონზე მტრედისფრად, ჩვენ შეგვეძლო გვეთქვა, ეს არის აღქმაში მოცემული კონტექსტის ეჯექტი. როცა სიტუაცია ხელს უშლის ადამიანს ამოცანის გადაწყვეტაში, ჩვენ ამასაც ვთვლით კონტექსტის ეფექტად, რომელსაც აზროვნების სფეროში უპოვია გამოხატულება. კონტექსტი ძლიერ შორს მწვედომი მნიშვნელობით იხმარება, ამიტომ მისი განსაზღვრის მოძეგმში მაგალითების დასახელება ძლიერ შორს წაგვიყვანდა.

ვერბალური კონტექსტი, რაც ამჟამად წარმოადგენს ჩვენი მსჯელობის საგანს, ნაკლებად ზოგადია, ვიდრე საერთოდ კონტექსტის ცნება. ვერბალური კონტექსტი, ისეთი კომუნიკაციური აქტია, რომელიც წინ უსწრებს და თანაც სდევს სიტყვიერ სიმბოლოში გაფორმებულ პასუხებს, რომელთა დროში თანამიმდევრობა ზღუდავს მას.



ჩვენი მეტყველების ობიექტი, მის სიტყვიერ ფორმაში ჩამოყალიბება მრავალ ფაქტორზეა დამოკიდებული. ამ აზრით კონტექსტის მნიშვნელოვანი ნაწილი დამოკიდებულია მეტყველის მდგომარეობაზე, მის გარემოზე, გუნება-განწყობაზე.

ჩვეულებრივ დაკვირვებას შეუძლია გვიჩვენოს ადამიანის ემოციონალური სტატუსის გავლენა ვერბალიზაციის ხასიათზე. გულმოსული ადამიანი ჩვეულებრივსა და მოკლე სიტყვებს ხმარობს. ამაზე მიუთითებს სასიამოვნო და უსიამოვნო ასოციაციების მიმდინარეობა. ეიფორიის მდგომარეობაში სასიამოვნო ასოციაციები სჭარბობს, ხოლო დეპრესიის შემთხვევაში უსიამოვნო ასოციაციები. პირველ შემთხვევაში ადამიანი ბევრს მეტყველებს, ხუმრობს, იცინის, მეორე შემთხვევაში ღუმს, ძლივს აბამს სიტყვებს ერთმანეთს და მეტი დრო ტირის. ასეთ დროს საქმე გვაქვს ვერბალიზაციის პროცესთან, რომლის მიმდინარეობა სუბიექტის შინაგან მდგომარეობით, ე. ი. არავერბალური კონტექსტით არის განსაზღვრული.

ამ არავერბალური კონტექსტის ბუნების დასაზუსტებლად შეიძლება ასეთი მაგალითი მოგვეყვანა. ერთი უსიამოვნო შემთხვევის შემდეგ სამ ამხანაგს შორის გაიმართა ასეთი შინაარსის საუბარი: ერთმა მათგანმა, რომელიც შეურაცყოფილად გრძნობდა თავს, როგორც კი გაიგონა წინადადება: „მან მაღლა ხელები ასწია“, იქვე უბასუხა: „მე მაშინათვე სილა გავაწვნი“. მეორემ იმავე წინადადების გაგონებაზე, რომელიც გამზევებლის როლში იყო, იგი ასე დაამთავრა: „მე მგონი დამორჩილების მიზნით“, ხოლო მესამემ, რომელიც რელიგიური შეხედულების იყო და შემთხვევით დაესწრო ამ საუბარს, ასე დაამთავრა წინადადება: „იმისთვის, რომ, ალბათ, მაღლა უფლისაგან დახმარებას ითხოვდა“.

თავდაცვის მდგომარეობაში მყოფი მსმენელისათვის ხელის ზევით აწევა აღმოჩნდა სიგნალი გალახვისა და, როგორც ვნახეთ, მას ასეთი პასუხიც გაუცია. გამზევებლისათვის ხელის ზევით აწევა დანებების სიგნალი აღმომჩნდარა, ხოლო მორწმუნესათვის იგივე საქციელი ღვთისთვის დახმარების შევედრება. ჩვენი აზრით, ამ შემთხვევებში არავერბალური კონტექსტის როლს ასრულებს ამა თუ იმ სუბიექტის ენობრივი განწყობა, რომლის შესახებ ქვემოთ გვექნება საგანგებოდ მსჯელობა. ახლა ისევ მაგალითის გარჩევაზე შევჩერდებით.

ფოლეისა და მაკ-მილანს (Foley and McMillan) იურიდიული და სამედიცინო ფაკულტეტის სტუდენტებისათვის მიუწოდები-

ათ 40 სიტყვა და მოუთხოვიათ მიწოდებულ სიტყვებთან დაკავშირებული ასოციაციები ჩაეწერათ. ცალკე იყო შესწავლილი საკონტროლო ჯგუფი, რომელშიაც პროფესიონალური შრომისგან შორსმდგომი სტუდენტები მონაწილეობდნენ. სტუდენტთა ცალკე ჯგუფებს შორის შესამჩნევი განსხვავება აღმოჩნდა, მაგრამ, რაც მთავარია, თვალსაჩინოდ გაიზარდა პროფესიონალური განათლების ზრდასთან ერთად სიტყვების პროფესიონალური ინტერპრეტაცია. ზემოხსენებული ავტორები, და მათ შორის ოსგუდიც, ამის მიზეზად ინდივიდის ფიქსირებულ განწყობას (Attitud) თვლიან, რომელიც რაც უფრო მტკიცეა, მით უფრო მეტი ზეგავლენით სარგებლობს ადამიანის როგორც ვერბალურ, ისე არავერბალურ მოქმედებაზე.

ინფორმაციისა და კონტექსტის ურთიერთობაში გაცილებით უკეთ ჩანს განწყობის მონაწილეობა. ამისთვის საკმარისია რამდენიმე მაგალითის დასახელება. დაუშვათ გავიგონეთ წინადადება: „კარები გეომეტრიულად იყო“... ამ წინადადების დამთავრება არავითარ სიძნელეს არ წარმოადგენს და ავტომატურად შეიძლება დავმატოს სიტყვა: „დახურული“ და ისიც ამით დამთავრდეს. თანახმად წინადადების ნაწილისა, ე. ი. კონტექსტისა, მხოლოდ „დახურული“ შეიძლება დასახელებულიყო და იგი ბუნებრივად შეავსებს იმ დანაკლისს, რაც წარმოთქმულ წინადადებას ჰქონდა. თუ ინფორმაციის ცნების თვალსაზრისით შევხედავთ მას, არავითარი ახალა ცოდნა არ მოაქვს და, მაშასადამე, არც ინფორმაციას ძენს ამ წინადადების კონტექსტი რაიმე აღსანიშნავ ცვლილებას.

მივმართოთ მეორე მაგალითს. ვთქვათ, მოვისმინეთ წინადადების ასეთი ნაწყვეტი. „წერილი იყო“... აქ ძნელია წინასწარ იმის თქმა, თუ რომელია შემდეგი სიტყვა. ის შეიძლება იყოს „დახურული“, აგრეთვე „დაწერილი“ და „გაგზავნილი“-ც. რამდენადაც კონტექსტის მიხედვით დანამდვილებით შეუძლებელია მოსალოდნელი სიტყვის წინასწარ განსაზღვრა, ცხადია, რომ მის არსებობას უთუოდ შეუძლია იმ ცოდნის მოტანა, რომლის შესახებ ნამდვილი ცოდნა არ მოგვებოვება მის გამოჩენამდე. მაშასადამე, ამ შემთხვევაში ისეთი სიტყვის ძიების წინაშე ვდგავართ, რომელსაც უთუოდ შეუძლია ინფორმაციის მოცემა.

წინადადებაში ამ კონტექსტის მიხედვით, რომელი სიტყვაა მოსალოდნელი, ამის ალბათობის განსაზღვრა შემავალი სიტყვის რაოდენობაზეა დამოკიდებული. ყოველ ცალკე სეგმენტში ინფორმაციის რაოდენობა, როგორც ეს ჩვენთვის ცნობილია, უდრის (რომლის

ფუძე ორია) იმ ალტერნატივთა ლოგარითმს, რომელთა ნახვა კონტექსტშია შესაძლებელი. თუ ალტერნატივთა რიცხვი 16 უდრის, მაშინ მოსალოდნელი სიტყვის შეხვედრის ალბათობა იქნება:

$$I = \log_2 16 = 4 \text{ ბიტს.}$$

ავიღოთ შემდეგი დაუმთავრებელი წინადადება: „მე ვნახე ძლიერ საინტერესო“... აქ გამოტოვებული სიტყვა შეიძლება იყოს „ქვა“, „ფეხბურთი“, „წარმოდგენა“. თითოეულის შესაძლებლობა თანაბარი ძალით არის შესაძლებელი, ამიტომ გამოტოვებული სიტყვის ძიება მეტ სიძნელეს ხვდება. მოლოდინი იმისა, რომ ამ სიტყვას შეხვედრებით გაცილებით ნაკლები შესაძლებლობის შემცველია, ვიდრე ზემოდასახელებულ მაგალითში. ამასთან დაკავშირებით მატულობს ინფორმაციის რაოდენობა. ამა თუ იმ სიტყვის წინადადებათა შორის შეხვედრის განსაზღვრა თითოეული ენისათვის არ არის ცნობილი, ამიტომაც ხელსაყრელი ლინგვისტური ინფორმაციის შესწავლა უაზრო მასალაზე. ამ შემთხვევაში თითოეული ალტერნატივისათვის ალბათობის თანაბარი შესაძლებლობა არსებობს.

ვთქვათ, ქართული ენა არ ვიცით, მაგრამ მოგვცეს სიტყვებრისია, რომელთა მიხედვით წინადადება უნდა ავაგოთ. ყველაზე უკეთესი, რისი ვაკეთებთა შესაძლებელი, ეს იქნება სიიდან სიტყვების ქაოტურად ამოკრეფა. ამის შედეგად მივიღებთ ქართული ენისათვის დამახასიათებელი წინადადების აგებასთან ნულულ მიახლოებას, როგორცაა: „კაცი ნაპირზე ტყიან ზღვის ილო“. უკეთესი წინადადების ასაგებად, ცხადია, ქართული ენის უკეთესად ცოდნა საჭირო. თუ ჩვენ განკარგულებაშია სტატისტიკური ნუსხა, საიდანაც ჩანს ნორმალურ მეტყველებაში რომელი სიტყვა როგორი სიხშირით იხმარება, ეს საშუალებას მოგვცემდა სიტყვები მათი გამოყენების სიხშირის მიხედვით შეგვერჩია, რაც მიგვიყვანდა ქართულ წინადადებასთან პირველი რიგის სტატისტიკურ მიახლოებამდე: „კაცი ნაპირზე ტყიან იწვა ზღვის“. არც ეს პირველი რიგის მიახლოებაა საკმარისი, ამიტომ პირველი წყვილი სიტყვის მიხედვით წინადადების აგებას ისევ წყვილი სიტყვების ნუსხით ვიწყებთ. რომელიც მათი შეხვედრის სიხშირის მიხედვით არის შედგენილი. ასეთი პირველი ორი სიტყვაა: „კაცი ილო“, ამის შემდეგ ვიღებთ ყველა წყვილს, რომელიც იწყება სიტყვა „ილო“-თი. ამავსე ვაკეთებთ მეორე წყვილის მიმართ: „ილო ნაპირას“ და ამის შემდეგ ისევ წყვილ სიტყვებზე, რომელიც იწყება „ნაპირას“-თი და ასე თანდათანობით მივდივართ ისეთი წინადადების აგებისაკენ, რომელსაც მო-

ითხოვს ქართული ენის მორფოლოგია და სინტაქსი. უმაღლესი რანგის მიახლოება იქნებოდა: „კაცი იღო ზღვის ტყიან ნაპირას“. პირველი და მეორე რიგის მიახლოებაში წინადადება ისეა შედგენილი, როგორც ეს აფაზიით დაავადებული ადამიანის მეტყველებიდან არის ცნობილი. მაგრამ ენას თვითონვე აქვს მტკიცე ტენდენცია დაიცვას სიტყვათა შორის თანამიმდევრობა, რასაკვირველია, გარკვეული მიზეზის გამო.

ასე დგება ინფორმაცია, რომელიც სტატისტიკურ კანონზომიერებასაც ემორჩილება იმდენად, რამდენადაც დამოკიდებულია სიტყვათა სინშირეზე, მათ შეხვედრაზე. ამ შემთხვევაში არ არის გადაწყვეტი ერთეული სიტყვების არჩევა, იგივე შეიძლება ასოების მიმართაც გვეთქვა. წინადადებაში სიტყვებს შორის, ასევე სიტყვაში ასოებს შორის დამოკიდებულება არ არის შემთხვევითი, მაგრამ მათი შეხვედრა შემთხვევითობასაც არ გამოირიცხავს და ამდენად შესაძლებელი ხდება ვერბალური კონტექსტის დასახასიათებლად სტატისტიკური მეთოდის გამოყენება.

### ე) ენობრივი განწყობა

ენობრივი მოქმედება პიროვნების აქტიობის გამოვლინების უმაღლესი ფორმაა, რომელსაც მოქმედების სხვა ფორმებთან ერთად გააჩნია პიროვნებაში თავისი შინაგანი დასაყრდენი. ამის უტყუარ მაჩვენებლად მივიჩნით არაფერბალური კონტექსტის არსებობა, რომლის დამახასიათებელ მაგალითებს საკმაოდ უხვად გავეცანით. სწორედ ამიტომ მაგალითების მოყვანაზე აქ არ შევჩერდებით, არამედ მხოლოდ იმ ექსპერიმენტული ფაქტების დახასიათებაზე, რომელიც მიგვითითებს ენობრივი განწყობის არსებობაზე.

პირველ რიგში ბუნების მიერ დაყენებული ექსპერიმენტის განხილვაზე შევჩერდებით. თავის ტვინის გარკვეული სფეროს დაზიანებას თან სდევს ცვლილება ადამიანის ენობრივ მოქმედებაში, რომელსაც აფაზია ეწოდება. მათ მრავალ სახეობათა შორის ჩვენთვის საინტერესოა ეგრეთ წოდებული ამნეზიური აფაზიის შემთხვევის დახასიათება. საინტერესოა აფაზიის ეს ფორმა იმ მხრივ, რომ ავადმყოფს ლაპარაკი შეუძლია, სხვისი ნათქვამი ესმის, თვითონაც შეკითხვებს იძლევა, მაგრამ ერთი ძირითადი სენი სჭირს, ხან ახერხებს სიტყვებიდან წინადადების ჩამოყალიბებას, ხან ვერა. სიტყვიერ ფორმაში აზრის გამოსახვა მას შეუძლია, მაგრამ ყოველთვის ამის გაკეთებას ვერ ახერხებს. ამნეზიური აფაზიით დაავადებულს

განსაკუთრებით არსებითი სახელების დასახელება უჭირს, თუმცა-სათქმელი საგნის ხატი აქვს. შეიძლება თავისი შვილის სახელი ვერ თქვას, მაგრამ ეესტითა და ნიმიკით აგვიწეროს დაბალა იგი თუ მაღალი, როგორი თმა აქვს, ლამაზია თუ არა და ა. შ. ამავე დროს აზროვნების მიმართულება არ ეკარგება. აზრის გამოსახატავი ლო-გიკურ-გრამატიკული საშუალებანი ხელუხლებლად ავადმყოფის განკარგულებაში შენახული.

ასეთი ავადმყოფის კლინიკური გამოკვლევა გვიჩვენებს, რომ მას არ გააჩნია მარჯვენისა და მარცხენის აღქმა, სივრცეში ორი-ენტაცია, კონსტრუქტულ მიმართებათა აღქმა. მთავარია ის, რომ ერთ სიტუაციაში სწორედ მეტყველებს, მეორე სიტუაციაში მეტის-მეტად შეზღუდულია ავადმყოფის მეტყველების შესაძლებლობა.

მეხსიერების შემოწმება გვიჩვენებს, რომ ამ მხრივ ანგარიშ-გასაწევ დეფექტს არა აქვს ადგილი. ამ მოვლენის ანალიზს მიეყა-ვართ იქით, რომ მისი მეტყველება სიტუაციურადაა განსაზღვრუ-ლი. სამეტყველო სიტუაციას არ გააჩნია ისეთი მყარი საფუძველი, როგორცაა საჭირო აზრისა და სიტყვის ნორმალური ურთიერთ-ბისათვის. ავადმყოფს არ შეუძლია გაიმეოროს ისეთი ელემენტარუ-ლი მოძრაობა, რომელიც მოითხოვს წაბერვით ბამბის მაგიდიდან გადაგდებას, თუ ბამბა წინ არ უდევს. არ შეუძლია თქვას „თოვლი შავია“, თუ შემთხვევით თქვა, იქვე დაუმატებს „თეთრია“-ო. თუ მის წინ ცარიელი ჭიქაა ვერ გვიჩვენებს, როგორ დაილევა ჭიქით-წყალი; ასევე ჩანგლით ჭამის მანიპულაციის ჩვენებას ვერ ახერ-ხებს, თუ საჭმელი წინ არ უდევს. გოლდშტაინმა ერთ-ერთ თავის ავადმყოფს თხოვა ეჩვენებინა, როგორ მოძრაობას აკეთებენ ლურ-სმნის ჩაქუჩით ჩაჭედვის დროს. მან ეს ვერ გააკეთა, მაგრამ რო-გორც კი ხელში ლურსმანი და ჩაქუჩი აიღო დაუფიქრებლად და-უწყო მას ჩაქუჩის ცემა. ასეთი მაგალითები იმდენად მრავალია, რომ მათი ჩამოთვლა არც კი არის შესაძლებელი, ამიტომ შევჩერ-დებით აქედან გამომდინარე დასკვნაზე. ამნეზიური აფაზიით და-ვადებული ადამიანის მოქმედების შესწავლიდან ჩანს, რომ აქ მთა-ვარი სიმპტომია არა უშუალოდ მეტყველების დეფექტი, არამედ ის, რომ ავადმყოფს არ შეუძლია სრულიად უბრალო მოქმედების შესრულება წარმოსახულს სიტუ-აციაში. ცარიელი ჭიქიდან წყლის დალევა მხოლოდ იმ ადამიანს შეუძლია, ვისთვის არავითარ სიძნელეს არ წარმოადგენს გადაინაც-ვლოს წარმოსახულს, შეიძლება გვეთქვა, აზრითს სფეროში.

საინტერესოა აქვე შევეხოთ ჩვენი ექსპერიმენტის შედეგებს. ამ ავადმყოფებს, როცა ვუჩვენებთ, ან ხელში ვაძლევთ საგანწყობო ობიექტებს, განწყობის ფიქსაცია ადვილად ხორციელდება. საამაგიეროდ იგივეს გასაკეთებლად წარმოსახულს სიტუაციაში ცდების ჩატარებამ გვიჩვენა, რომ ამ არააქტუალური აღქმის სფეროში განწყობის ფიქსაცია მათთვის მიუწვდომელია. აქედან გამოვიტანეთ დასკვნა: აქტუალურ სიტუაციაში მეტყველების მიმდინარეობა; ენობრივი განწყობის სახით გააჩნია საფუძველი, ამიტომ მისი აქტუალიზაცია ადვილად ხერხდება და მეტყველებაც მის საფუძველზე შეუწყვეტლად მიმდინარეობს. როცა მეტყველება აზრით სიტუაციაში გაშლას საჭიროებს, სადაც აქტუალური აღქმის სახით არც მოვლენაა მრცემული და არც აზრი, — ამ ვითარებაში მეტყველება მოკლებულია სათანადო ენობრივ განწყობას და ავადმყოფი იმის გაკეთებასაც ვერ ახერხებს, რაც შეეძლო.

აქედან გამომდინარეობს, საზოგადოდ აფაზიით დაავადებულთა და, კერძოდ, ამნეზიური აფაზიისათვის დამახასიათებელი სიმპტომი. საგანგებო სიმძნელეს აწუდება ერთი მოქმედებიდან გადანაცვლება მეორე მოქმედებაში. თუ ავადმყოფს შევუმუშავებთ წითელ და ლურჯ ფერებზე რეაქცია, ამის შემდეგ ერთ-ერთი ფერის დასახელებისაგან თავის შეკავება ავადმყოფს არ შეუძლია. თუ ცხოველების ჩამოთვლა დაიწყო, შემდეგში ფრინველების ჩამოთვლის დროს ცხოველებსაც ასახელებს და ვერც ის მოუხერხებია, რომ ამდაგვარი შეცდომა თავიდან მოიშოროს. პოპულარიტერი იკვლევდა ერთ ასეთ ავადმყოფს და მუშაობის პროცესში მან გერმანულად მოლაპარაკე თავის ასისტენტს უნებლიედ გერმანულ ენაზე დაუწყო საუბარი. ამის შემდეგ მისი ავადმყოფი ყოველ კითხვაზე ცდილობდა პასუხი გერმანულ ენაზე გაეცა და, მიუხედავად ყველა ზომის მიღებისა, მისი ფრანგული ენისადმი დაბრუნება ვერ მოხერხდა.

გრუნთალის აზრით, ეს არის ძირითადი სიმპტომი, რომელიც ერთნაირად თავს იჩენს ამნეზიური აფაზიით დაავადებული ავადმყოფის მეტყველებაში. გადანაცვლების მხრივ დეფექტი აიძულეს ეძიოს თავისი აზრის შესატყვისი სიტყვები, თუმცა სიტყვის მარაგი მას არ აკლია.

ამნეზიური აფაზიით დაავადებულ ადამიანს თუ უაზრო მარცვლების ლათინურ ენაზე კითხვით შევუქენით ამ ენაზე მოქმედებისა და მეტყველების განწყობა, შემდეგში იგი სპეციფიკური ასოებით დაწერილ რუსულ სიტყვებსაც ლათინურად და ლათინურის მნიშვნელობით აღიქვამს, თან ერთხელაც არ აღეძვრის სურვილი, არც ჩვენ მითითებას შეუძლია იგი რუსული სიტყვების რუ-

სულ ენაზე კითხვას დაუბრუნოს. სამეტყველო ბგერების ასეთ ერთმნიშვნელოვან ასიმილაციას თან სდევს სიტყვის მნიშვნელობის განსხვავება, რაც დამახასიათებელია აფაზიით დაავადებულთათვის.

აღ. მოსიავა ნორმალური მეტყველებისა და გონების ცდისპირებს უკარნახებდა სიტყვებს: *neben, ceter, გემი, braun, krank, grau, பெპო, ყბა*. ბანი, დარი და ა. შ., ისინი ვალდებულნი იყვნენ იმ ენის ასოებით დაეწერათ გაგონილი სიტყვა, რომელსაც ის სინამდვილეში ეკუთვნოდა. ცდის მიმდინარეობისას თავი იჩინა მშობლიური ენის სატყვეადა განსხვავებამ, უკეთ რომ ვთქვათ, ისეთმა მდგომარეობამ, რომელიც სიტყვისადმი სიყრუისა და სიზრმავისათვისაა დამახასიათებელი. აი, ერთ-ერთი ცდისპირის მიერ მოცემული დაკვირვების მასალა:

ცდისპირი კ. გ. „გემი რომ მიკარნახეთ ქართული სიტყვის მოლოდინი სრულებით არ მქონდა. სიტყვა რუსულად უნდა დამეწერა, მაგრამ ვიფიქრე: „ეს ხომ ქართული უნდა იყოს!“ სანამდე ამას ვიფიქრებდი, „გემი“ რა იყო არ ვიცოდი, ერთბაშად მივხვდი, დიდხანს ცარიელი ბგერები იყო ცნობიერებაში. იყო ბგერათა კომპლექსი, ყოველგვარი მნიშვნელობის გარეშე“...

ეს შეემთხვევა ნორმალურად მოლაპარაკე ადამიანს იმის გამო, რომ ერთბაშად ვერ მოახერხა რუსულ ენაზე მოქმედების განწყობიდან ქართულ ენაზე მოქმედების განწყობაზე გადასაცვლება. ნორმალურ ადამიანს აგვიანდება ერთი ენობრივი განწყობიდან მეორეზე გადასაცვლება, ხოლო ავადმყოფი სულ ვერ ახერხებს გადასაცვლებას.

რუსულ ენაზე კითხვით განწყობის ფიქსაციის შემდეგ ერთი ავადმყოფი გვიმტკიცებდა: „ბანი“! ასეთი ქართული სიტყვა მე არასოდეს არ გამიგონია, ხოლო რუსული მისი მნიშვნელობა არ მაქსოვს“. დარწმუნებული იყო, რომ ასეთი სიტყვა რუსულ ენაზე არსებობს. რაც განსაკუთრებით საინტერესოა, მან რუსულად მისი დაწერა ვერ მოახერხა.

ჩვენ ვფიქრობთ, რომ ენობრივი განწყობის ფიქსაცია საშუალებას გვაძლევს შევქმნათ სიტყვისადმი სიყრუისა და დაბრმავების ექსპერიმენტული მოდელი, რომლის შემოწმება სავსებით ამართლებს დ. უზნაძის მიერ წამოყენებულ იდეას, ენობრივი განწყობის არსებობის შესახებ. ეს ასრულებს სუბიექტში, ჩვენი აზრით, არაკერბალური კონტექსტის დანიშნულებას და, ამდენად, მისი როლის

გაზვალისწინება ლინგვისტიკის ისეთ საკითხებში, რომლის შესახებ ზემოთ გვქონდა მსჯელობა, უთუოდ აუცილებელია.

### ვ) ინფორმაციის გამაფრგის ხისწრაფა

ენობრივ განწყობაზეა დამოკიდებული მეტყველების პროცესში, როგორც ამის შესახებ დ. უზნაძე მიუთითებს, სიტყვათა თანამიმდევრობის შეუფერხებლად და ცნობიერების ჩარევის გარეშე მიმდინარეობა. მის გარეშე დარჩენილი ავადმყოფის მეტყველება, როგორც ამას აფაზიითა და ზოგიერთი შიზოფრენიით დაავადებული ადამიანის მეტყველების შესწავლა გვიჩვენებს, წარმოადგენს შემთხვევით აღმოცენებული სიტყვების ქაოტურ თავმოყრას (ჟარგონოფაზია, შიზოფაზია). ენობრივი განწყობის საფუძველზე მიმდინარე მეტყველების, მისი საშუალებით გადაცემული ინფორმაციის გაშიფრვა ადვილიცაა და სწრაფადაც მიმდინარეობს.

სამეტყველო ბგერების მიხედვით ინფორმაციის გაშიფრვა, როგორც მითითებული იყო, დამოკიდებულია რიგ სხვა ფაქტორზე. ამის გამოა, რომ ჩვენი სამეტყველო სიტყვარი 5000 სიტყვისაგან შედგება, მაგრამ მეტყველების სისწრაფე წაშლი 1,5 სიტყვითაა წარმოდგენილი. ზოგი ადამიანი იმდენად ნელი ტემპით მეტყველებს, რომ თითქოს თვალსაჩინოდ ჩანს სამეტყველო ორგანოების ძნერვაციის მხრივ არსებული შეფერხება, ზოგსაც იმდენად სწრაფი მეტყველება აქვს, რომ მის მიერ წარმოთქმული წინადადების ფიქსაციას ვერ ვასწრებთ. სამეტყველო ბგერების მიხედვით ინფორმაციის გაშიფრვას ზოგჯერ კონტექსტიც უშლის ხელს, რადგანაც არც ისე იშვიათად გვაქვს ისეთი მდგომარეობა, როცა აზრისათვის სათანადო სიტყვა ვერ შეგვირჩევია.

ზოგი სიტყვა შედარებით თავისუფალია ვერბალური კონტექსტისაგან, ზოგიც მასზე მეტად არის დამოკიდებული. ძირითადად თავისუფალია კონტექსტისაგან არსებობი სახელი, ზმნა, ზედსართავი სახელი. აქვე უნდა ითქვას, რომ ინფორმაციის მეტი ნაწილი ამ სიტყვებს მოაქვს. ინფორმაციის მეორე რაოდენობა მოაქვს ნაწილაკებს, თანდებულებსა და კავშირებს, რომელნიც მეტად ემორჩილებიან კონტექსტის ზეგავლენას.

ჩვენი მეტყველებისათვის დამახასიათებელი მრავალსიტყვაობა არ არის დროის უბრალო დაკარგვა იმის გამო, რომ გამეორება შეცდომისგან დაზღვევის ერთადერთი საშუალებაა. საკომუნიკაციო სიმბოლოების გამოყენებით შეცდომა ისეთ კომბინაციას იძენს. რომ



სწორად აგებული წინადადებისაგან მისი განსხვავება ადვილად მისაწვდომია. თუ ყველა შესაძლო თანამიმდევრობა იქნა გამოყენებული, მოსალოდნელია, შეცდომის ისეთ კომბინაციაში ჩართვა, რომლის დანახვა არც ისე ადვილი აღმოჩნდება.

ამოცანის გაადვილების მიზნით სამეტყველო ბგერები შეიძლება 2-მდე დაეიყვანოს, თუ ამ ორი სიმბოლოს გამოყენებას ისეთივე მიზნით ვაპირებთ, როგორც ტელეგრაფის კოდში ხაზი და წერტილია გამოყენებული. ორი ალტერნატივის მიხედვით და მათი 6 თანამიმდევრობის შედეგად 64 კომბინაციის მიღებაა შესაძლებელი. კომუნიკაცია ნელი ტემპით წარიმართება და კომბინაციასაც ხანგრძლივი დრო დასჭირდება. თავისთავად ცხადია, რომ ყველა ელემენტის კომბინაცია ერთნაირად ადვილი მისაღწევი არ არის.

ექსპერიმენტულად დადასტურებულია, თუ ინფორმაციის სისწრაფე დაბალია, ეს ხელს უწყობს ბგერების მეტი რაოდენობით დამახსოვრებას. ცდისპირის მიერ შეთვისებული ინფორმაციის რაოდენობა, ორგანიზაციის გარკვეულ დონემდე უცვლელი რჩება. იგა მით უფრო ნაკლებია, რაც უფრო მატულობს ბგერების ორგანიზაცია.

ვთქვათ, ჩვენ განკარგულებაშია ალტერნატულ ენობრივ ხლომილებათა საბრლოო რიცხვი, რომელიც ასო K აღინიშნება. თუ ისეთ ხლომილებებთან გვაქვს საქმე, როგორიცაა ინგლისური ენის ფორმები, მაშინ მათი რიცხვი 40-ს არ აღემატებოდეს იქნება, ხოლო ასოების რიცხვი 27-ს. თუ წინასწარ შეთანხმებული ვართ იმაში, რომ 6 სიტყვისაგან შემდგარი წინადადება უნდა ავაგოთ (ინფორმაცია), მაშინ თითოეული სიტყვისათვის ადგილისა და თანამიმდევრობის შერჩევა აღმოჩნდება აუცილებელი, ე. ი. ხლომილებათა არც ისე მცირე შესაძლებლობა არის მოსალოდნელი.

მიზნის მისაღწევად არც ესაა საკმარისი, საჭიროა იმის გათვალისწინებაც, რომელ ხლომილებას რა სახის ხლომილება უძლოდა წინ. დაბეჭდილ ტექსტში „უ“ ასოს ალბათობა სავსებით სხვაა, ვიდრე ასო „კ“-სი. ერთი სიტყვით, ასო „უ“-სათვის გვაქვს მრავალი ალბათობის შესაძლებლობა იმის მიხედვით, როგორი იყო მის წინ გამოყენებული წინადადების კონტექსტი. სწორედ ეს აყენებს პირობითი ალბათობის  $P(j|i)$  განხილვის საჭიროებას, სადაც  $j$  გამოსავალი ალბათობაა იმ შემთხვევაში, თუ  $i$ -ს ჰქონდა ადგილი.

პირობითი ალბათობის განსაზღვრიდან ცნობილია, რომ:

$$P(j|i) = P(ij) / P(i),$$

სადაც  $P(i)$  არის ალბათობა იმისა, რომ ენაში  $i$  ხლომილების თანა-

მიმდევრობას ექნება ადგილი, ხოლო  $P(j/i)$  ალბათობაა იმის, რომ  $i$  თანამიმდევრობა და  $j$  ხდომილება ერთად მოიყრის თავს. მაგალითად, „exp“ შეიძლება  $i$  თანამიმდევრობის მაჩვენებელი იყოს, „ა“ შეიძლება იყოს  $j$  ხდომილება, მაშინ „expa“ აღმოჩნდება  $i, j$  მოსაზღვრე ხდომილებად. ამ შემთხვევაში  $P(j/i)$  არის „expa“-ს ალბათობა,  $P(i)$  არის „exp“-ის ალბათობა, ხოლო  $P(j/i)$  არის ალბათობა იმისა, რომ შემდეგში „ა“ შეხვედრა არის მოსალოდნელი, თუ „exp“ უკვე იყო მოცემული.

### ზ) ინფორმაციის რაოდენობა

ამ საკითხის განხილვისას თუ არი ალტერნატივის A-სა და B-ს ფარგლებში დავრჩებით, ეს შესაძლებლობას მოგვცემს ორიდან ერთი სიმბოლოს გამოყენებით მივიღოთ ცნობა. ოთხი ალტერნატივის (ხდომილების) შემთხვევაში მეტი კომბინაციის გამოყენება დააგვირდება: AA, AB, BA და BB. სამი ხდომილებიდან 8 ასეთი კომბინაციის მიღება არის შესაძლებელი და ა. შ.

120000 სიტყვის მარაგის მფლობელი ადამიანი, თუ იგი 10 სიტყვისგან შემდგარი წინადადებით სარგებლობს. შესაძლებლობა გააჩნია  $10^{12}$  სხვადასხვა ხდომილებასთან ჰქონდეს საქმე იმ შემთხვევაში, თუ თითოეული სიტყვის არჩევა ყოველი მეორე სიტყვისგან დამოუკიდებლად მიმდინარეობს. სიტყვების ასეთი დიდი მარაგის მქონე ადამიანს შეუძლია  $10^{12}$  შესაძლებლობიდან ერთ-ერთი აირჩიოს. სიტყვათა შორის არსებული თანამიმდევრობა, უკეთ რომ ვთქვათ, კონტექსტუალური შეზღუდვა საგრძნობლად ამცირებს. როგორც შესაძლო წინადადების, ისე ინფორმაციის რაოდენობას, რომლის სიმბოლოთა მიხედვით მიღება არის შესაძლებელი.

იგულისხმება, რომ სიმბოლოების დასახელებას გადააქვს ინფორმაციის გარკვეული რაოდენობა, რომლის განსაზღვრა იმ შემთხვევაში შეგვიძლია, თუ დავეუფლებით, რომ ის (ინფორმაცია) არის ალტერნატივთა რაოდენობის ლოგარითმის პროპორციულია. თუ  $a$  ალტერნატივი გვაქვს, მაშინ თითოეულ სიმბოლოს მოაქვს ინფორმაციის რაოდენობა. რომელიც იმავე  $a$  ლოგარითმის პროპორციულია. თუ დავუშვით, რომ თითოეული ალტერნატივი ერთნაირადაა შესაძლებელი, მაშინ  $P=1/a$ , ხოლო  $P$ -ს ლოგარითმი უდრის  $a$ -ს ლოგარითმს.

ჩვენთვის ცნობილია, რომ ალტერნატივები ყოველთვის ერთნაირად შესაძლებელი არაა, ამ გარემოებისათვის ანგარიშის გაწევის მიზნით შენონს (1948) შემდეგი განტოლება აქვს მოწოდებული:

$$I = -k \sum_{i=1}^n p_i \log p_i$$

სადაც  $I$  არის სიმბოლოების ალბათობა, ხოლო  $P_i$  — ალტერნატივთა რაოდენობა,  $k$  არის გაზომვის ერთეული. ეს განტოლება იძლევა  $\log P_i$  მოსალოდნელ ერთეულს.

განტოლების მიხედვით  $P_i$  სიმბოლოა, რომელიც იცვლება იმის მიხედვით, თუ რა სახის ხდომილება უსწრებდა მას წინ. ეს ართულებს მდგომარეობას და იძულებული ვართ გამოვიანგარიშოთ ინფორმაციის საშუალო რაოდენობა ცვალებად მდგომარეობაში:

$$I = \sum p_i I_i = k \sum P_j - P_j |i| \log P_j(i),$$

აქ  $I$  არის საშუალო ინფორმაცია,  $I_i$  — სიმბოლოების მიხედვით ამ შემთხვევისათვის მიღებული ინფორმაციაა. როცა მოვლენათა მიმდინარეობა  $j$  მდგომარეობაშია წარმოდგენილი,  $P_j$  არის ალბათობა იმისა, რომ მოსალოდნელია  $j$  მდგომარეობა, ხოლო  $P_j/i$  — გარდამავალი ალბათობაა იმ შემთხვევისათვის, როცა პროცესი  $j$  მდგომარეობაშია.

როგორც განტოლებიდან ჩანს, არავითარი ინფორმაცია არ არის მოსალოდნელი, თუ ერთი ალტერნატივი გვაქვს, ვინაიდან ამ შემთხვევაში  $P_j/i$  უდრის 1-ს, ხოლო ერთის ლოგარითმი — ნულს. მეორე უკიდურეს შემთხვევაში ინფორმაცია იქნება მაქსიმალური, თუ თანამიმდევარი სიმბოლოები დამოუკიდებელია და თითოეული ალტერნატივი ერთნაირად არის შესაძლებელი. ამ შემთხვევაში მოსალოდნელია გვექნეს, რომ  $P_j$  უდრის 1-ს, ხოლო  $P_j/i = 1/a$ -ს, თუ ამ სიდიდეებს განტოლების სახით წარმოვიდგენთ, მაშინ გვექნება —  $k/a \log 1/a$  ანუ  $k \log a$ . ასეთ მარტივ სახეს იღებს ის რთული განტოლება, რომელსაც ზემოთ გავეცანით.

აქ აღნიშნულის საილუსტრაციოდ შეიძლება ასეთი მაგალითისათვის მიგვემართო. ვთქვათ, აზერბაიჯანულ ენაზე 350 სიტყვა საკმარისია სამეტყველო ურთიერთობისათვის. იგივე მოვალეობის შესასრულებლად ქართულ ენას სჭირდება 10 000 სიტყვა. სრულიად უბრალო შედარების გასაკეთებლად საჭიროა დავუშვათ, რომ თითოეული სიტყვა თანაბრად არის დამოკიდებული. ამ შემთხვევაში აზერბაიჯანულ ენაზე ინფორმაცია პროპორციული აღმოჩნდება  $\log 850$ -ის, ხოლო ქართულ ენაზე იგი პროპორციული იქნება  $\log 10000$ -ისა. თუ გვსურს გავიგოთ, რამდენად გრძელი უნდა იყოს აზერბაიჯანულ ენაზე შედგენილი ტექსტი, რომ იმავე რაოდენობის ინფორმაციას შეიცავდეს, რასაც მოგვეცემა ქართული ენა, ამისთვის საჭირო იქნება ამ ორ ენათა ლოგარითმის შორის ურთიერთობის გამოკვლევა, რაც გამოანგარიშების მიხედვით მოითხოვს აზერბაიჯანული ენიდან 1,36 სიტყვის აღებას.

ენის სტატისტიკური მოდელი სასარგებლო ჩანს, რადგან იგი საშუალებას გვაძლევს წარმოვიდგინოთ ენობრივ სიმბოლოებს შორის სტატისტიკური ურთიერთობა, თან ქვანტიტატიკურად გადმოვცეთ ის, თუ როგორ გავლენას ახდენს მათ შორის არსებული ურთიერთობა ინფორმაციის რაოდენობაზე. სიმბოლოების მიმდინარეობაში ინფორმაციის რაოდენობა წარმოადგენს სიმბოლოთა თანამიმდევრობის რაოდენობის ფუნქციას.

მოსალოდნელ ინფორმაციათა ოდენობის განსასაზღვრავად მოწოდებულია ასეთი განტოლება:

$$H(j|i) = H(ij) - H(i);$$

ეს განტოლება გვეუბნება, რომ  $i$  კონტექსტი არსებობს და თან  $i$  და  $j$  შეუღლება განხორციელებული. ამდაგვარ პირობებში  $j$  სიმბოლოებით წარმოდგენილი ინფორმაციის რაოდენობა უდრის ინფორმაციის სრულ რაოდენობას გამოკლებული  $i$  კონტექსტში წარმოდგენილი ინფორმაციის რაოდენობა. უკეთ რომ ვთქვათ, თუ ჩვენ ეიკით როგორი იყო წინმსწრობი სიმბოლოების რაოდენობა  $n$ , მაშინ დამატებითი ინფორმაციის რაოდენობა, რომელიც  $n+1$  ოპერაციის მიხედვით მიიღება, უნდა იყოს ინფორმაციის რაოდენობათა შორის სხვაობის ტოლი.

პირობითი ინფორმაციის რაოდენობა  $H(j|i)$  ისეთ შეჯამებულ სიდიდეზე მიგვითითებს, რომელიც შეიძლება ყოველ ახალ სიდიდეს უშუალოდ დაემატოს. ამრიგად,  $H(j|i)$  მკიდროდაა დაკავშირებული საშუალო სიჩქარეზე, რომლის პირობებში ცნობათა წყარო წარმოშობს ინფორმაციას.

ახლა შეიძლება საგანგებო შემთხვევის განხილვა. დავუშვათ, რომ ყველა  $k$  სიმბოლო დამოუკიდებლად და თანაბარი სიხშირით იყო გამოყენებული. ამ განსაკუთრებული მდგომარეობისათვის გვექნება:

$$P(j|i) = P(j) = \frac{1}{k},$$

ასეთი წყაროებიდან მიღებული ინფორმაციის რაოდენობის გაი.რ.სახატავად დაგვჭირდება:

$$E\{H(j|i)\} = E\{H(j)\} = E\{-\log \frac{1}{k}\} = \log k.$$

ერთი სიტყვით, თუ ყველა სიმბოლო დამოუკიდებლად გვხვდება და ისიც თანაბარი შესაძლებლობით, მაშინ ინფორმაციის ოდენობა უდრედეს იქნება გამოყენებული სიმბოლოების რაოდენობის ლოგ-რითმს.

თუ  $k$  ლოგარითმი არის ის, რაც ჩვენ შეგვეძლო სიმბოლოების ეფექტური გამოყენებით მიგველო, ხოლო  $H(j/i)$  ისაა, რასაც ჩვენ ზოგიერთი კერძო ენისათვის ვღებულობთ, მაშინ მათი სხვაობის გამომხატველი იქნება:

$$\log k - H(j|i).$$

• ეს წარმოადგენს საზომს იმისა, რომ ვერ მიგვიღწევია ეფექტურობის განხორციელებისათვის. ესაა ზემოგანხილული ფორმულების ავტორის ჯ. შილერის მითითებით, ყველაზე უფრო მნიშვნელოვანი, რაც ინფორმაციის თეორიამ შესძინა მეტყველების ფსიქოლოგიას.

ზემოაღნიშნულის საფუძველზე შეგვიძლია ენისა და ინფორმაციის თეორიის ურთიერთობის შესახებ გამოვიტანოთ ასეთი დასკვნა:

ა) ყოველ ცალკე შემთხვევაში ინფორმაციის რაოდენობის გამოთვლა იმ კონტექსტთან მიმართების შედეგად არის შესაძლებელი, რომლის ფარგლებში იგი იყო წარმოდგენილი.

ბ) ინფორმაციის ოდენობა არის იმ ალტერნატივთა რაოდენობის ლოგარითმული ფუნქცია, რომელიც გვხვდება მოქმედი კონტექსტის ფარგლებში. ალტერნატივთა რაოდენობის რაც მეტი შემთხვევა გვაქვს, მით უფრო მეტ ინფორმაციასთან გვექნება საქმე. ამრიგად, ამა თუ იმ ეპიზოდის შეხვედრას, მის ქაოტურ ხასიათს თან სდევს ინფორმაციის სიუხვე. ინფორმაციისა და ეპიზოდების ორგანიზაცია, მათი მოულოდნელი შეხვედრა ერთმანეთთან უკუპროპორციულ დამოკიდებულებაშია.

### ზ) ინფორმაციის ჩაწერა

ასობის მიხედვით შედგენილი სიტყვა წარმოადგენს სისტემაში მოყვანილ ინფორმაციას. აქ თითოეული ასო არის კოდი, ე. ი. ნიშანთა სისტემა, რომლის მიხედვით მიმდინარეობს ინფორმაციის გადაცემა. მაგალითისათვის შეგვეძლო დაგვესახელებია სიტყვა მ-ა-გ-ი-დ-ა, სადაც თითოეული ასო კოდია, ხოლო თვითონ სიტყვა „მაგიდა“ არის პირობით ნიშანთა, უკეთ რომ ვთქვათ, კოდთა სისტემა. ცნობათა ჩაწერის განსხვავებული წესიც არსებობს, რომელიც ყოველთვის ან რეალურ, ან სიმბოლურ ხდომილებას იყენებს (სამბოლურია ხდომილება, რომელიც აწი უნდა მოხდეს, ხოლო რეალური თუ მოცემულია). სიმბოლოს ეს ორივე სახე იმ ფუნქციის

აღმნიშვნელია, რომელსაც ობიექტი გარკვეულ სიტუაციაში ასრულებს. სიმბოლო არ არის აუცილებელი ემყარებოდეს „სიმბოლიზაციის“ ცნობიერ აქტს.

ინფორმაცია დადგენილია აბსტრაქციის შედეგად, იგი არამატერიალურია და ყოველთვის გადატანასთან არის დაკავშირებული, იქნება იგი ობიექტი, თუ ხდომილება. ყველაზე უფრო ხშირ ხმარებაშია ტერმინი ხდომილება, ჩვენც მას მივმართავთ. ეს არ ნიშნავს იმას, რომ ხდომილების სხვა სიტყვით შეცვლა არ შეიძლებოდა. რუსულ ლიტერატურაში ხდომილების მაგიერ ტერმინად სიგნალია გამოყენებული და ინფორმაციის გადამტანადაც ამ უკანასკნელს თვლიან.

ინფორმაციის ჩაწერა კოდის გარეშე შეუძლებელია. საინტერესოა აღვნიშნოთ, რომ შეიძლება კოდის ჩამოყალიბება განვიხილოთ როგორც პირობითი რეფლექსის შემუშავება. კოდის, ე. ი. ნიშნის მიცემის მიხედვით ცხოველი ასრულებს ამა თუ იმ მოქმედებისათვის საჭირო ოპერაციას. ცდის პირობის მიხედვით ზარის ხმა ცხოველს ესმის საკმლის მიღებამდე, რომლის 8—10-ჯერ გამეორება საკმარისია, რათა შემდეგში ინფორმაცია („ზარისდარეკვა“) ცხოველმა აღიქვას, როგორც საკმლის მიღების სიგნალი, რაც გამოიწვევს ჰამისათვის საჭირო მზაობის ანოქმედებას. ამ შემთხვევაში ექსპერამენტატორი კოდს ადგენს ცხოველთან წინასწარი კონსულტაციის გარეშე. სინამდვილეშიაც ინფორმაციის ცალკეულ კოდებად ჩამოყალიბება არ უნდა იყოს დაკავშირებული რაიმე სახის წინასწარ ცოდნასთან. სისტემის მოქმედება, რომელიც აწარმოებს ორგანიზმში სუნთქვის რეგულაციას და ამდენადვე ჟანგბადის ჩანთქმას, დამოკიდებულია სისხლში არა ჟანგბადის ოდენობაზე. არამედ ნახშირორჟანგზე. ჩვეულებრივად სისხლში  $CO_2$  არსებობა სანდო მაჩვენებელია, რომ მასში  $O_2$ -ის ფუნქციობა გრძელდება, მაგრამ არის შემთხვევები, როცა ამ გზით მიღებული ჩვენება არ ასახავს საკმის ნამდვილ ვითარებას. ამ შემთხვევაში და აგრეთვე მაშინაც, როცა გვაქვს ნებისმიერად გადაცემული კოდი, ინფორმაციის თეორია ემყარება უფრო ზოგადი ხასიათის კანონს, რომელიც ითვალისწინებს ერთი სახის ინფორმაციის გარდაქმნას მეორე სახის ინფორმაციად.

სიმბოლიზაციის ძირითადი ელემენტია სიმბოლო, რომელთა თავყრილობაა ალფა ვიტი. მცირე მოცულობის ალფა ვიტი ურიცხვი ინფორმაციის გადაცემის შესაძლებლობა არსებობს, ამ შემთხვევაში უნდა მივმართოთ სიმბოლოთა კომბინაციას. ასეთ კომბინაციას ეწოდება კოდთა ჩგუფი, ანუ „სიტყვა“. მაგალითად,

ქართულ ენაში 33 ასოა გამოყენებული რამდენიმე ათასეული სიტყვის შესადგენად და ამის განხორციელება წარმატებით მიმდინარეობს. როგორც ცნობილია, მორზეს ალფავიტით (წერტილი და ხაზით) ყველა იმ სიტყვის კოდთა შედგენა და გადაცემა არის შესაძლებელი, რომელსაც 33 ასოს მეშვეობით ვაღვენთ. სწრაფა-მომთვლელ მანქანაში ამ მოვალეობას, როგორც ითქვა, ბინალური რიცხვი 1 და 0 ასრულებს.

### თ) ბინალურ კოდთა შედგენა

ჩვენ განკარგულებაში არსებული ორი სიმბოლოს (1 და 0) მიხედვით რეალური ხდომილებანი ორ კლასად იყოფა. ორსიმბოლიანი „სიტყვა“ მხოლოდ ოთხია (11, 10, 01, 00), საერთოდ კოდების 2<sup>n</sup> შემთხვევასთან გვაქვს საქმე, რომელიც n ბინალური სიმბოლოებისაგან შედგება. დავეშვათ, რომ ამ კოდებით გვსურს r შემთხვევათა გამოხატვა, მაშინ თითოეული სიტყვა იქნება ბინალური რიცხვი, რომელიც დაახლოებით  $\log_2 r$  სიმბოლოს შეიცავს.

ხდომილებათა 8 კატეგორიას აქვე შეიძლება მოუვნახოთ სამი ბინალური სიმბოლოსაგან ( $3 = \log_2 8$ ) შემდგარი კოდი:

1. კატეგორია ა — — — — 111
2. კატეგორია ბ — — — — 110
3. კატეგორია გ — — — — 101
4. კატეგორია დ — — — — 100
5. კატეგორია ე — — — — 011
6. კატეგორია ვ — — — — 010
7. კატეგორია ზ — — — — 001
8. კატეგორია თ — — — — 000

თითოეული ბინალური სიმბოლოს მნიშვნელობა დამოკიდებულია მის მდებარეობაზე და აგრეთვე სხვა სიმბოლოს ადგილზე სიტყვაში. მაგალითად, მეორე ადგილზე 1 ან ა, ან ბ, ან კიდევ ვ კატეგორიის მაჩვენებელია, ვინაიდან ამ ასოებთან დგას იგი მეორე თანრიგში. თუ პირველი თანრიგი 0-ს უკავია და შემდეგ 1-ს, ეს ნიშნავს, რომ ან ვ, ან ე კატეგორიაა მოსალოდნელი. როცა 1-ის შემდეგ კვლავ ერთი დგას ერთმნიშვნელოვნად ბ არის მოსალოდნელი. აქედან შეიძლება გამოვიტანოთ დასკვნა, რომ სიმბოლოური სიტყვა არ არის თავისთავად რაიმე თანრიგის მაჩვენებელი. თანახმად აქ წარმოდგენილი კოდისა, რით დამთავრდება კატეგორიებს შორის ურთიერთობა, ამას კოდთა განლაგებიდან ამოვიკითხავთ. ვთქვათ,

ისეთ ცნობასთან გვაქვს საქმე, რომელიც ქმნის ხდომილებათა ასეთ-თანამიმდევრობას „ავე“, თუ ზემოხსენებული კოდი გამოვუყენეთ, ასეთი სურათი გვექნება: 111010011.

ამ საკითხის შედარებით სრულყოფილი განხილვა ფანოს მიერ აღმოჩენილ მარტივ კოდშია მოცემული, რომელიც საკმაოდ ვრცლად განხილულია გ. კასტლერის მიერ და დაინტერესებული მკითხველი მას მის გამოკვლევაში გაეცნობა (იხ. ბოლოს ლიტერატურის სია).

ჩვენ შეგვიძლია ასოები განვიხილოთ როგორც სიმბოლოები, რომლებიც ინგლისურ ენაში 27-ს არ აღემატება. თუ ერთნაირად შესაძლო სიმბოლოებთან გვაქვს საქმე, მაშინ G-სგან შემდგარ წინადადებაში ინფორმაცია შეადგენდეს იქნება:

$$I = \log_2 27 = 4.76 \text{ ბიტი ერთეულს, ანუ}$$

$$i = \log_2 27 = 4.76 \text{ ბიტი ერთეულს.}$$

რადგანაც სხვადასხვა ასო არაერთნაირი შესაძლებლობით ღებულობს სიტყვის შემადგენლობაში მონაწილეობას, ზემოლასახელებული ფორმულა გამოუსადეგარია.

თუ  $P_j$  აპრიორული ალბათობაა  $j$  ასოსი ( $j=1, 2, \dots, 27$ ), მაშინ ინგლისური ენის ასოების განაწილების ალბათობის ცხრილი ასეთ სახეს მიიღებს:

ცხრილი 16

სიმბოლო	ალბათობა	—	სიმბოლო	ალბათობა	—
ზუალედი	0,2	0,699	L	0,020	1,54
E	0,105	0,979	C	0,023	1,64
T	0,072	1,143	Fu	0,0225	1,65
O	0,0654	1,184	M	0,021	1,68
A	0,063	1,2	P	0,0175	1,76
N	0,059	1,23	yw	0,012	1,92
L	0,055	1,26	G	0,010	1,96
R	0,054	1,27	B	0,0105	1,98
S	0,052	1,28	V	0,008	2,1
H	0,047	1,33	K	0,003	2,52
D	0,035	1,46	X	0,002	2,7
			yφz	0,001	3,0

ზემომოყვანილი ცხრილი შენონის ფორმულას ემყარება, რომლის მიხედვით ერთ ასოზე საშუალო ინფორმაცია ჩაიწერება:

$$i = -k \sum_{i=1}^{i=27} p_j \log p_i$$



ამ ფორმულის შემდგომი გამოყენების დაწვრილებით განხილვას დაინტერესებული მკითხველი იპოვის ლ. ბრილიუენის წიგნში, რომელიც ამ თავის ბოლოში სხვა ლიტერატურულ წყაროებს შორის გვაქვს დასახელებული.

### ი) წიგნის ავტორმატური კითხვა

ამ ათიოდე წლის წინ არავინ დაიჭერებდა, რომ შესაძლებელი აღმოჩნდებოდა ისეთი მანქანის შექმნა, რომელიც შესძლებდა წიგნის კითხვას. ასეთი ავტორმატის გაკეთება დიდ სიძნელესთან არის დაკავშირებული, მაგრამ თანამედროვე ტექნიკის ნიადაგზე ამ საკითხის დადებითად გადაწყვეტაც მოხერხდა.

ქალაქის ზედაპირი, რომელზედაც ასოებია დაბეჭდილი, ელემენტებადაა გაყოფილი, ე. ი. სწორკუთხედებად. თითოეული ელემენტი შეიძლება იყოს თეთრი ან შავი. ასოების გამოხატულების გადათვალისწინებას მოჰყვება რიცხვების რიგი, რომელიც ორი ნიშნით იქნება წარმოდგენილი: 0 (თეთრი) და 1 (შავი). ასოები ერთი სიდიდისა და მოყვანილობის არის, ამიტომ თუ თითოეულის მოხაზულობა ასახულია სწორად, მათი განსხვავება არავითარ სიძნელეს არ წარმოადგენს.

ასოების ელემენტთა დათვალისწინება მინიატურული მოწყობილობის მქონე აპარატით წარმოებს, რომელიც შედგება ერთისა ან რამდენიმე ფოტოელემენტისაგან. ფოტოელემენტზე შავის შესატყვისია ის, რომ დენი არ აღიძვრება, თეთრის—დენი აღიძვრება. ფოტოელემენტზე მიღებული გამოსახულების დათვალისწინება შეიძლება სტრიქონ-სტრიქონით, როგორც ერთი, ისე რამდენიმე ფოტოელემენტით, რომელიც ჰორიზონტალურად მოძრაობს, ანდა სვეტზე ზევიდან ქვევით. დათვალისწინების წესის არჩევა ჩვენზეა დამოკიდებული, რაც ყოველთვის იძლევა ერთგვარ კოდს, რომლებშიაც ადგილი აქვს გამომსახველი სიგნალის კოდირებას.

ასოების დათვალისწინება ფოტოელემენტზე მიჭარბებული სპეციალური „თავის“ მოძრაობის საშუალებით მიმდინარეობს. ქალაქდზე მოძრავი სინათლის წყაროს ქმნის მოძრავი სარკიდან არეკლილი სხივი, რომელიც ცვალებადი დენით იკვებება.

სიგნალი „შავი“ და „თეთრი“ (წერტილი, ხაზი), რომელიც ფოტოელემენტის „თავის“ მიერ ასოებზე მოძრაობითაა გადაღებული, იძლევა წაკითხული ასოების გამოხატულებას.

სიგნალების, ე. ი. ორობითი წესით ჩაწერილი რიცხვების სხვადასხვაგვარად გამოყენებაც არის შესაძლებელი. მათ ხშირად იყენებენ სმენით უშუალო აღქმისათვის. ტელეფონში ათინათინის სინქრონული და ვერტიკალური მოძრაობით იცვლება ბგერის ტონი, თან ბგერა მხოლოდ იმ შემთხვევაში ისმის, როცა ათინათინი შავ ელემენტზე გადადის. კითხვის დროს თითოეული ასო იძენს თავისებურ ელერადობას, რომელიც სხვადასხვა სიმძლისა და ხანგრძლიობის ბგერებისაგან შედგება.

შეიძლება ასოების სიგნალი გადაეაქციოთ არა ბგერებად, არამედ ამობურთულ ადგილთა კონფიგურაციად, დაახლოებით ისე, როგორც ამას ბრმებისათვის განკუთვნილი ბრაილის სისტემა მოითხოვს. ამასთან დაკავშირებით შეიძლება ვიკითხოთ: განა შესაძლებელია, რომ მანქანამ კვადრატი განასხვაოს წრისაგან? ამ ამოცანას მანქანა ადვილად წყვეტს და ყოველი ფიგურის გამოხატულებას ორ ჯგუფად ჰყოფს: „წრე“ და „კვადრატი“.

### გ) ავტომატური თარგმანი

ავტომატურ თარგმანს მათემატიკოსებმა და ინჟინრებმა მოკიდეს ხელი, ამიტომ გასაგებია, რომ ნიშნების ფორმალნიაცია გაზრდა მათი სახელმძღვანელო პრინციპი. ისინი დაინტერესებული იყვნენ წინასწარ დაშიფრული წინადადებებისა და სიტყვების გაშიფრვით და ერთი ენის წინადადებების მეორე ენის სიტყვებზე თარგმნით. ფორმალიზმმა ამ შემთხვევაში იქამდის მიიღწია, რომ მნიშვნელობა დაკარგა თვითონ ენის სპეციფიკამ, — ინგლისურსა და რუსულ ენაზე დაწერილ წიგნებს შორის განსხვავებას მხოლოდ ნიშანთა სისტემის გამოყენებაში ნახულობდნენ. ამ შეხედულების ლინგვისტიკაში შემოჭრის ნიადაგზე აღმოცენდა სტრუქტურული ენა, რომელიც არსებითად ენათმეცნიერებაში მათემატიკური (სიმბოლური) ლოგიკის გაბატონებას წარმოადგენს. ბგერების შესწავლის შემთხვევაში მთავარი ყურადღება ექცევა მათი ადგილის მონახვას ენის სტრუქტურაში.

სტრუქტურულ ლინგვისტიკას შეიძლება მრავალი ნაკლი ჰქონდეს, მაგრამ მის დადებით მხარედ უნდა ჩაითვალოს ის, რომ არსებითად დაუკავშირდა თანამედროვე მათემატიკისა და ლოგიკის განვითარებას. ამან ხელი შეუწყო ენათმეცნიერების დაახლოებას კიბერნეტიკის აქტუალურ საკითხებთან, ენათმეცნიერებაში სტრუქტურულმა მიმდინარეობამ გზა გაუხსნა ერთი ენიდან მეორე ენაზე.

თარგმნის საქმეში სიმბოლოების გამოყენებას და ამისათვის საჭირო სიტყვების კოდის ჩამოყალიბებას. ენათმეცნიერების ეს დარგი ზუსტი მეცნიერების დარგად გადაიქცა. საქმეს ართულებს ის, რომ თარგმნის ალგორითმი არ არის ცნობილი, თანაც სხვადასხვა ენის სიტყვათა შორის ერთმნიშვნელოვანი დამოკიდებულების მონახვა არც ისე ადვილი აღმოჩნდა. ამ დარგში თვალსაჩინო ადგილი უკავია ა. ლიაპუნოვის სკოლას.

ჩვენ აქ მხოლოდ იმის გათვალისწინებაზე შევჩერდებით, თუ როგორ გადაიდგა პირველი ნაბიჯი.

რუსული სიტყვების ინგლისურ ენაზე თარგმნის პირველი ცდის დროს სიტყვარი შეადგინეს ტექნიკური მეცნიერებიდან აღებული ტექსტიდან. ორივე ენის სიტყვები გაცილებით უფრო გამარტივებული იყო და მათ შორის მეტი შესატყვისობა ჩანდა. სათარგმნელად არჩეულ იქნა მარტივი რუსული წინადადებები და მასში შემავალი სიტყვებიდან შედგა სიტყვარიც. ცალკე დამუშავდა სინტაქსის 6 წესი, რომელიც თარგმანისათვის საკმარისი ჩანდა.

ცხრილი 17

რუსული სიტყვა	ინგლისური ვეკი- ვალენტი	კოდი			რა წესი ინმარტება
		I	II	III	
Величина	magnitude	XXX	XXX	XX	6
угл	coal	121	XXX	25	2
а	of	131	122	25	2
определяется	is determined	XXX	XXX	XX	6
отнашении	relation	151	XXX	XX	5
ем	by	131	XXX	XX	3
дли	length	XXX	XXX	XX	6
и	of	131	XXX	25	3
дуг	are	XXX	XXX	XX	6
и	of	131	XXX	25	3
х	to	121	XXX	23	2
радиус	radius	XXX	121	XX	6
у	to	131	XXX	XX	3

სიტყვები ჩაწერილი იყო ქაღალდზე ნახვლეტების სახით (პერფორირირებული) ისევე, როგორც იგი გამომთვლელ მანქანაშია გამოყენებული. ამგვარად დამზადებული სიტყვარი შეაქვთ მანქანაში და იწერება მაგნიტურ ბარაბანზე. სიტყვების ჩაწერა იმავე წესით მიმდინარეობს, როგორც ამას მაგნიტოფონის მუშაობის შემთხვევაში

აქვს ადგილი. წინასწარ იყო შედგენილი 250 სიტყვისა და 2400 კოდისაგან შემდგარი პროგრამა.

ამ კოდისა და ცხრილში წარმოდგენილი წესის ფორმალურ გამოყენებას შეუძლია ავტომატურად უზრუნველყოს რუსული წინადადების — „Величина угла определяется отношением длины дуги к радиусу“ — თარგმნა ინგლისურ ენაზე: *magnitude of angle is determined by the relation of length of arc to radius.*

როგორ ახერხებს მანქანა რუსული სიტყვის ეკვივალენტური სიტყვის მონახვას? „გონიერი მანქანა“ ციფრების მიხედვით აწარმოებს ყოველგვარ ოპერაციებს. ამიტომ სიტყვები, რომელთანაც მას უხდება ურთიერთობა, დაშლილია ცალკე ასოებად. ყოველი ასო ორი რიცხვით გამოხატვას მოითხოვს, რადგანაც მანქანას მხოლოდ ჩრობითი თვლის ნიადაგზე შეუძლია პროგრამით გათვალისწინებული დავალების შესრულება.

მანქანისათვის გამოსადეგი კოდი არის ეგრეთ წოდებული კოდი ბოდო. მას ასეთი სახე აქვს:

ინგლისური

რუსული

a—16	a—16
b—06	б—06
c—22	в—13
d—30	г—10
e—08	д—30
f—14	е—08
g—10	ж—29
h—26	з—25
i—12	и—12
k—19	к—19
m—11	л—17
n—15	м—11
t—21	н—15
ch—26	т—21
p—24	о—28
q—23	у—20
r—07	ф—14
s—05	х—26
o—28	

## ინგლისური

u—20  
v—29  
w—13  
x—09  
y—04  
z—25  
. —31  
, —03

n—26  
k—24  
p—07  
c—05  
r—21

## რუსული

u—22  
v—23  
w—09  
x—17  
y—2

u—04  
v—01  
w—03  
x—18  
y—00  
z—09

ეთქვათ, გესურს ციფრობრივი გამოსახულება მოკუნახოთ შემდეგ ინგლისურ სიტყვებს:

the—21—26—08=212608,

equation—08—23—20—16—21—12—28—15—05 = ,  
=0823201621281505,

therefore—21—26—08—07—08—14—28—07—08 =  
=212608070814280708,

method—11—08—21—26—28—30=110821262830.

ამა თუ იმ სიტყვის მონახვა წინადადებაში შედარების გზით წარმოებს, რომელიც ელექტრონული გამოთვლელი მანქანისათვის არის მისაწვდომი. სიტყვაში შემავალი ასოები, როგორც ითქვა, კოდირებულია ციფრების სახით, რომელსაც თანამიმდევრობით აკლდება ჩვენ მიერ საძიებელი სიტყვის გამომხატველი რიცხვი. როცა ამ ოპერაციის შედეგად ვღებულობთ ნულს, ეს იმის მაჩვენებელია, რომ მონახულია საძიებელი სიტყვა.

მონახული სიტყვა იმავე წესითა და იმავე რიგის დაცვით, როგორც ამას წინასწარ შედგენილი პროგრამა მოითხოვს, აღიბეჭდება მანქანის „მეხსიერებისათვის“ განკუთვნილ მოწყობილობაში. ცხადია, დაცულია საჭირო გრამატიკული ნორმები, რომელიც აგრეთვე კოდირებული სახით ინახება მანქანის ცალკეულ უჯრედში. როცა პროგრამით გათვალისწინებული მანიპულაციები დამთავრდება, ეს სიტყვები მანქანის გამოსავლისაკენ მიემართება და ინგლისური ასოებით დაბეჭდილი ტექსტის სახით გამოდის გარეთ.

ცხადია, ამავე ოპერაციის შებრუნებული წარმოება, ე. ი. ინგლისური ენის სიტყვების თარგმნა რუსულ ენაზე პრინციპულად შესაძლებელია. მანქანა რუსულ ასოებს უძებნის თავის შესატყვის ორ ციფრს და ამით ადვილად აგნებს ეკვივალენტურ ინგლისურ ასოებს.

რასაკვირველია, მანქანა თავის ენაზე მეტყველებს, ამიტომ ათობითი თვლისთვის არ არის მოწოდებული, მას ამ რიცხვების ენა

არ გააჩნია. თითოეული ათობითი თვლისთვის მოწოდებული რიგ-ზე დაყვანილი უნდა იქნეს ორობითი თვლის შესაფერის სიმბოლოებზე. მაგალითად, გესურს მანქანას ვათარგმნინოთ ინგლისური სიტყვა „think (აზროვნება)“. ციფრების ენაზე ეს იქნება 2126121519. ამ რიცხვებით ოპერაციის წარმოების უნარი მანქანას არა აქვს, მას მხოლოდ ერთისა და ნულის კომბინაციის მიხედვით შეუძლია მოქმედება. სწორედ ამის გამო მანქანის მეხსიერებაში ეს სიტყვა ასეთი სახით წარმოიდგინება:

0010000100100110000100100001010100011001

განსაკუთრებით ართულებს თარგმანის მიმდინარეობას ის, რომ სიტყვების მთელი რიგი რამდენიმე მნიშვნელობის მატარებელია და მათი სწორად შერჩევა და გამოყენება მხოლოდ მისამართზე კი არ არის დამოკიდებული, არამედ იმ სიტყვებზე, რომელთა გარემოცვაშიც მოცემულია სათარგმნი სიტყვა. მანქანას ევალება არა მარტო რუსული სიტყვის ეკვივალენტის მონახვა, არამედ იმ სიტყვების ანალიზიც, რომლებიც მას გარს არტყია და განსაზღვრავს მის მნიშვნელობას. ამის შემდეგ მანქანას სჭირდება ინგლისური გრამატიკის მიხედვით სიტყვის გარჩევა და ღონისძიების მიღება წინადადების სწორად ასაგებად. სიტყვარის სიუხვე, ყოველი ენისათვის დამახასიათებელი გრამატიკული წესების, გამოწვევების წინასწარგათვალისწინება და ციფრების მიხედვით შედგენილ კოდებად მანქანაში მათი მოთავსება, საგანგებოდ ზრდის „მეხსიერების“ ტევადობას.

ამჟამად საკავშირო აკადემიის სტეკლოვის სახელობის მათემატიკისა, ზუსტი მექანიკისა და გამოთვლის ტექნიკის ინსტიტუტებში მიმდინარეობს მეტად ინტენსიური მუშაობა, რომელსაც მიზნად აქვს, რაც შეიძლება გაამარტივოს და სრულყოფილი სახე მისცეს ავტომატურ თარგმანს. პირველ რიგში, როგორც ჩანს, ეს ამოცანა მეცნიერული და ტექნიკური ხასიათის ნაშრომთა თარგმანის სასარგებლოდ უნდა გადაწყდეს. მოსალოდნელია, რომ მალე იგი საყოველთაო და ფართო მოხმარების საქმედ გადაიქცევა.

გადადგმულია ნაბიჯი ზეპირი მეტყველების ავტომატური თარგმანის მიმართულებითაც. როცა ეს მიღწეული იქნება, ცხადია, ბოლო მოეღება ენის აღრევით გამოწვეულ გაუგებრობას და გზახსნილი აღმოჩნდება სხვადასხვა ენაზე მოლაპარაკე ადამიანთა შორის როგორც წერილობითი, ისე ზეპირი მეტყველებითი თავისუფალი და შეუზღუდავი ურთიერთობისათვის.

## ფსიქოპათოლოგია

### 1) ფსიქიკური დაავადება და უკუქცევითი კავშირი

ფსიქოზების აქტიური მეთოდებით მკურნალობის შედეგად ჩვენი მეცნიერების განკარგულებაში დაგროვილია მეტად მდიდარი მასალა, საიდანაც საკმაოდ ნათლად ჩანს, რომ ფსიქოზი წარმოადგენს არა აღქმის, მეხსიერების, ყურადღების და ცალკე აზროვნების მექანიზმების დაავადებას, არამედ მათი ფუნქციების ორგანიზებული საფუძვლის მოშლას. ამ აზრით ფსიქოზი არის პიროვნების, შეიქლება გვეთქვა. ორგანიზმის დაავადება, რომელსაც ცვლილება შეაქვს სასიცოცხლო პროცესების შეთანხმებული მოქმედების საფუძველში. პირველად რაც თვალში ეცემა ადამიანს ავადმყოფის ქცევაა, რაც პირდაპირ მიგვითითებს, რომ დარღვეულია გარემოსთან შეგუება. ეს იმდენად ნათელია, უბრალო დამკვირვებელსაც აიძულებს იფიქროს, რომ ამ შემთხვევაში უნდა გვეკონდეს საქმე „ადაპტაციის დაავადებასთან“: ბუნებრივად მიიწევს აზრი იმ მიმართულებით, რომ ფსიქოზის კლინიკური სურათი განწყობის სინდრომის მიხედვით განვიხილოთ. როგორც ქვემოთ ვნახავთ, ეს საკმარის სისრულით იძლევა ავადმყოფურად შეცვლილი პიროვნების სურათს. შიზოალური პიროვნების ასე უხეშად გამოხატული თავდაცვა სხვა რა უნდა იყოს, თუ არა ცუდი ადაპტაციის შედეგი. იგივე უნდა ითქვას აბცესიურ-კომპულსიური ნევროზით შეპყრობილი ადამიანის მოქმედების შესახებ.

ჩვენი მსჯელობა ორგანიზმის მოქმედების ძირითად პრინციპის მხრივ ცვლილებას, მის ანომალიას შეეხება, რომელსაც ჰომეოსტაზიდან დაწყებული, განვითარების რამდენიმე საფეხური აქვს გავლილი. ფსიქოზის ფორმა და მისი სიღრმე დამოკიდებული უნდა იყოს განწყობის ინტეგრაციის რომელი საფეხურია მწყობრიდან გა-

მოსული. პიროვნების ამ იერარქიულ ინტეგრაციაში აღმოცენებული ბზარი აძლევს არანორმალურ მიმდინარეობას ავადმყოფის დამოკიდებულებას გარემოსთან, მის ქცევას. ყველგან მხედველობაში გვაქვს განწყობის ფსიქოფიზიკური ბუნება, რომლის განხილვა თანაბრად შესაძლებელია როგორც ფიზიოლოგიური, ისე ფსიქოლოგიური ასპექტით, რომლის გარეშე ფსიქოზური წარმოშობის სიმპტომების შესახებ მსჯელობა აბსტრაქტულ და ფორმალურ ხასიათს ატარებს.

ზემოაღნიშნული საესებით მართებული ჩანს კიბერნეტიკული თეორიის მიხედვითაც, რომელმაც ასე ენერგიულად წამოაყენა მძლოლის პრობლემა. სულით ავადმყოფი თავისი ქცევით პირდაპირ მაგალითს იძლევა იმისა, რომ მის ქცევას ხელმძღვანელი არა ყავს. იგი ამ მხრივ გავს ავტომობილს, რომლის ცალკეული ნაწილი დაუზიანებლად მუშაობს მძლოლის გარეშე. ასეთ მდგომარეობაში ორივეს სჭირდება სპეციალურ სამკურნალო დაწესებულებაში მოთავსება მოსალოდნელი ხიფათის ასაცილებლად. სულით ავადმყოფიც ამას ჩივის, რომ საკუთარი გრძნობები, საკუთარი აზრები მას არ ემორჩილება და თვითონაც ადამიანი კი არ არის, არამედ ავტომატი.

განსაკუთრებით მდიდარია ავადმყოფის სულიერი ცხოვრება მექანიზებული, ავტომატური ქცევის აქტებით. ამ მხრივ ფსიქოზით დაავადებული ადამიანის ცენტრალური ნერვული სისტემის მოქმედება მეტად ახლოს დგას წინასწარმედგენილი კოდების მიხედვით მოქმედ მანქანასთან. არც ერთისა და არც მეორის მოქმედება არ ემყარება ცნობიერების მუშაობას. ორივე შემთხვევაში წინასწარ განსაზღვრულია, რა მიმართულებით წარიმართება მექანიზმი და როგორი იქნება მისი მუშაობის პროდუქტი. ამით სრულიად არ გვსურს თქმა, რომ სულით ავადმყოფის სახით საქმე გვაქვს არანორმალურად მოქმედ თანამედროვე ავტომატთან. ფსიქიკური პროცესებზე ავტომატიზმი, რომელიც ესოდენ დამახასიათებელია ფსიქოზისათვის, სრულიად გარკვეულ მსგავსებას პოულობს ავტომატის მოქმედებასთან. ავტომატი ნორმალური მოქმედებისათვის შედგენილი პროგრამის მიხედვით მუშაობს. ამიტომ. მართალია, ავტომატურად, მაგრამ ნორმალურად მიმდინარეობს ინფორმაციის გადაამუშავება.

სულით ავადმყოფში ინფორმაციის გადაამუშავება არასწორად მიმდინარეობს არა იმიტომ, რომ მანქანა მოშლილია, არამედ იმის გამო, რომ ინფორმაციის მიმდინარეობას ხელმძღვანელი არა ყავს. იგი მოწყდა თავის შეგნებულ ხელმძღვანელს და ავტონომიური უდ-



ლებით აღკურვილი, ავადმყოფისათვის უცნობი მმართველის ტყვეობის ქვეშ მოექცა. პიროვნების იერარქიული წყობა დაირღვა. მისი ერთ-ერთი რგოლის გამოვარდნით სრული დეზორგანიზაციის დამკვიდრებასთან გვაქვს საქმე. სწორედ ამის გამო ფსიქოზი წარმოადგენს არა მეხსიერების, არამედ პიროვნებაში მიმდინარე პროცესების მარეგულირებელი პროცესის ანომალიას. ამ უკანასკნელთან გაცილებით უფრო ახლო კავშირი აქვს აფექტური ტონუსის ცნებას და არა მეხსიერებას, რომელსაც ჩვენთვის გაუგებარი ადგილი აქვს დათმობილი ვინერის მსჯელობაში.

მარეგულირებელ ორგანოს დაზიანებას თან სდევს, როგორც ითქვამს, პიროვნების იერარქიულ წყობაში დისოციაციის შეტანა, ფსიქიკური ცხოვრების მაღალ (ობიექტივაციის) და დაბალ (განწყობის) დონეთა შორის კავშირის დარღვევა. ინტელექტი კარგავს იმპულსურ აქტებზე ზედამხედველობის, მათ მიმდინარეობაზე ხელმძღვანელის ფუნქციას, რასაც თან სდევს იმპულსური ბუნების აქტების წინა პლანზე წამოწევა. ამ უცენზურო და ავტომატური მოქმედების ფსიქიკური ცხოვრების დაბალ დონეზე აღმოცენებული შინაარსი პირდაპირ გზას პოულობს ცნობიერებისაკენ. აქ მათი ყოველგვარი ზედამხედველის გარეშე შექრა შედეგია იმ დეზორგანიზაციისა, რაც ფსიქოზმა პიროვნების ფსიქიკური ცხოვრების დონეთა შორის ბზარის შეტანით მოახერხა.

ორგანიზმი, ტელეფონის სადგურის მსგავსად, იღლება და მოქმედება არანორმალურ ხასიათს იძენს. ორივე შემთხვევაში განკურნებისათვის აუცილებელია დასვენება. ყოველი ამოცანის დამთავრების შემდეგ სწრაფგამომთვლელი. მანქანა ახერხებს მეხსიერებას მთლიანად გაწმენდას, რაც ადამიანისათვის მიუწვდომელია. მეხსიერების ფსიქოლოგიური სისტემა მხოლოდ სიკვდილს შეუძლია მთლიანად გაანთავისუფლოს და ლოკის *tabula rasa*-ს დაამსგავსოს. სანამ ამის შესაძლებლობა მანქანას აქვს, იგი დაზღვეულია „ფსიქოზით“ დაავადებისაგან.

რაც შეიძლება გამოფიტვის სიმპტომს, ამის მაგალითები ხშირია მანქანის მუშაობაში. ასევე ხშირად გვხვდება გადაავზნების სიმპტომი, როცა გამტარი გზები იმპულს ატარებენ, მაგრამ ისე სუსტად, რომ ეფექტის მიღება ვერც კი ხერხდება. როცა ეს გადამრთველ სისტემებს ემართება, მაშინ მუშაობის სრულ დეზორგანიზაციასთან გვაქვს საქმე. იმპულსები არადანიშნულებისამებრ იგზავნიებიან და არც მათი მოძრაობის პროდუქტის ცნობაა შესაძლებელი. ცნობილია იმპულსური შეშლილობა, რომლის არსებით ნიშანს შე-

ადგენს ის, რომ ადამიანი ვერ ახერხებს იმპულსის შეკავებას. კლინიკაში არც ისე იშვიათად გვხვდება ავადმყოფი, რომელიც უჩივის იმის შესახებ, რომ აზრი, ენა მას არ ემორჩილება. იგი იძულებულია თქვას ის, რაც მას არ სურს, არ უნდა შეურაცმყოფელი სიტყვა წარმოთქვას, მაგრამ ენა მაინც იმეორებს მას. ასეთი ავადმყოფი ენაზე კბილს აქერს, მაგრამ მაინც ვერ ახერხებს მისი მოძრაობის შეჩერებას.

ყველა ამის მსგავს შემთხვევაში, ცხადია; ნორმალურად არ მოქმედებს შემკავებელი სისტემა, უკეთ რომ ვთქვათ, ტვინის შეკავებელი ფუნქცია დაქვეითებულია. რატომ არ ხდება შეკავება? თანამედროვე კიბერნეტიკის პრინციპებიდან თუ გამოვალთ, ეს შედეგია იმისა, რომ მწყობრიდან გამოსულია უარყოფითი უკუქცევითი მექანიზმი. წინააღმდეგობის ადგილიდან იმპულსი უკან არ იგზავნება ან დანიშნულების ადგილამდე ვერ აღწევს და, მაშასადამე, არც ეს ინფორმაცია შემოდის ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში. ამის გამო ორგანიზმს ეკარგება შესაძლებლობა კორექცია შეიტანოს რეაქციის მიმდინარეობაში. საინტერესოა აქვე ვიკითხოთ: სად მიდის უკუქცევითი რეაქცია და ვისი მეშვეობით ხდება რეაქციის მიმდინარეობაში კორექტივის შეტანა? შეგვიძლია თუ არა სპეციალურ მექანიზმზე მივუთითოთ, რომელიც ამ მოვალეობას ასრულებს?

ჩვენ გვქონდა მსჯელობა, რომ ამ მოვალეობას ორგანიზმში ასრულებს აკცეპტორული მექანიზმი, რომელსაც მზაობაში მოკყავს ამა თუ იმ ქცევის შესასრულებლად აუცილებელი ნერვული აპარატი. ორგანიზმის ამ მზაობასთან რაც არ პოულობს შესატყვისობას, იგი შეკავდება და მოქმედების ძალას კარგავს. გარდა ნერვული აგზნებისა აკცეპტორული მექანიზმის მზაობაში მოსაყვანად მონაწილეობას იღებს, როგორც ეს სპეციალურ გამოკვლევათა მიხედვითაა ცნობილი, სისხლში მოძრავი ჰორმონები. უჯრედებსა და საერთოდ ორგანიზმში მიმდინარე მეტაბოლური პროცესთან დაკავშირებით ესა თუ ის მოთხოვნილება თავის სასარგებლოდ განაწყობს ნერვულ სისტემას სამოქმედოდ, რასაკვირველია, ამასთანავე აკცეპტორულ ნერვულ აპარატსაც.

მოთხოვნილების დაკმაყოფილების ესახვა ის, რასაც ჩვენ სიამოვნების ან უსიამოვნების სახით განვიცდით. ამ გარემოებით გამოწვეული ორგანიზმის ხანგრძლივი დაძაბულობის ამსახველია აფექტი, რომელიც ყოველთვის თან ახლავს მეტად თუ ნაკლებად ცოცხალ არსების ქცევას. ვინერი ქცევის თანმხლებ აფექტურ

ტონს თელის აგზნებისა და შეკავების ტოტალიზატორად. ჩვენ შეგვეძლო გვეთქვა, რომ აფექტური ტონის სახით საქმე უნდა გვექონდეს აკცეპტორული მექანიზმის მდგომარეობის მაჩვენებელ ტოტალიზატორთან.

ზემოაღნიშნულს კარგად ეგუება სწრაფგამომთვლელ მანქანაში გამოყენებული ცირკულარული მექანიზმი, რომლის მიხედვით წარმოებს ინფორმაციის გადაცემა. ქერქში ნეირონების ცირკულარული მოწყობილობის აღწერა ეკუთვნის ლორენტო-დენოს (1938), რომლის მიხედვით ერთ-ერთის აგზნება (A) იწვევს მასთან ერთად აგზნებაში ნამყოფ გრანდიენტების (A, B, C, D და ა. შ.) განახლებას და ამ გზით პირველად ამოქმედებული ნეირონის (A) ხელმეორედ აგზნებას. ასე იქმნება ჯაჭვი, რომელშიაც აგზნების ცირკულაცია გრძელდება მანამ, სანამ ქერქი მოქმედებას არ შეწყვეტს. აფერენტული გზით ამ ჯაჭვში ადგილი აქვს იმპულსის შემოტანას. ხოლო ეფერენტაციით — იმპულსების გატანას კუნთებისა და ჩირკვლებისაკენ. ამრიგად, თავის ტვინში არსებობს გამომსვლელი უკუქცევითი იმპულსის გამტარა ჯაჭვი, რომელსაც ზოგჯერ „რეგენერაციულ მარყუშებსაც“ უწოდებენ, რომელიც თავისი ფუნქციის მიხედვით შესატყვისობას პოულობს მანქანის მეხსიერების მოქმედებასთან. ერთისა და იმავე მოგონების შესანახად, თანახმად ლეშლის მოსაზრებისა, ტვინამდე მიღწეული სიგნალი გარდაიქმნება ლოკალური ხასიათის მრავალრიცხოვან რითმულ რხევად. მეხსიერების კვალის მოქმედებაც, უნდა ვიფიქროთ, რომ რხევის სახით იშლება ქერქში და მოძრაობაში მოყავს ნეირონების გარკვეული ჯგუფი, რომელიც ორგანიზმის გარკვეული მოქმედებისათვის მზაობისადმი შესატყვისი. მეხსიერების ასეთი გაგება, რომელიც განწყობის ფსიქოლოგიის ძირითადი პრინციპებიდან გამომდინარეობს, კიბერნეტიკის ფარგლებში პოულობს თავის დასაბუთებას.

იმპულსების ცირკულაციური მოძრაობის მექანიზმი გულისხმობს, რომ იგი დახურულ წრეში მოქმედებს და ყოველთვის თავის თავს უბრუნდება. მას ამ წრის გარეშე ელემენტებთანაც აქვს კავშირი, ამიტომ მისი სახით ქვაზი-დახშულ სისტემასთან უნდა გვექონდეს საქმე. აკცეპტორი ამ სისტემის მიმართ, შეიძლება გვეთქვას, სტრუქტურულად გაფორმებული ერთეულის როლს ასრულებს. მას სრულიად გარკვეული უპირატესობა გააჩნია სტიმულრეაქციის მიხედვით აგებულ მოდელთან. ამ კონცეფციის მიხედვით ჩვევა ჯაჭვის ბოლო ღია ნაწილთანაა დაკავშირებული, ამიტომ ყოველი კერძო სტიმულის მოქმედებას თან სდევს კერძო პასუხის გა-

ცემა ისე, რომ ამა თუ იმ ჩვევის გამოსაწვევი სტიმული ისევე უცვლელი უნდა იყოს, როგორც თვითონ მის საპასუხოდ მიღებულ იორგანიზმის პასუხი.

თუ ქცევის ისეთი დინამიკური სტრუქტურის შესატყვისი მოდელით ვიხელმძღვანელებთ როგორც არის განწყობა, მაშინ ჩვევის მოქმედება რეცეპტორული და აფერენტული კავშირებისაგან დამოუკიდებელ მოქმედებას შეიძენს და არც დროზე იქნება იგი დამოკიდებული. ჩვევას შეუძლია მონაწილეობის მიღება და ფუნქციონობა სხვა სტრუქტურული ინტეგრაციის ჯაჭვში, ეს იმ დროს, როცა სწორხაზობრივი კავშირისათვის, რომელიც სტიმულ-რეაქციისათვისაა დამახასიათებელი. ამის შესაძლებლობა არ არსებობს. განწყობის მოდელი შესაძლებლობას იძლევა ჩვევის არა მარტო „დამუშავების“, მისი სულ სხვა დანიშნულების ქცევის შემადგენლობაში ჩართვის, არამედ ერთისა და იმავე ნეირონული გზების, გამოყენებისა და სხვადასხვა ქცევის აქტში. განწყობის მოდელის გამოყენების სასარგებლოდ მეტყველებს ისიც, რომ ქცევა არ საჭიროებს სპეციფიკური ნეირონული ელემენტების არსებობას. სწორედ ამის გათვალისწინებით შესაძლებლობა, გამოვიყენოთ ალბათობის თეორია, სადაც საქმე გვაქვს ქცევის აქტების ნეირონული სტრუქტურის ჩამოყალიბებასთან. განწყობისეული მოდელის უბირატესობა იმაშიც მდგომარეობს, რომ იგი წარმოადგენს ელემენტების დახშულ ჯაჭვს და არა ორი ელემენტის უბრალო კავშირს, რომელიც საფუძვლად უდევს სტიმულ-რეაქციის პრინციპზე აგებულ ქცევას.

ფსიქოზით დაავადებული ადამიანის ფიქსირებულ განწყობას ახასიათებს არაჩვეულებრივი ინერტულობა. იგი ხანგრძლივად რჩება ერთხელ შემუშავებული განწყობის გავლენის ქვეშ. საერთოდ, ერთხელ ფიქსაციის შემდეგ განწყობა არც ჭანსად ადამიანებში ქრება ერთბაშად და ამით ქმნის პირობას დაწყებული მოქმედების დასასრულებლად. განწყობის ამ თავისებურებას ფსიქოზი საგრძნობლად ახანგრძლივებს, რაც იქიდან ჩანს, რომ ავადმყოფი დაწყებული მოქმედებიდან გადანაცვლებას ვერ ახერხებს. ცენტრალურ ნერვულ სისტემას დაკარგული აქვს რეაქციის გარემოს შესატყვისად გადართვის უნარი, თუ ის ავადმყოფობამდე სულ შერეულ დროში სრულდებოდა, ახლა რეაქციებს დინამიკური მოქმედების უნარი დაუკარგავთ და რეაქციის მიმდინარეობაში თავს იჩენს ინერტულობა.

„ განწყობის ჩაქრობის გაჭიანურებასთან ერთად რეაქციის მიმდინარეობა ცალმხრივია, ყოველი გარედან შემოსული იმპულსი მოქმედი განწყობის გაძლიერებას ემსახურება, ამიტომაც იგი თავიდან გამომყდავებული, კონტრასტული მოქმედების ფაზაზე რჩება და, საერთოდ, განწყობისათვის დამახასიათებელი ფაზათ: მონაცვლეობა და საბოლოოდ ადეკვატური პასუხების გამტკიცება სულით ავადმყოფებს შორის თითქმის სრულიად არ გვხვდება. განწყობის ასეთი სიტუაციები მაჩვენებელია იმისა, რომ ავადმყოფის ცენტრალურ ნერვულ სისტემაში აღმოცენებული აწეული აგზნების კერა, უკეთ, დომინანტა საგანგებოდ ძლიერია და ყველა დანარჩენ იმპულსებსაც თავისკენ იზიდავს.

განწყობის სიმტკიცის, მისი მოქმედების ძალის შემოწმებამ გვიჩვენა, რომ სულით ავადმყოფის განწყობა არაჩვეულებრივი სიმტკიცით და ძალით ხასიათდება. მის ჩასაქრობად კრიტიკული ცდის, ე. ი. ტოლი წრეების 60—100-ჯერ მიწოდება არაა საკმარისი.

თუ ისტერიას არ მივიღებთ მხედველობაში, დანარჩენ სულით ავადმყოფთა განწყობას მეტად მკაფიოდ გამოხატული კონსტანტობა და სტაბილობა ახასიათებს. ერთხელ ფიქსირებულ განწყობას, თავდაპირველი სახით შეუძლია გამეორება რამდენიმე დღის, კვირისა და თვის შემდეგ, როგორც კი ამისთვის ხელსაყრელი სიტუაცია იჩენს თავს. არც ავადმყოფის ორგანიზმში მომხდარი ცვლილებაა სწრაფად წარმავალი, იგი თითქმის ერთი და იმავე ფორმაშია წარმოდგენილი არა თვეების, არამედ უმეტეს შემთხვევაში წლების განმავლობაში.

ფსიქოზური განცდებისათვის დამახასიათებელია ერთისა და იმავე სახით გამოვლინება არა ერთი, არამედ გრძნობის სხვადასხვა სფეროში. ჩვენ ხშირად გვხვდება ავადმყოფი, რომელსაც ჰალუცინაცია აქვს არა მარტო სმენის, არამედ მხედველობის, ტაქტილური შეგრძნების, კინესტეტიკური შეგრძნების, გემოსი და ყნოსვის. ამ ჰალუცინაციათა შინაარსი ხშირად ერთი ძირითადი აზრის რეალიზაციას წარმოადგენს, რომელიც თავის გამოხატულებას ავადმყოფის ბოღვაში პოულობს. აღქმის ამ სხვადასხვა მოდლობათა ერთიანი მოქმედების საფუძველი განწყობაში უნდა იყოს მოცემული. სწორედ მისთვის დამახასიათებელია გრძნობის სხვადასხვა ორგანოთა შორის ირადიაცია. ჰაბტურ სფეროს მონაწილეობით ფიქსირებული განწყობის მოქმედება თავს იჩენს ტოლი წრეების ოპტიკურ სფეროში მიწოდების შემთხვევაში — ფიქსირებული განწყობის

გავლენით ტოლ წრეებს ავადმყოფი არატოლად, ე. ი. ილუზორულად აღიქვამს. ამ ცდის პირიქით გამოვრების შემთხვევაში იგივე ეფექტია მოსალოდნელი — ოპტიკური რეცეპტორებს მონაწილეობით ფიქსირებული განწყობის მოქმედება, ისეთ ორგანოს შემოწმების შემთხვევაში, რომელსაც განწყობის შემუშავებაში მონაწილეობა არ მიუღია, როგორცაა ხელი, აქაც ვნახულობთ: ავადმყოფი ხელში მიწოდებულ ტოლ ბურთებს აღიქვამს ილუზორულად და გონია, რომ ერთი დიდია და მეორე პატარა. აქედან ცხადია, რომ გრძნობის ორგანოების ერთიანი მოქმედების საფუძველს განწყობა წარმოადგენს, მისი მოქმედების ეფექტი იჩენს თავს როგორც მხედველობის ორგანოში, ისე ტაქტილური (ხელის) რეცეპტორების სფეროში. უნდა ვიფიქროთ, რომ ასეთი ძალა აქვს განწყობას ავადმყოფის განცდების მიმართაც და სმენის, მხედველობის, ყნოსვის, შეხების, კინესტეტიკური რეცეპტორების შეთანხმებული და პალუცინაციური მოქმედების საფუძველსაც იგი ქმნის.

ავილოთ განწყობისათვის დამახასიათებელი განზოგადება, რომელიც გ ე ნ ე რ ა ლ ი ზ ა ც ი ი ს ცდაში იჩენს თავს. განწყობის დიდი და პატარა წრის რამდენიმეჯერ მიწოდებით ფიქსაციის შემდეგ ავადმყოფი არა მარტო ელიფსებს, ოთხკუთხედებს და მრავალკუთხედებს აღიქვამს განწყობის ზეგავლენით, ე. ი. ილუზორულად, არამედ საგანწყობო წრეებთან არაერთარი მსგავსების მქონე ორ სწორ ხაზსაც, რასაც ჯანმრთელ ადამიანში არასოდეს არა აქვს ადგარი. სწორედ ავადმყოფებისათვისაა დამახასიათებელი ბოღვითი იდეების არაჩვეულებრივი გენერალიზაცია, მის შინაარსში არა მარტო აბლობლებს, არამედ ისეთ ადამიანებს ჩაითრევს, რომელსაც არასოდეს არ ჰქონია რაიმე საერთო ავადმყოფთან. განწყობისათვის დამახასიათებელ გენერალიზაციაში უნდა ვეძიოთ მიზეზი იმისა, რომ ავადმყოფი ძმას, დას, დედას და ექიმსაც მტრად აღიქვამს.

ამდაგვარად მოქმედი განწყობის იმპულსი იმდენად ძლიერა, რომ ავადმყოფი მის შეჩერებას ვერ ახერხებს. მისი აქტუალიზაცია ყრველთვის რეალიზაციით მთავრდება, რასაკვირველია, ავადმყოფის ქცევის აქტებში, რომელიც ავტომატური მიმდინარეობით ხასიათდება. ავადმყოფები ხშირად თვითონაც აღნიშნავენ, რომ ამათუ იმ შინაარსის თუ წარმოდგენის აღმოცენება მას არ ემორჩილება, რომ დიდი ხანია დაკარგა მან საკუთარი განცდების მმართველობის უნარი. იგი ცნობიერებაში ძალითა და თვითნებურად შემოჭრილი მოვლენების პასიური მჭვრეტელია და, როგორც ერთი ჩემი ავადმყოფი აღნიშნავდა, „რალაც ძალას ყავს დამორჩილებული“, რომე-

ლიც როგორც მას სურს ისეთ მიმართულებას აძლევს ფსიქიკურ მოვლენებს. „მე არ მინდა ვიფიქრო, მაგრამ ფიქრები მაინც მოდიან“, და ეს ეგრეთ წოდებული მენტისმი, თავში აზრების თვითნებური და უთავბოლო ხეტიალი არის ერთ-ერთი ძირითადი სიმპტომი, რომლითაც იწყება ყოველი სახის სულთ ავადმყოფობა.

ავადმყოფის ბოდვის, პალუცინაციის შინაარსი ნაძალადეობითა და აკვიატებით ხასიათდება. ავადმყოფი, რომელიც ბევრს ლაპარაკობს და ამით შთაბეჭდილებას ტოვებს, რომ ყველაფერს ერთმანეთში ურევს, დანამდვილებით ერთ აზრს იმეორებს სხვადასხვა ვარიაციაში. დევნის ბოდვით შეპყრობილი ადამიანი სულ დევნის მიმართულებით აგებს წინადადებას და მისი ამ ძირითადი განწყობისადმი ასიმილაციის მიმართულებით განიცდება გარემოდან შემოსული შთაბეჭდილებები. ფიქსირებული განწყობითაა განსაზღვრული მისი ბოდვის ერთისა და იმავე შინაარსის უცვლელად გამეორება. არსებითად ამის მსგავს შემთხვევებში პერსევერაციასთან გვაქვს საქმე. ატიტირებული მელანქოლიით შეპყრობილი ადამიანი ყველგან საშინელებას, დალუპვას, დასჯას, ხანძრით გადაბუგვას ხედავს. ზოგჯერ მისი ბოდვითი იდეა მხოლოდ ერთ-ერთ ოჯახის წევრზეა ფიქსირებული და ავადმყოფიც დღე და ღამე იმას უჩივის, რომ იგი აწამეს, მოკლეს. რასაკვირველია, ამ შემთხვევაში ერთი იდეის აკვიატებასთან გვაქვს საქმე, რომელიც სავსებით ანალოგიურია მათი ფიქსირებული განწყობის მოქმედებისა. განწყობის ერთხელ ფიქსაციის შემდეგ მისი ჩაქრობა სრულად საწინააღმდეგო ობიექტებზე 50—70-ჯერ ზემოქმედებითაც ვერ ხერხდება. ავადმყოფი იმ მოვლენის საფუძველზე პასუხობს, რომელიც ჩვენ მიერ წინასწარ იყო ფიქსირებული. იგი იმდენად მტკიცეა, რომ დიდხანს არ კარგავს მოქმედებისა და, მაშასადამე, შთაბეჭდილებათა ასიმილაციის უნარს. ფიქსირებული განწყობის ასეთ მოქმედებაში, სავსებით ბუნებრივია, რომ აკვიატება-პერსევერაციის სიმპტომის ანალოგიურ მოვლენასთან გვაქვს საქმე და, ეს უფლებას გვაძლევს ვიფიქროთ, როგორც ექსპერიმენტულად გამოწვეული, ისე ავადმყოფობის დროს მოქმედი პერსევერაციისა და აკვიატების მიზეზს ინდივიდის ფიქსირებული განწყობა წარმოადგენს.

ფსიქოზური განცდების უმრავლესობა კომპლექსური ხასიათისაა, იგი აფექტურად განიცდება, მაგრამ მისი წარმოშობის მიზეზი როგორც ავადმყოფისათვის, ისე ექიმისათვისაც საიდუმლოდაა დარჩენილი. ავადმყოფმა არ იცის, რატომ სწორედ ეს და არა სხვა აზრი გახდა მისი აკვიატებული განცდის საგანი. ამ გარემოებას ვინერმატ

მიაქცია ყურადღება და იმისათვის, რომ იგი, ყოველ შემთხვევაში, თავისთვის მაინც გასაგები გაეხადა დასჭირდა ფროიდისათვის მიემართა. იგი წერს: „...მსჯელობა ფროიდის მიერ ორტოლოქსალურად გაგებულ ფსიქოანალიზს ეხება, თუ იგივეს, მაგრამ შეცვლილს იუნგისა და ადლერის მიერ, აგრეთვე ფსიქოთერაპიას, რომელიც არ გამომდინარეობს ფსიქოანალიზიდან, მკურნალობა ყოველთვის ემყარება ჩვენს წარმოდგენას იმის შესახებ, რომ: 1) გონებაში შენახული ინფორმაცია ჩვენთვის მისაწვდომი დონის იქით მდებარეობს და გაცილებით უფრო მდიდარი და მრავალფეროვანია, ვიდრე ინფორმაცია, რომელიც სპეციალური მეთოდების დახმარების გარეშე მისაწვდომია უშუალო თვითდაკვირვებისათვის, 2) იგი არსებითად არის აფექტურ განცდებზე დამოკიდებული და რომლის უშუალო თვითდაკვირვებით მიგნება ყოველთვის ვერ ხერხდება, ან იმის გამო, რომ ისინი არასოდეს არ ყოფილან მოზრდილის მეტყველების მიერ ფორმულირებული, ან იმიტომ რომ დათრგუნულია აფექტური, მაგრამ, საერთოდ რომ ვთქვათ, უნებლიე ფსიქიკური მექანიზმის მიერ, 3) ამ შენახულ განცდათა შინაარსზე, აგრეთვე მათ აფექტურ ტონუსზე ბევრადაა დამოკიდებული ჩვენი მომდევნო ფსიქიკური მოქმედება, ზოგჯერ პათოლოგიურის მხრივ“.

ამ შემთხვევაში ერთადერთი თერაპიულ ღონისძიებად ითვლება, როგორც ვინერიც მიუთითებს, დავიწყებული კომპლექსური განცდა გავახსენოთ ავადმყოფს, გაუცნობიეროთ მისი შინაარსი. თუ ამას მივალწიეთ, ეს ძალას უკარგავს მის ფარულ მოქმედებას და ათავისუფლებს მას აფექტურად შეფერადებული მოქმედებისაგან. ვინერის აზრით, ყოველივე ეს სავესებით შეესაბამება მის თვალსაზრისს, მაგრამ იგი არსად არ ცდილობს გვიჩვენოს, როგორ ესმის მას კომპლექსი და რა იმალება ფსიქიკაში ჩვენთვის მიუწვდომელ დონეზე? იგი არ შეიძლება წარმოდგენა იყოს, თუნდ ფროიდის გაგებითაც, რადგანაც ცნობიერებიდან განდევნილი წარმოდგენა ისევე წარმოდგენად რჩება. ჯერ არავის უჩვენებია და აუწერია წარმოდგენა, რომელსაც ცნობიერებისათვის დამახასიათებელი ნიშანი არ ქონდეს. ეს არც უნდა იყოს შესაძლებელი, რადგანაც წარმოდგენა თვითონაა ცნობიერების ერთ-ერთი ფორმა; რაც შეეხება აფექტს, არც ის შეიძლება ცნობიერი განცდის გარეშე არსებობდეს. აფექტი განცდის თანმხლები სიამოვნება თუ უსიამოვნებაა, ამიტომ მისი არსებობა აუცილებლად გულისხმობს განცდის არსებობას. ჩანს, ვინერს ტყვილად ჰგონია, რომ მას აქვს თვალსაზრისი, რომლის მიხედვით ამ საკითხის გადაწყვეტა უზრუნველყოფილია.



ასეთი შემთხვევისათვის ყველაზე უფრო ხელსაყრელი შეიძლება იყოს განწყობის ცნებნისთვის მიგვემართა, რომელიც, როგორც ეს დ. უზნაძეს აქვს მითითებული, ზედმეტად ხდის არაცნობიერის ცნებას იმ გაგებით, როგორც ფროიდის მოძღვრებაშია წარმოდგენილი. ექსპერიმენტულად დამტკიცებულია, როგორც ამის შესახებ თავის დროზე გვქონდა მსჯელობა, რომ განწყობა არ არის ცნობიერების ფენომენი, მას ცნობიერების დონემდე არსებობა ახასიათებს და ამდენად არაცნობიერია. როგორც მის თავისებურებათა დახასიათებამ გვიჩვენა განწყობას არა მარტო ფიქსირება ახასიათებს, არამედ ქრონიკული არსებობა ისე, რომ მისმა მატარებელმა სუბიექტმა მისი არსებობის შესახებ არაფერი იცის. მიუხედავად ამისა, საკმარისია ექსპერიმენტულ სიტუაციაში მონაწილე სტიმული ავამოქმედოთ, რომ ოდესღაც ფიქსირებულმა, მაგრამ ამჟამად დავიწყებას მიცემულმა განწყობამ განაახლოს მოქმედება და მისი იმპულსით განსაზღვრული შინაარსები შეიქრას ცნობიერებაში. ამის შესახებ გვეუბნება განწყობის სტაბილობა, რომლის დახასიათებაზე აქ არ შევიჩრდებით, რადგან იგი ჩვენთვის ცნობილი ფაქტია.

ფიქსირებული განწყობის ამ თავისებურებათა გათვალისწინების საფუძველზე აქვს დ. უზნაძეს გამოტანილი დასკვნა: კომპლექსის ფიქსირებული არსებობა იმიტომ ახასიათებს, რომ ცნობიერებიდან მისი განდევნის შემდეგ სუბიექტში განცდა, მხოლოდ როგორც ცნობიერების შინაარსი, ეძლევა დავიწყებას. სამაგიეროდ, განწყობა რჩება. და აი, ეს განწყობაა, არსებითად, რაც ფსიქონალიზის სკოლაში „კომპლექსის“ სახელითაა ცნობილი და, რაც სუბიექტის ასოციაციების მიმდინარეობაზე გადამწყვეტ გავლენას ახდენს.

რა ემართება სულით ავადმყოფი ადამიანის განწყობას ისეთი, რომელიც მის განცდებს ასე არანორმალურ მიმდინარეობას ძენს. ზემოაღნიშნულ ცვლილებათა გარდა განსაკუთრებით ყურადსაღებია, რომ ავადმყოფის განწყობის რეალიზაცია შეუფერხებლად და შეუშინველად მიმდინარეობს, მისი ასეთი მოქმედება post factum-ში აყენებს ავადმყოფს საკუთარი განცდების მიმართ, რომელსაც არ გააჩნია ის სპეციფიკური აქტივობა, რომელიც აქტუალური განწყობის შესაჩერებლადაა საჭირო. მხედველობაში გვაქვს ის, რაც ობიექტივაციის შესახებ ითქვა.

ავადმყოფის განწყობის შემდეგი თავისებურება იმაში მდგომარეობს, რომ მისი მოქმედება „სულ ან არაფერი“ კანონის მსგავსად ზორციელდება და ყოველთვის ერთი მიმართულებით. ავადმყოფის

განწყობის მოქმედებაში მოხსნილია სანქცია, რომელიც უკუქცევითი ინფორმაციის მექანიზმით ხორციელდება. ამიტომაც, რომ ფსიქიკური მოქმედება აქ თვითმიზნადაა გადაქცეული და ერთხელ ფიქსირებული განწყობა, მიუხედავად იმისა, რომ სრულიად შეუფერებელია სიტუაცია, იგი მაინც განაგრძობს მოქმედებას და თავის შესატყვის მოვლენებს გზას ცნობიერებისაკენ მაშინაც უხსნის, როცა ეს სრულიად არ შეეფერება სუბიექტის ინტერესებს. ავადმყოფის განწყობის რეალიზაცია და არც განმტკიცება უცდის პიროვნებას სანქციას, იგი რაკი გაჩნდა თვითონვე ნახულობს ძალას იმისა, რომ უნებართოდ გამოცხადდეს იქ, სადაც საერთოდ თავს იყრის ადამიანის განცდები.

ფსიქოზი ხსნის მოქმედების აკცეპტორის სადარაჯო პუნქტს, ამიტომ ცნობიერებაში ისეთი შინაარსები დათარეშობს, რომლებსაც სხვა მდგომარეობაში არასოდეს არ ექნებოდა შესაძლებლობა აქ მოხვედრისა. აკცეპტორის გარეშე დარჩენილ ფსიქიკას მომავლისკენ ხედვა დაბრმავებული აქვს, იგი არასოდეს არ მოქმედებს წინასწარგათვალისწინებით და არსებულით კმაყოფილდება. ავადმყოფის ბოდვის, მისი პალუცინაციის შინაარსი უკრიტიკოდ მოქმედებს. იგი, თითოეული ჩვენი ქცევის აქტისათვის დამახასიათებელი, შეფასების, შესატყვისობის სტადიის გავლის გარეშე ხდება ავადმყოფის განცდის საგანი.

მოშალეთ წინასწარშედგენილი პროგრამით მომუშავე მანქანაში მოქმედების აკცეპტორი (უკუქცევითი ინფორმაციის მექანიზმი) და მას დაემართება ის, რაც ჩვენ ფსიქიკას ფსიქოზით დაავადების შემთხვევაში ემართება — დაკარგავს მასშივე მიმდინარე პროცესებზე მარეგულირებელ გავლენას. სხვაგვარად გავება შიზოფრენიის, მანიაკალურ-დეპრესიული ფსიქოზის, პარანოიის, ავტირებულ მელანქოლიის და, საერთოდ, ფსიქოზის შესაძლებელი ყოფილიყო, მას პიროვნების დაავადებად არ მიიჩნევდნენ ფსიქიატრიის კლასიკოსები. მათი აზრის სისწორე უნდა იყოს საწინდარი იმისა, რომ იგი კიბერნეტიკული თვალსაზრისითაც გამართლებული ჩანს.

ბარეტს (1950) სამი ძირითადი ფსიქოზი აქვს განხილული, როგორც უკუქცევით ინფორმაციის მექანიზმში მომხდარი ცვლილების შედეგი. ინჟინრები იმის მიხედვით ახერხებენ უკუქცევითი მექანიზმის შემოწმებას, რომ დროებით რთავენ რხვეათა შორის ინტერვალის გამოძწვევ მორთულობას. საფიქრებელია, რომ იგივეს აქვს ადგილი ნეირონების გამტარებლობის მხრივ იმის გამოც, რომ ავუნება თავისი ბუნებით არის რითმული ბუნების მოვლენა.

## 2) ნეგროპათოლოგია და უკუქცევითი კავშირები

უკუქცევითი ინფორმაციის მხრივ ცვლილება თვალსაჩინოდ გამოხატულია ტაბესის, ფსევდოტაბესის, გაფანტული სკლეროზისა და, საერთოდ, ნათხემის დაავადების შემთხვევაში.

ნათხემის სიმპტომებს შორის ცნობილია ეგრეთ წოდებული ინტენციონალური კანკალი, როცა ავადმყოფი იმის გამო, რომ ვერ მართავს ხელის მოძრაობას ცხვირ-თითის ცდას ვერ ასრულებს. იგი ცხვირის წვერის მაგიერ თითს მისგან შორს დებს, ჩამოსართმევად გაწოდებული ხელი განით გარბის. ერთი სიტყვით, მიზანს ვერ ხედება და ყოველი ახალი ცდა ამ მიმართულებით ახალი მარცხით მთავრდება. ჭიქის ასაღებად ხელის თითებს გაცილებით მეტად შლის, ვიდრე ეს არის საჭირო, თან აღებისას იმდენად უჭერს ხელს მას, რომ შეიძლება იგი ხელში დაემტერას. ავადმყოფი წრის დახაზვას ვერ ხერხებს. მის მიერ დაწერილი ასოები სიმეტრიულობა მოკლებულია, ერთი მეტად გრძელია, მეორე — მეტად პატარა. ერთი სიტყვით, ავადმყოფის მოძრაობას აკლია თანამიმდევრობა, რითმულობა და კოორდინაცია.

დისკორდინაცია იმ მხრივ იჩენს თავს, რომ მოძრაობისათვის ნებისმიერად მიმართულების შეცვლა საგრძნობლად შეფერხებულია. პრონაციასა და სუპინაციას შორის გადართვა საგანგებო სიძნელეს ელოდება. მოძრაობის ერთი ფაზიდან მეორეში გადასვლა საგანგებოდ არის შენელებული, ამიტომ პრონაციის მდგომარეობაში არსებული ხელის გადაყვანა სუბინაციის პოზაში, თუ საერთოდ მოხერხდება, მეტად დიდ დროს საჭიროებს. თითოეულ მოძრაობას გაცილებით მეტი დრო სჭირდება, მისი ინერციის მდგომარეობიდან გამოყვანა ვერ ხერხდება.

ამის მიზეზი უკუქცევითი ინფორმაციის დეფექტია, იგი ან სულ ვერა, ან ძლიერ დაგვიანებით აღწევს დანიშნულების ადგილზე, ამიტომ მოძრაობაში კორექციის შეტანა ვერ ხერხდება და მოძრაობა მიზანს აცდენილი რჩება.

ნათხემიდან წამოსული ინფორმაციისათვის გზის გადაკეტვას მაშინაც აქვს ადგილი, როცა ნერვული ბოჭკო გარკვეულ მანძილზე კარგავს მიელინს, რაც ხშირად გვხვდება გაფანტული სკლეროზის შემთხვევაში. თუ ამ დაავადების კერა ვაროლის ზიდის გვერდით მდებარეობს, მაშინ ნათხემიდან წამოსული ინფორმაციას გადაკეტილი აქვს გზა ან ძლიერ დაგვიანებით აღწევს ზურვის ტვინის წინა

რქამდე. ამის გამო ძირითადი მოძრაობა დიდი მასშტაბით სრულდება, ხოლო მისი საწინააღმდეგო მოძრაობა — დაგვიანებით. მოძრაობა ერთიანობას კარგავს და ორ ფაზად გახლეჩილია. ამას ეწოდება ინტენციური კანკალი, რომელიც თვალის გუგის მოძრაობის (ნისტაგმი) მხრივაც ხშირად შეინიშნება. როცა იგივე მოვლენა სამეტყველო ორგანოების მოქმედებაში იჩენს თავს, ვღებულობთ თავისებურ პაუზების შემცველ მეტყველებას, რომელსაც სკანდირებულ მეტყველებას უწოდებენ. აქ ყველგან ერთ ძირითად დეფექტთან გვაქვს საქმე — მოძრაობა ერთი მიმართულებით მიმდინარეობს კორექციის გარეშე.

წარმოვიდგინოთ ჩვენი სხეული, საიდანაც მთელი რიგი ორგანოებიდან ინფორმაცია შემოდის. მას რომ ამ ინფორმაციის მიღება და მის საფუძველზე შესრულებული მოძრაობით კონტროლის გაწევა არ შეეძლოს რა უმწურო მდგომარეობაში აღმოჩნდებოდა იგი. როცა ჩვენ აღმართზე ავდივართ არა მარტო ფეხს მაგრამ ვდგამთ; არამედ ტანი წინ გვაქვს გადახრილი და ხელის მოძრაობაც სულ წინ მიემართება. ვთქვათ, აღმართი გათავდა და ერთბაშად დაღმართში დავეშვიტ, ჩვენი სხეულის ნაწილების მოძრაობა კორექციის გარეშე რომ დაჩიხეს, ცხადია, თავს მიწაზე დაეარტყამდით. ახლა სხეულს სრულიად საწინააღმდეგო პოზაში გადაყავს სხეული, მისი ნაწილების მოძრაობაც აღმართის საწინააღმდეგო მიმართულებით სრულდება. ასეთი გადახალისება შეუწყვეტლად მიმდინარეობს, თუმცა ჩვენ ყოველთვის მას არ განვიცდით. კორექციის ერთადერთი წყარო არის უკუქცევეთი ინფორმაცია და ამ მხრივ არსებული დეფექტის თავისებური გამოხატულებაა ის, რის შესახებ გვქონდა ზემოთ მსჯელობა.

გამოვრიცხოთ მხედველობის კონტროლი და *tabes dorsalis*-ით დაავადებულმა ადამიანმა, თუ იქვე რაიმეს ხელი არ ჩასჭიდა, უთუოდ წაიქცევა. სიბნელეში მას სიარული არ შეუძლია, იქით-აქეთ ქანაობს და ბოლოს იმდენად კარგავს წონასწორობას, რომ თუ არ მივეშველეთ დაეცემა. ფეხების მოძრაობათა შორის შეთანხმებულობა დარღვეულია, იგი ფეხის ზევით აწევისა და დადგმის დროსაც ზომიერებას ვერ იცავს, არ შეუძლია მუხლთან ქუსლის მოტანა, აგრეთვე ცხვირთან თითისა. ამ შემთხვევაში ატაქსიისათვის დამახასიათებელია რომბურგის სიმპტომი — თვალდახუჭულ დგომას ვერ ახერხებს — იქით-აქეთ ქანაობს სხეული და შეიძლება დაეცეს. ამ შემთხვევაში ზურგის ტვინის გზები დაზიანებული ორგანიზმი უკუ-

ქცევითი ინფორმაციის მიღების შესაძლებლობას მოკლებული რჩება, რომელიც წარმოადგენს მისთვის კოორდინირებულ მოძრაობათა დასაყრდენს.

უკუქცევითი ინფორმაციის ანატომიურ სუბსტატში რეტიკულარულ ფორმაციაში ცვლილების შედეგი უნდა იყოს ქერქის ერთ-ბაშად ინაქტიურ მდგომარეობაში გადასვლა და თავშეუკავებელი ძილი. ამას აქვს ადგილი ეპილეფსიური გვემულების ჩათავეების მემენტში, უთუოდ, იმის გამო, რომ უკუქცევითი ინფორმაციის ორგანო (ტვინის ღერო) გადაღლის გამო წყვეტს იმპულსების გაგზავნას ქერქისაკენ, რასაც, როგორც ეს ექსპერიმენტულად იყო ნაჩვენები, თან სდევს ქერქის ტონუსის დაწევა და ძილისთვის დამახასიათებელი ბიოდენების აღმოცენება. ასეთივე ეტიოლოგიის მქონე დაავადებად წარმოგვიდგება ჩვენ ნარკოლეფსია, მაგრამ ამის შესახებ დაწვრილებით მსჯელობის საჭიროება შემდეგისთვის უნდა გადავდოთ.

### 3) ხადიაგნოზი მანქანა

მანქანის ასოციაციურ „მეხსიერებაში“ შეყავთ ცნობები ავადმყოფის შესახებ. აქ დანომრილ უჯრედებში მოთავსებულია ამა თუ იმ დაავადებისათვის დამახასიათებელი სიმპტომები. მანქანის შესავალთან არსებულ დილაკებზე თითის დაჭერით სამისამართო დენდრატიული სიმპტომისკენ მიემართება, რომელსაც მოყვება სამართავი იმპულსების გადასროლა დანიშნულებისამებრ.

ასოციაციური მეხსიერება, როგორც ვიცით, იძლევა პასუხს (+) ან არ იძლევა პასუხს (—), ე. ი. ბინალური წესით მუშაობს. ამ მეხსიერების ბლოკიდან წამოსული იმპულსი იმ შემთხვევაში აღწევს გამოსვლამდე, თუ ობიექტს დაემთხვა ჩვენ მიერ არჩეულ სიმპტომთა კომბინაცია. მხოლოდ ამ შემთხვევაში ჩაერთვის სამისამართოსისტემა და იწყება ინფორმაციის გამოთვლა.

ავადმყოფობის სახელწოდების ძიება მანქანის ასოციაციურ „მეხსიერებაში“ წარმოებს იმ სიმპტომების მიხედვით, რომელიც მასში წინასწარ წარმოდგენილია. მანქანის დახმარებას მიმართავენ, როცა ექიმი მერყეობს და გარკვეული გადაწყვეტილება ხშირად ვერ გამოუტანია, როცა 1000 სიმპტომიდან გამოსათვლელად არის მოცემული, მაგალითად, მხოლოდ შემდეგი:

1. ავადმყოფობის მწვავედ და სწრაფად დაწყება,
2. სოველი ნახველი გამონაყოფით,

3. გულმკერდის ნახევარი ამოწეულია, ნეკნებს შორის მანძილი ამოვსებული,

4. ქოშინი,

5. ფილტვების ქვედა საზღვარი დაწეული,

6. ფილტვების განაპირა ნაწილთა მოძრაობის შეზღუდვა,

7. შესუსტებული ან გაძლიერებული სუნთქვა,

8. მრავალი გაფანტული ხიხინი,

9. ნეიტროფილების რაოდენობა მომატებული,

10. ეიზოფილების რაოდენობა გაზრდილი,

ამ სიმპტომების გამოთვლის შედეგად მანქანის გამოსავალზე მივიღებთ დიაგნოზს: ბრონქიალური ასთმა.

ავიღოთ სიმპტომთა შემდეგი თანხვედრა:

1. პიროვნების თანდათანობით შეცვლა,

2. ქცევაში უცნაურობანი,

3. ზემოქმედების ბოღვა,

4. ემოციური სფეროს გაცივება,

5. ნებითი სფეროს შესამჩნევი შესუსტება,

6. ასოციაციების გაფხვიერება,

7. პიროვნების გახლეჩა.

თუ ასეთი სიმპტომები იქნა მანქანაში შეყვანილი, მის გამოსავალზე აუცილებლად მივიღებთ შიზოფრენიის დიაგნოზს.

ცხადია, უთუოდ საინტერესოა ვიცოდეთ როგორ ახერხებს მანქანა სიმპტომების სწორად გამოთვლას. ამ შემთხვევაშიაც მისი მოქმედება ემყარება ლოგიკურ ბაზისს, სადაც წარმოდგენილია სიმპტომთა ყოველგვარი კომბინაცია, რომელსაც სინამდვილეში აქვს ადგილი. როგორც ავადმყოფობა  $D_1$   $D_2$   $S_1$   $S_2$  ისე სიმპტომები  $C_0$   $C_1$   $C_2$   $C_3$  გარკვეული წესით არის პროგრამირებული.

	$C_0$	$C_1$	$C_2$	$C_3$
$D_1$	0	1	0	1
$D_2$ . . .	0	0	1	1
$S_1$	0	1	0	1
$S_2$	0	0	1	1

როგორც აღვნიშნეთ  $D_1$   $D_2$   $S_1$   $S_2$  არის დაავადება,  $C$  სიმპტომია,  $O$ -ი მიგვითითებს, რომ ამ დაავადებას ადგილი არ ჰქონია,  $I$ — ავადმყოფობა არსებობს. ყოველი სვეტი  $C_i$  არის სიმპტომთა კომპლექსი, რომელიც გარკვეულ დაავადებაზე მიგვითითებს, მაგალითად,  $C_0$  ასე გამოისახება:  $\overline{D(1)} \cdot \overline{D(2)}$  არც ერთი დაავადება არ

გვექონია  $C_1 - D(1) \cdot \overline{D(2)}$ , რაც მიგვითითებს  $D_1$  დაავადება არსებობს, მაგრამ  $D_2$  — არა. აქ ყოველი კომპლექსი მეორეს გამორიცხავს, რაც საგრძნობლად აადვილებს ავადმყოფობის განსაზღვრას.

დაავადება შეიძლება ორი სიმპტომით იყოს წარმოდგენილი:  $C_1 - C_2$ , რასაც ასე აღნიშნავენ  $C_3$ . ამის შესატყვისი სვეტის მიხედვით ავადმყოფს  $S(1)$  აქვს, მაგრამ  $S(2)$  არა, ამავე დროს აქვს  $D(2)$ , მაგრამ  $D(1)$  არა აქვს, რაც ასეთ სახეს იღებს:

$$S(1) \cdot S(2) \cdot D(1) \cdot D(2)$$

ამის ანალოგიურად გამოისახება სვეტი  $C_3$

$$\overline{S(1)} \cdot S(2) \cdot D(1) \cdot D(2) \text{ და ა. შ.}$$

მხოლოდ დაავადება  $S(1)$  არ გვექონია და ამის აღმნიშვნელია ზედ გასმული ხაზი (—).

ახლა შეიძლება ნამდვილ ფორმალიზაციას მივალწიოთ, თუ  $n$  სიმპტომებისა და  $m$  დაავადების კომბინაციის ლოგიკურ ბაზისს ასეთ სახეს მივცემთ:  $2^{m+n}$ . ავი სიმპტომების ყოველ შესაძლო კომბინაციისათვის არის გამოსადეგი.

ასეთია მოკლედ დიაგნოზის დასმისთვის განკუთვნილი მანქანის მუშაობის პრინციპი, რომელიც არსებით იგივე წესით განაგრძობს მუშაობას, რომელიც ჩვენთვის სწრაფგამომთვლელი მანქანის განხილვიდან არის ცნობილი. რასაკვირველია, ამით არ ამოიწურება, როგორ უნდა გამოიყენოს თავის აზროვნებაში ექიმმა მათემატიკური ლოგიკა, ალბათობის თეორია და სტატისტიკური გამოთვლის თეორია, თითოეულის გაცნობა სპეციალური წყაროების გულდასმით შესწავლას საჭიროებს.

შ ე ნ ი შ ვ ნ ა: მათემატიკური სიდიდეების აღმნიშვნელი უნდა აგვეწყო კურსივით (დახრილი ასოებით), მაგრამ ამის განხორციელება ვერ მოხერხდა და იძულებული აღმოვჩნდით ჩვეულებრივი ასოები გამოგვეყენებია.

## ლიტერატურა

### თავი პირველი

1. Н. Винер, Кибернетика, 1958, შესავალი, გვ. 11—17.
2. У. Росс, Эшби, Введение в кибернетику, 1959, თავი I, გვ. 15—20.
3. Акад. С. Л. Соболев, А. И. Китов, А. А. Ляпунов. Основные черты кибернетики. Вопросы философии, 1955, № 4.
4. Акад. А. Н. Берг, О некоторых проблемах кибернетики, Вопросы философии, 1960, № 5.
5. С. Лиля, Автоматизация и социальный прогресс, 1958.
6. Э. Ровенский, А. Уемов, Е. Уемов, Машина и мысль, 1960.
7. Э. Гератеволь, Психология человека в самолете, 1956.
8. И. П. Павлов, том III, книга вторая, 1951.
9. И. П. Павлов, том IV, 1951.

### თავი მეორე

1. დ. უზნაძე, ზოგადი ფსიქოლოგია, 1940.
2. Р. А. Фишер, Статистические методы для исследователей, 1958.
3. Автоматы, под редакц. К. Э. Шеннона и Дж. Макарти, 1956.
4. Roy Lagman, The model in theory construction, Psychological review vol. 67, № 2, 1960
5. Э. Бут и К. Бут, Автоматические цифровые машины, 1955.
6. А. А. Зиновьев, И. И. Ревзин, Логическая модель как средство научного исследования, Вопросы философии, № 1, 1960.
7. Б. А. Трахтенберг, Алгоритмы и машинное решение задач, 1957.
8. Система стандартных подпрограмм, под редакц. проф. М. Р. Шура-Бура.

### თავი მესამე

1. Ф. К. Ричардс, Арифметические операции на цифровых вычислительных машинах, 1957.
2. И. Я. Депман, История арифметики, 1959.
3. Гильберт и В. Аккерман, Основы теоретической логики, 1947.
4. Стефан Коул Клини, Введение в метаматематику, 1957.
5. Л. Витгенштейн, Логико-философский трактат, 1956.
6. Б. В. Бирюков, Как возникла и развивалась математическая Логика, Вопросы философии, № 7, 1959.
7. А. С. Есенина-Вольнини, Об аксиоматическом методе, Вопросы философии, № 7, 1959.
8. А. Черч, Введение в математическую логику, Т. I, 1960.



## თავი მეოთხე

1. И. А. Поletaев, Сигнал, 1958.
2. Станфорд Голдман, Теория информации, 1957.
3. Теория передачи информации, Труды III международной конференции, 1957.
4. И. Г. Венецкий, Г. С. Кильдишев, Пособие по математической статистике, 1956.
5. გვახუჩიშვილი, აღბათობის თეორია, 1954.
6. Теория информации и ее приложения, Сборник переводов под редакц. А. А. Харкевича, 1959.
7. А. М. Яглом и И. М. Яглом, Вероятность и информация. 1957.
8. Б. В. Гнеденко и А. Я. Хингин, Элементарное введение в теорию вероятностей, 1946.
9. А. Валон, От действия к мысли, 1956.
10. З. Ровенский, А. Уемов, Е. Уемова, Машина и мысль, 1960 г.
11. Broomhead M. Miller, Mathematical aspects of information theory. Current theory in information theory, 1959.
12. E. Colin Cherry, On the validity of applying communication theory, to experimental Psychology, The british journal of Psychology, vol. 48, 3, 1957.
13. Л. Бриллюэн, Наука и теория информации, 1960.
14. Сб. Теория информации в биологии, 1960.
15. Lee J. Cronbach, On the Non-Rational Application of information Measures in Psychology in „Information theory in Psychology“, Ed. Henry Qwestler, 1955.
16. William J. McGill, Isomorphism in Statistical Analysis, in „Information theory in Psychology“. Ed: Qwestler, 1955.
17. Harold W. Hake, A note on the concept of „Channel“ Capacity in Psychology, „Information theory in Psychology“. Ed. Qwestler, 1955.

## თავი მეხუთე

1. Дж. Экклс, Физиология нервных клеток, 1959.
2. М. Брейзье, Электрическая активность нервной системы, 1955.
3. Дж. Г. Дюссе де Барени и Дж. Ф. Фультон, Функциональная локализация в коре мозга, 1937.
4. Джон Нейман, Вычислительная машина и мозг, Кибернетический сборник, 1, под редакц. А. А. Ляпунова и О. Б. Лупанова, 1960.
5. James W. Papez, Structures and mechanisms underlying the cerebral functions, The American journal of Psychology, vol. LVII, № 3, 1944.
6. T. E. Starzi, C. W. Taylor and H. M. Magouni, Collateral afferent excitation of reticular formation of brain stem, jour. Neurophysiol, 1951, № 6.
7. ხარტიკაშვილი, თავის ტვინის ღეროს ბადებრი ფორმაციის ფიზიოლოგიის და პათოლოგიის ზოგიერთი საკითხი, 1959.

8. Н. Винер, Вычислительные машины и нервная система. сб. Мисс ჟინის „Кибернетика“, 1958, გვ. 147.
9. П. К. Анохин, Физиология и кибернетика, Вопросы философии, №4, 1957.
10. Ю. П. Фролов, Современная кибернетика и мозг человека. Вопросы философии, № 3, 1956.
11. И. И. Гальперин, О рефлекторной природе управляющих машин. Вопросы философии, № 4, 1957.
12. П. К. Анохин, Особенности афферентного аппарата условного рефлекса и их значение для психологии. Вопросы психологии, № 6, 1955.
13. Ион Н. Бэлэнеску, Кибернетика и некоторые вопросы физиологии и психологии. Вопросы философии, № 3, 1957.
14. Г. Мегун, Бодрствующий мозг. 1961, Москва.
15. Дж. Ф. Росси и А. Цанкетти, Ретикулярная формация ствола мозга, 1960, Москва.

თავი მეექვსე

1. W. Ross Ashby, Design for a brain, 1954.
2. დ. უზნაძე, განწყობის ფსიქოლოგიის ექსპერიმენტული საფუძველი, ფსიქოლოგია, ტ. VI, 1949.
3. G. L. Freeman, The Problem of set, The American journal of Psychology, LII, № 1, 1939.
4. Harry A. Teitelbaum, Homeostasis and Personality, Archives of Neurology and Psychiatry, vol. 76, №9, 1956.
5. Edward W. Dempsey, Homeostasis, Handbook of experimental Psychology, Ed. Stevens, 1951.
6. Floyd, H. Allport, Theories of perception and the concept of structure, 1955, თავი IX და XVIII.
7. J. F. Dashiell, Fundamentals of general Psychology, 1937.
8. И. С. Бериташвили, Об установленном действии внешней обстановки в индивидуальном поведении животных. Труды ин-та физиологии Академии Наук СССР, т. XI. 1958.
9. თ. ბეჟალავა, აღქმა და განწყობა, 1960.
10. И. Т. Бжалава, Фиксированная установка и системность больших полушарий головного мозга, Сообщение Академии Наук СССР, т. XIV, № 10, 1953.
11. И. Т. Бжалава, Фиксированная установка и механизм временных связей. Сообщение Академии Наук СССР, т. XIV, № 6, 1953.
12. П. К. Анохин, Физиология и психология. Вопросы философии, № 4, 1957.
13. П. К. Анохин, Особенности афферентного аппарата условно рефлекса и их значение для психологии. Вопросы психологии, № 6, 1955.
14. К. Прибрам, К. Теории физиологической психологии. Вопросы психологии, 12, 1961.

თავი მეშვიდე

1. Г. Ф. Липпс, Основы психофизики, 1903.
2. დ. უზნაძე, ვებერისა და ფერნერის კანონი, ზოგადი ფსიქოლოგია, 1940, გვ. 211.

3. Daniel Brower, The problem of quantification in psychological science, Psychological Review, № 6, 1949.
4. S. S. Stevens. Mathematics, measurement and Psychophysics, Handbook of experimental Psychology. 1951. არის რუსული თარგმანი.
5. C. H. Graham. Behavior, perception and the psychophysical methods, Psychological Review, vol. 57. № 2. 1950.
6. George A. Miller and Frederik C. Frick, statistical Behavioristics and Sequences of Responses, Psychological Review, 56, № 6, 1949.
7. Henry Helson. Perception. „Theoretical foundations of Psychology“. Ed. H. Helson, 1952.
8. R. Nyssen and J. Bourdon, A new contribution to the experimental study of the size-weight illusion, Acta Psychologica, № 3, 1956.
9. ი. ბეალავე, აღქმა და განწყობა, 1960.
10. George A. Miller and Friderick C. Frick, Statistical Behavioristics and sequences of Responses, Psychological Review vol. 56. № 6. 1949.
11. Harry Helson. Adaptation Level Theory, „Psychology a study of a science“, Ed. t. Sigmund Koch, 1959.

#### თავი შერვე

1. დ. უხნაძე, აღქმა, ზოგადი ფსიქოლოგია, 1940, გვ. 234.
2. M. G. Vernon, Visual perception, 1937.
3. Charles E. Osgood, The nature of perceptual organisation, Method and theory in experimental Psychology, 1953.
4. Harold P. Bechtoldt, selection, Handbook of experimental Psychology Ed. Stevens, 1951.
5. Н. Винер, Гештальт общне представления, Кибернетика, 1958.
6. ი. ბეალავე, განწყობა და სენსორული ფაქტორები. იხ. აღქმა და განწყობა, 1960.
7. А. И. Китов, Н. А. Криницкий, Электронные вычислительные машины, 1959.
8. М. М. Рапопорт, Счетные машины, 1959.
9. В. А. Плиско, Электронные машины в военном деле, 1960.
10. Ф. В. Майоров, Электронные вычислительные машины и их применение, 1959.
11. М. Г. Рейнберг, Думающие машины, 1957.
12. James J. Gibson, Adaptation, after-effect and contrast in the perception of curved lines, Journal of experimental psychology, vol XVI, № 1, 1933.
13. П. Косса. От машины к уму... или от ума к машине, იხ. მისი წიგნი Кибернетика, თავი IX.
14. Д. М. Маккен, Проблема образования понятий, сб. Автоматы под редак. К. Э. Шеннона и Дж. Маккарти, 1956.
15. K. Koffka, Principles of gestalt Psychology, 1936.
16. W. Kohler, Gestalt Psychology, 1929.
17. D. Katz, Gestalt Psychology, 1953.

თავი მეცხრე

1. Обучение цифровой вычислительной машины, Успехи математических наук, т. XI, вып. 5 (71), 1956.
2. П. Косса, Потомство синтетических животных, მისი წიგნის Кибернетика, I, თავი V და VI, გვ. 64.
3. Н. А. Архангельский, Б. И. Зайцев, Машины для игр в шахматы, მისი წიგნის Автоматические цифровые машины, თავი V, გვ. 110.
4. О. М. Аттли, Машины условной вероятности и условные рефлексы сб. Автоматы, под ред. Шеннона и Маккарти. 1956, стр. 326.
5. К. Э. Шеннон, Играющие машины. сб. Кибернетический сборник, 1, под ред. Ляпунова и Лупанова, 1960, стр. 93.
6. Д. Блэкуэлл и М. А. Гиршик, Теория игр и статистических решений, 1958.
7. William K. Estes, Toward a statistical theory of learning, Psychological Review, vol. 57, № 2, 1950.
8. Robert R. Bush and Frederick Mosteller, A mathematical model for simple learning, Psychological Review, vol. 58, № 8, 1951.
9. B. J. Audley, A stochastic model for individual choice behavior Psychological Review, vol. 67, № 1, 1960.
10. Эдвард Торндайк, Процесс учения у человека, 1935.
11. W. Ross Ashby, Design for a brain, 1954.
12. Вольфганг Кёлер, Исследование интеллекта человекоподобных обезьян, 1930.
13. ა. ლუჩიძე, თანამედროვე ფსიქოლოგია, ი. ბუღაჯას თარგმანი, 1937.

თავი მათე

1. Н. Винер, Машина умнее своего создателя, об. მისი Кибернетика, გვ. 205.
2. Росс Эшби, Схема усилителя мыслительных способностей, стр. Автоматы, под редак. Шеннона и Маккарти, стр. 281.
3. Дж. Ротштейн, Творческое мышление в машинах. Ст. Кибернетический сборник, 1, стр. 95.
4. П. Коса, От машины к уму... об. მისი Кибернетика, გვ. 106.
5. З. Ровенский, А. Уемов, Е. Уемова, Машина и сознание, об. მისი წიგნი Машина и мысль, 1960, გვ. 120.
6. Frederick, C. Frick, Some perceptual problems from the point of view of information theory. Current trends in information theory, 1953.
7. Floyd H. Allport, Theories of perception and the concept of structure, 1955, თავი XVIII.
8. З. Ходжава, Психология навыка, 1960.
9. ალ. ფრანგიშვილი, მეხსიერების ფსიქოლოგიისათვის, 1941.
10. Ю. R. Guthrie, Perception and thinking, об. მისი წიგნი The Psychology of learning, 1952, თავი XVI, გვ. 174.

11. K. Lewin, Principlos of topological psychology, 1936.
12. Уоррен С. Маккаллок и Вальтер Питтс, Логическое исчисление идей, относящихся к нервной активности, ст. Автоматы, 1956, 362.
13. ანვე ავტორების წერილი: „ინფორმაცია თავში“, კრ. Current trends in information theory, 1953.
14. У. С. Маккаллок, „Мозг“, вычислительное устройство с отрицательной обратной связью, Кибернетический сборник, №1, под ред. Ляпунова и Лупанова, 1960, стр. 61.
15. W. R. Garner and Harold W. Hake, The amount of information in absolute judgments, Psychological Review, 58, № 6, 1951.
16. ი. ბეღალავა, აღქმა და განწყობა, 1960.
17. Н. Рочестер, Опознавание образов. Кибернетический сборник, 1, 1960, стр. 93.
18. А. Тьюринг, Может ли машина мыслить, 1960.
19. Manfred Kochen and Eugene H. Galanter, The Acquisition and utilization of Information in Problem Solving and Thinking, Information and Control, vol. 1, № 3, 1958.
20. Жан Пиаже, Проблема генетической психологии, „Вопросы психологии“, № 3, 1956.

#### თავი მეოთხე მხეცე

1. Charles E. Osgood, The statistical structure of language behavior იბ. მისი წიგნი: Method and theory in experimental psychology, 1958.
2. George A. Miller, Information theory and the study of speech. Current trends in information theory, 1953.
3. George A. Miller, Speech and language, Handbook of experimental Psychology, Ed. S. S. Stevens, 1951.
4. Р. Карнап, Значение и необходимость, 1959.
5. სტ. Машинный перевод, 1958.
6. Д. Ю. Попов, Автоматический перевод, 1956.
7. О. С. Кулачина, Об автоматизации программирования перевода, ст. Проблемы кибернетики, 1959, № 2.
8. А. Мельчук, О машинном переводе с венгерского языка на русский, ст. Проблемы Кибернетики, 1959, № 1.
9. Т. Н. Молошная, Алгоритмы перевода с английского языка на русский; Проблемы Кибернетики, вып. 3, 1960.
10. О. С. Кулачина, О машинном переводе с французского языка на русский; Проблемы Кибернетики, вып. 3, 1960.
11. დ. უხნაძე, ენის შინაფორმა, კრ. ფსიქოლოგია, ტ. IV, 1947.
12. ა. მოსიაევა, განწყობის ნებისმიერი შეცვლის და ყურადღების ურთიერთობის საკითხისათვის, კრ. ფსიქოლოგია, ტ. VI, 1947.
13. ი. ბეღალავა, ე. წ. თავის ტვინის მეტყველების ზონები და ფიქსირებული განწყობა, კრ. ფსიქოლოგია, ტ. V, 1948.
14. Г. Кастлер, Азбука теории информации. იბ. სბ. Теория информации в биологии, 1960.

15. ლ. Бриллюен, Информация и алфавит. თბ. მისი წიგნი: Наука информации, 1960.

თავი მეოთხედი

1. Н. Винер, Кибернетика и психопатология, თბ. მისი წიგნი Кибернетика, თავი VII.
2. В. Э. Моисеев, Автоматические вычислительные машины в клинической медицине; მისივე წიგნის „Вопросы кибернетики в биологии и медицине, 1960, თავი III, გვ. 264.
3. Henry N. Brosin, Information theory and clinical medicine (Psychiatry). Current trends in information theory, 1953.
4. Р. С. Ледли и Л. Б. Ластед, Объективные основания диагноза. Кибернетический сборник, т. 2, 1961.

## პირთა საძიებელი

- აქალიშვილი, ა. 181  
აინშტაინი, ა. 12, 13, 14, 270  
ანოხინი, პ. 132, 136, 156, 162, 166  
ასრათიანი, ე. 166  
ახი, ნ. 150, 306, 307
- ბარეტი, დ. 349  
ბენტლი, კ. 150 ( )  
ბერგერი, გ. 121, 131  
ბერიტაშვილი, ივ. 162  
ბერნარი 142  
ბერშტეინი, ნ. 132, 170  
ბიკოვი, ვ. 162  
ბირიუკოვი, დ. 162  
ბრეიზიე, მ. 118, 119, 132  
ბრილიუენი, ლ. 108, 332  
ბროუნი 87  
ბრუნერი, ი. 295  
ბუზემანი 311, 312  
ბული, ჟ. 66  
ბურდონი, ი. 186  
ბუში, რ. 238, 239, 240
- გალვანი 131,  
გალანტერა, ე. 295, 296  
გარნერი, ვ. 304  
გიბსონი, ჟ. 201, 265  
გოლდშტაინი, კ. 320  
გრეკემი, კ. 87, 188.  
გრუნთალი, ე. 312
- დაშიელი, ი. 150, 151  
დეკარტი, რ. 25, 27  
დეპმანი, ი. 51  
დიუსე-დე-ბარენი, 129  
ელრაიანი, ე. 123  
ეკლსი, ჟ. 113  
ემერტი, 283  
ესტესი, ვ. 8, 233, 234, 235, 236, 237,  
238, 239  
ეშბი, ვ. 8, 134, 139, 140, 121, 145,  
146, 240, 243, 244, 153.
- ვალდეიერი, 111  
ვებერი, ე. 179, 183, 185, 189  
ვედენსკი, ნ. 139  
ვიკანსონი, 229  
ვინერი, ნ. 8, 9, 10, 93, 133, 134, 135,  
138, 167, 191, 196, 259, 341, 346,  
347  
ვიტენშტაინი ლ. 55, 64, 65
- ზელი, ო. 306  
ზიჰფი, გ. 309, 310, 311
- თორნდაიკი, ედ. 150, 166, 177, 221,  
222, 223, 227  
იეტსი, კ. 243  
ივერი, პ. 297
- კარნაპი, რ. 38, 56, 66  
კასტლერი, გ. 93, 94, 331  
კელერი ელ. 257  
კელერი ვ. 13, 14, 17, 150, 201, 226,  
227, 228, 267, 268, 269, 270, 271,  
272
- კენონი, ვ. 142  
კომერი, პ. 312  
კოსა, პ. 210, 243  
კოფკა, კ. 14, 267  
კოხენი, მ. 295, 296  
კრონზახი, ი. 100, 101  
კრუსკი, ე. 265  
კულპე, ოს. 150  
კუპალოვი, პ. 166  
ლაშბერსიე, მ. 277.  
ლეიენი, კ. 9, 14, 150, 261, 262, 263,  
266, 267, 270, 271, 272
- ლემლი, კ. 342  
ლიე, ო. 312  
ლორენტო-დე-ნო, 342

- მაკალოცი, უ. 129, 195, 202, 257,  
260, 261, 289
- მაკვინი, ე. 312
- მაკვეი, დ. 215
- მაკოვეი, გ. 259
- მაკმილანი 316
- მაქსველი 270
- მეგუნი, გ. 127
- მეთიუზი, ბ. 123
- მესერი, ა. 150
- მილერი, ჯ. 8, 328
- მორუცა, გ. 127
- მოსტელერი, ფ. 238, 239, 240
- ნარიაშვილი, ს. 128
- ნეიშანი, ჯ. 114, 115, 116, 117
- ნინსენი, რ. 186
- ნიუტონი, ი. 11, 14
- ოლპორტი, ფ. 265, 267, 270, 271
- ოსგუდი, ჩ. 317
- პავლოვი, ივ. 25, 26, 27, 28, 119, 134,  
135, 136, 148, 162, 163, 166, 234
- პეპეცი, ჯ. 119, 125, 127
- პიაჟე, ე. 55, 272, 273, 275, 277, 278
- პიტსი, ვ. 129, 195, 202, 260, 261, 289
- პოლიტავეი, ი. 74, 105
- პოპელროიტერი, ვ. 321
- პრიბრაში, კ. 145
- როთშილდი, ჰ. 201
- როსი, ჯ. 128.
- ხელფრიჯი, ო. 232
- სეჩენოვი, ი. 52, 168
- სკიპინი, გ. 166
- სმიტი, 295
- სტივენი, ს. 187
- ტიტჩენერი, ე. 150
- ტიურინგი, ა. 296, 297
- ტოლმანი, ე. 150
- ტორეს-კევედო, 229
- უატი, ჯ. 133, 134
- უატი, ე. 306
- უზნაძე, დ. 148, 151, 152, 158, 163,  
255, 256, 293, 294, 323, 348
- უოლტერი, ვ. 220
- უოტსონი, თ. 177
- ფანო, 331
- ფეირბენჯი, 312
- ფესარი, 167
- ფეხნერი, გ. 179
- ფიშერი, რ. 34, 243
- ფრეგე, გ. 67, 70
- ფრიმენი, გ. 150, 151, 159, 160, 161,  
162
- ფოლვი 316
- ფონ-კრიზი, 150
- ფროიდი, ზ. 347, 348
- შარპანტიე, 151
- შენონი, კ. 29, 30, 32, 34, 83, 93, 98,  
99, 100, 101, 105, 106, 107, 108, 119
- შტერინგი, გ. 304
- ჩერი, ე. 106
- ჩერჩი, ა. 105
- ცანკენტი, 128
- ჯენსონი, 66, 67
- ჯილბერტი, 58
- ჰამილტონი, გ. 223, 234
- ჰარტლი, 11
- ჰარტლინი, ჰ. 257, 258
- ჰელი, ჰ. 150
- ჰეიკი, ვ. 304
- ჰელსონი, ჰ. 188, 189
- ჰიუმი 11, 12
- ხიკი, 31, 32
- ხოჯავა, ზ. 279



## ს ა რ ჩ ე ვ ი

<b>წინასიტყვაობის მაგიერ</b>	<b>5</b>
<b>თ ა ვ ი პ ი რ ვ ე ლ ი. კიბერნეტიკა და მისი მოსაზღვრე დარგები</b>	
1. კიბერნეტიკის საგანი და ამოცანები	9
2. თანამედროვე ფიზიკა და ფსიქოლოგია	11
3. გეშტალტური თუ სისტემური მთლიანი	15
4. ფსიქოლოგია და კიბერნეტიკა	18
5. ენა და კიბერნეტიკა	20
6. ნეიროფიზიოლოგია და კიბერნეტიკა .	25
<b>თ ა ვ ი მ ე ო რ ე. მეთოდები</b>	
1. ექსპერიმენტი	29
2. სტატისტიკური მეთოდი	33
3. მოდელთა შემუშავების მეთოდი	36
4. ანალოგიის მეთოდი	40
5. პროგრამის შედგენის მეთოდი	43
<b>თ ა ვ ი მ ე ს ა მ ე. მათემატიკა და ლოგიკა</b>	
1. სიმბოლოებითი აზროვნების ელემენტები	49
2. მათემატიკური ლოგიკა	55
3. ლოგიკის ალგებრა	66
<b>თ ა ვ ი მ ე ო თ ხ ე. ინფორმაცია და ალბათობის თეორია</b>	
1. ინფორმაცია და სიგნალი	73
2. კავშირების სისტემა	77
3. კომუნიკაცია და მისი არხის ტევადობა	80
4. სისტემა როგორც კომუნიკაციის ქსელი	84
5. ალბათობა და ინფორმაციის რაოდენობა	87
6. ინფორმაციის ფუნქციონირება ზოგიერთი თვისება შენონისა და ვინერის მიხედვით	93
7. ინფორმაცია და ენტროპია	95
8. ინფორმაციათა იზომორფიზმი	101
9. ინფორმაციის თეორიის გამოყენება ფსიქოლოგიაში	105
<b>თ ა ვ ი მ ე ხ უ თ ე. თავის ტვინის მანქანური მოქმედების ნეიროფიზიოლოგიური საფუძვლები</b>	
1. ორგანიზმი და მანქანა	110
2. ნეირონის სტრუქტურა და ფუნქცია	111
3. ინფორმაციის მიმღები ორგანოები	119
4. ქერქის მიკროსკოპული სტრუქტურა	121

5. ქერქისა და ქერქვეშა კვანძების ურთიერთობა	123
6. რეტიკულარული (ბადებრივი) ფორმაცია და ქერქი	127
7. უკუქცევითი კავშირები	129
8. თავის ტვინის ბიოდენები	131
9. უკუქცევითი ინფორმაცია და ავტომატური მართვა	133
<b>თ ა ვ ი მ ე ე ქ ე ს ე . ო რ გ ა ნ ი ზ მ ი ჯ ა გ ა ნ წ ყ ო ბ ა</b>	
1. ქცევა და მძლღლის პრობლემა	137
2. გარემოსთან შეგუებული ქცევის თავისებურება	138
3. პომეოსტაზი	142
4. ორგანიზმი და გარემო	145
5. ორგანიზმი და მოთხოვნილება	147
6. განწყობის ცნება	149
7. განწყობის თავისებურებანი	152
8. განწყობა როგორც ორგანიზმის მოქმედების აკცეპტორი	156
9. განწყობა და სხეულის პოზა	158
10. განწყობა და რეფლექსი	163
11. განწყობა და პირობითი გამლიზიანებელი	164
12. განწყობის ცნება ნეიროფიზიოლოგიაში	165
13. განწყობის იერარქიული საფეხურები	171
<b>თ ა ვ ი მ ე შ ე ი დ ე . ქ ვ ა ნ ტ ი ტ ა ტ ი კ უ რ ი პ რ ო ბ ლ ე მ ა ფ ს ი ქ ო ლ ო გ ი ა შ ი</b>	
1. ფსიქოფიზიკური ექსპერიმენტი	174
2. სტიმულისა და რეაქციის ურთიერთობა	178
3. ზღრუბლთა კვლევა	181
<b>თ ა ვ ი მ ე რ ვ ე . ი მ პ უ ლ ს ე ბ ი ს ო რ გ ა ნ ი ზ ა ც ი ბ ს პ რ ი ნ ც ი ბ ი ბ ი</b>	
1. ტრანსფორმაცია	190
2. ცალკეულ ნაწილებად გარდაქმნა (სკანდირება)	193
3. შთაბეჭდილებათა გარდაქმნის სახეები	196
4. განწყობა და შთაბეჭდილებათა ორგანიზაცია	200
5. ტვინი როგორც ეკრანი	202
6. იმპულსების გარდაქმნა ოდენობაში	204
7. იმპულსების მოძრაობა გამომთვლელ მანქანაში	210
8. ორგანიზმის მუშაობის თვისობრივად განსხვავებული მხარე	214
<b>თ ა ვ ი მ ე ც ხ რ ე . ხ წ ა ვ ლ ი ს კ ი ბ ე რ ნ ე ტ ი კ უ ლ ი თ ე ო რ ი ა</b>	
1. მანქანის რაციონალური სწავლების ფუნქციები	217
2. პირობითი რეფლექსის პრინციპით მოქმედი ავტომატები	219
3. „ცლისა და შეცდომის“ თეორიის სტატისტიკური მოდელი	221
4. შთაბეჭდილებათა სელექციის საფუძველზე მიმდინარე სწავლა	226
5. კადრაკის დიდი ოსტატი	228
6. „ნასწავლი“ მანქანა	231
7. ქცევის სტატისტიკური მოდელი	232
8. ფარული დროისა და რეაქციის სისწრაფის მათემატიკური მოდელი	238
9. ორგანიზმის მოდელი (პომეოსტატი)	240

<b>თ ა ვ ი მ ე ა თ ე . ზოგიერთი ინტელექტუალური ფუნქციის მოდელი</b>	
1. მებსიერება	245
ა) მებსიერების მექანიზაცია	245
ბ) ავტომატის მებსიერება	246
გ) მებსიერება და ნერვული სისტემა	227
დ) სამისამართო სისტემა	250
ე) ადამიანისა და მანქანის მებსიერება	252
2. აღქმა	
ა) აღქმის ანატომიური მოდელი პიტისა და მაკ-კალოკის მიხედვით	256
ბ) აღქმის ფენომენოლოგიური მოდელი	261
გ) კრიტიკული შენიშვნები ველის თეორიის გარშემო	256
დ) აღქმის პრობაბილისტიკური მოდელი	272
ე) აღქმის განწყობისეული მოდელი	278
3. აზროვნება	
ა) შეუძლია თუ არა მანქანას აზროვნება	290
ბ) ცნების შემუშავების ფორმალიზაცია	298
გ) ინფორმაციის რაოდენობა აბსოლუტურ მსჯელობებში	300
დ) სილოგიზმი	304
<b>თ ა ვ ი მ ე თ ე რ თ მ ე ტ ე . ინფორმაციის თეორია ენათმეცნიერებაში</b>	
ა) მეტყველების სტატისტიკური მეთოდით კვლევის ძირითადი შედეგები	309
ბ) მეტყველების კოპრესია	313
გ) სამეტყველო ბგერების წარმოების სისწრაფე	314
დ) ინფორმაცია და ვერბალური კონტექსტი	315
ე) ენობრივი განწყობა	319
ვ) ინფორმაციის გაშიფრვის სისწრაფე	323
ზ) ინფორმაციის რაოდენობა	325
თ) ინფორმაციის ჩაწერა	328
ლ) ბინალურ კოდთა შედგენა	330
კ) წიგნის ავტომატური კითხვა	332
მ) ავტომატური თარგმანი	333
<b>თ ა ვ ი მ ე თ ო რ მ ე ტ ე . ფსიქობათოლოგია</b>	
1. ფსიქიკური დაავადება და უკუშეცეველი კავშირი	338
2. ნევროპათოლოგია და უკუშეცეველი კავშირები	350
3. სადიაგნოზო მანქანა	352
ლიტერატურა	355
პირთა საქმეები	352

დაიხველა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის  
სარედ.-საგამომც. საბჭოს დადგენილებით

რედაქტორები: ა. ფრანგიშვილი, ვ. ჭავჭავაძე  
გამომცემლობის რედაქტორი გ. გოგიავა  
ტექნიკური ა. თოდუა  
კორექტორი ნ. ებრაელიძე

გადაეცა წარმოებას 3.7.1961; ანაწილების ზომა  $8 \times 10$ ;  
ბელოწერილია დასაბუქლად 11.9.1961; ქაღალდის ზომა  $60 \times 92 \frac{1}{16}$ ;  
ქაღალდის ფურცელი 11,4; საბუქდი ფურცელი 22,8; საავტორო  
ფურცელი 19,0; სააღრიცხვო-საგამომცემლო ფურცელი 19,55;  
შეკვეთა 1002; უე 02859; ტირაჟი 1000  
ფასი 1 მან. 45 კაბ.

---

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის გამომცემლობის სტამბა  
თბილისი, გ. ტაბიძის ქ. № 3/5