

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემია

მართვის სისტემების ინსტიტუტი

გ. რამიშვილი

გეპირსიტყვიერი დიალოგი ადამიანსა და მანქანას შორის



თბილისი
„მეცნიერება“

1985

წიგნში მოთხრობილია ტექნიკური კიბერნეტიკის ერთ-ერთ ყველაზე უფრო საინტერესო და ამავე დროს რთულ პრობლემაზე — მეტყველების ავტომატურ გაგებასა და მის ავტომატურ სინთეზზე. იგი მოიცავს: აღნიშნული პრობლემის ყველა ძირითად ასპექტს, დაწყებული ინფორმაციის გადაცემაში ენობრივი პროცესის როლის საკითხიდან და დამთავრებული გამომთვლელ მანქანასა და ადამიანს შორის ბუნებრივ ზეპირსიტყვიერ ენაზე ურთიერთობის (დიאלოგის) შესაძლებლობით.

ნაშრომში გადმოცემულია პრობლემის ტექნიკური შინაარსი, მისი გადაჭრის სხვადასხვა საშუალება, მათ შორის უკანასკნელი წლების ყველაზე უფრო პროგრესული მეთოდები, მისი გამოყენებითი მხარე და განვითარების პერსპექტივა. ამასთანავე, აღწერილია დიალოგში მონაწილე პიროვნების ვინაობის ავტომატური? დადგენის საკითხი მისი ხმის ინდივიდუალური თავისებურებების ანალიზის საფუძველზე.

წიგნი დაწერილია პოპულარული ენით და განკუთვნილია ფართო მკითხველთა ისეთი წრისათვის, რომლებსაც აქვთ სათანადო ზოგადი და ტექნიკური განათლება.

შ ე ს ა ვ ა ლ ი

დიდი ხანია ადამიანს იზიდავდა აზრი შეექმნა ისეთი მანქანა, რომელიც არა მარტო გაუადვილებდა მას შრომას, არამედ წაბაძავდა და განასახიერებდა მისი საქმიანობის ამა თუ იმ სახეს. ეს იდეა ძირითადად ისახავდა მიზანს, ადამიანის მიერ ამა თუ იმ სასიცოცხლო სიტუაციაში განხორციელებული ყოფაქცევის იმიტირების მეშვეობით რაც შეიძლება უკეთ წვდომოდა იმ კანონზომიერებებს, რომლებიც განსაზღვრავენ ცოცხალ ორგანიზმთა შესატყვის ფუნქციათა აქტივობას. უნდა ვიგულისხმოთ, რომ ყველაზე უფრო ძნელი, მაგრამ ამავე დროს ყველაზე უფრო საინტერესო და მნიშვნელოვანი უნდა იყოს ამ მხრივ ადამიანის მოღვაწეობის იმ სფეროთა შესწავლა, რომელიც არსებითად არის დაკავშირებული მისი აზროვნების უნართან. შეიძლება თუ არა აღგორითმულად აღვწეროთ ადამიანის აზროვნების პროცესი ფორმალიზებული წესების ერთგვარი სქემის შექმნის გზით? ან, უფრო ფართოდ, შეუძლია თუ არა მანქანას იაზროვნოს? აი, ამგვარი საკითხები აწუხებს ადამიანს უკვე მრავალი ათეული წელი. ამ საუკუნის ორმოცდაათიანი წლების დასაწყისიდან, როდესაც ეს საკითხი განსაკუთრებული გულმოდგინებით განიხილა ტიურინგმა, საფუძველი ჩაეყარა ახალ მეცნიერებას, რომელსაც ამჟამად ეწოდება „ხელოვნური ინტელექტი“. ამ მეცნიერების ამოცანაა იკვლიოს ისეთი ხელოვნური გონების აგების შესაძლებლობა, რომელიც არაფრით არ ჩამორჩება ადამიანისას. მიუხედავად იმისა, რომ ამ მიმართულებით დღეს მუშაობს მრავალი მეცნიერული ორგანიზაცია, დამარწმუნებელი შედეგები ჯერჯერობით არა ჩანს. კვლავინდებურად ადგილი აქვს საკმაოდ დაპირისპირებულ და ურთიერთსაწინააღმდეგო აზრებს. თუ ერთნი ფიქრობენ, რომ ამ ამოცანის გადაჭრა პრინციპულად შეუძლებელია, სხვანი მიიჩნევენ, რომ ხელოვნურ ინტელექტს შეიძლება არა მარტო გადაეცეთ უბრალოდ ცოდნა, არამედ მას ექნება უნარი მოისმინოს, ილაპარაკოს, გაიგოს, შექმნას, იზუპროს კიდევ და სხვ. ასეთ დაპირისპირებულ აზრთა საილუსტრაციოდ შეიძლება დავასახელოთ ავტორიტეტულ მეცნიერთა გამოსვლები, გამოქვეყნებული კრებულში: „კიბერნეტიკა

მოსალოდნელი და კიბერნეტიკა მოულოდნელი“¹. ამ კრებულის და მრავალი სხვა გამოქვეყნებულ შრომის ფურცლებზე მსოფლიოს გამოჩენილი მეცნიერები, როგორც არიან ნ. ვინერი, უ. ეშბი, ა. ტიურინგი, ჯ. ნეიმანი, ა. კოლმოგოროვი, ფ. როზენბლათი და სხვ., გამოთქვამენ თავიანთ თვალსაზრისს კიბერნეტიკის, როგორც მეცნიერების, პერსპექტივათა შესახებ და ხელოვნური ინტელექტის შექმნის რეალურობაზე.

სახელდობრ, რა სახის ამოცანებს ისახავს ხელოვნური ინტელექტის კვლევა? დასახელებულ ტერმინში თავმოყრილია საკითხთა საკმაოდ ფართო წრე. აქ შემოდის უწინარეს ყოვლისა ევრეთ წოდებული „ინტელექტუალური“ ამოცანები, ე. ი. ისეთი ამოცანები, რომელთა გადაჭრაც „ინტელექტის“ მონაწილეობას მოითხოვს. ასეთი ამოცანებია, პირველ რიგში, თეორემათა დამტკიცება, ერთი ენიდან მეორეზე გადათარგმნა, თამაშთა ამოცანები, სახეთა ამოცნობა, თავსატეხთა გამოყვანა და ა. შ.

ჩამოთვლილ პრობლემათა შორის ყოველი მათგანი ისე ფართოდ განვითარდა უკანასკნელ სამ ათეულ წელში, რომ გადაიზარდა დამოუკიდებელ და დიდ დისციპლინად, ასე მაგალითად, სახეთა ამოცნობის საკითხებზე ამჟამად დაწერილია მრავალი წიგნი და მონოგრაფია, ყოველწლიურად ტარდება ათეული კონფერენცია, კონგრესი, სიმპოზიუმი და სხვ. ანალოგიური მდგომარეობაა არა მარტო სახეთა ამოცნობის ზოგადი საკითხებისა და მათი თეორიების გარშემო, არამედ ამ, უკვე ჩამოყალიბებული მეცნიერული დისციპლინის, ყველა ცალკეული კონკრეტული განშტოების შემთხვევაშიც. ასეთ განშტოებებს, განპირობებულს რიგი პრაქტიკული ამოცანებით, პირველ რიგში შეადგენს ვიზუალურ სახეთა ამოცნობა, ხოლო შემდეგ სმენითი სახეების ამოცნობა. ეს უკანასკნელი პრობლემა წარმოადგენს სწორედ, ძირითადად, ჩვენი და ინტერესების საგანს მოცემულ წიგნში.

კერძოდ, ჩვენ შევეხებით მეტყველებით დიალოგს ადამიანსა და მანქანას შორის და დაწვრილებით გავაშუქებთ ამ სფეროში შემავალ ყველა საკითხს². აუცილებელია იმის აღნიშვნა, რომ ამ პრობლემას

¹ იხ. ლიტერატურა წიგნის ბოლოში.

² წიგნის ბოლოში მითითებული ძირითადი ლიტერატურის გარდა გამოყენებულია ზეტორისა და მისი კოლეგების შრომები და ცალკეული ცნობები, დაბეჭდილი ჟურნალებში, გაზეთებსა და პოპულარულ წიგნებში.

დიდი პრაქტიკული მნიშვნელობა აქვს და ინტერესი მისი გადაჭრის მიმართ დღითიდღე იზრდება.

ვიდრე შევეხებით ჩვენს წინაშე მდგარ ამოცანათა არსს და მკითხველთა ფართო წრისათვის მისაწვდომი ფორმით დავალაგებთ ამ სფეროში არსებულ მეცნიერულ მიღწევებს, რამდენადმე უფრო დაწვრილებით შევჩერდეთ იმ წინამძღვრებზე, რომლებიც აუცილებლობით უძევს საფუძვლად ზოცემულ კვლევათა რიგს.

თ ა ვ ი

მეტყველება და ადამიანისა და მანქანის სამეტყველო ურთიერთობის სპეციფიკა

§ 1.1 რა უნდა გააქთდეს, რომ გამოთვლელი მანქანა ყველას ემსახურებოდეს

გამოთვლელი მანქანების შექმნისა და პრაქტიკაში დანერგვის შემწეობით ადამიანმა შეძლო განხორციელებინა მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების ისეთი სწრაფი ტემპები, როგორიც არა მარტო მიუწვდომელი, არამედ შეიძლება წარმოუდგენელიც იყო მისთვის დღემდე მისი არსებობის მთელი ისტორიის მანძილზე. გამოთვლითმა ტექნიკამ გამოაჟღერა საოცარი უნარი ადამიანის განთავისუფლების მრავალი სახის, როგორც გონებრივი, ისე ფიზიკური, შრომისაგან; უჩვენა, რომ შეუძლია სრულყოფილი ადამიანის შემოქმედებითი პროცესი, იტირთოს და შეასრულოს მის ნაცვლად სხვადასხვა ინტელექტუალური ფუნქციები და სხვ.

დღეს უკვე ცხადია, რომ მრავალი საკითხის გადაჭრა გამოყენებით მათემატიკაში, ფიზიკაში, ასტრონომიაში, კოსმონავტიკაში, ეკონომიკაში, მედიცინასა და მეცნიერების სხვა დარგებში შესაძლებელი გახდა მხოლოდ და მხოლოდ გამოთვლილი ტექნიკის განვითარებით. თუ წინათ გამოთვლათა დასაჩქარებლად ხმარობდნენ არითმომეტრებსა და ლოგარიტმულ სახაზავებს, ახალი ამოცანების გადაჭრა ამ ხელსაწყოებით შეუძლებელი გახდა. ასე მაგალითად, არითმომეტრზე ძნელია წუთში 3 ელემენტარულ ოპერაციაზე მეტის შესრულება მრავალნიშნა რიცხვებზე, ატომური რეაქტორის გათვლა კი მოითხოვს დაახლოებით 6 მილიარდი არითმომეტრული მოქმედების შესრულებას. ეს კი ნიშნავს, რომ არითმომეტრის საშუალებით რეაქტორის გათვლას დასჭირდებოდა დაახლოებით 38 საუკუნე, ე. ი. ორჯერ მეტი, ვიდრე კაცობრიობა ჩვენი წელთაღრიცხვით არსებობს.

ასევე ვერ განხორციელებდა ადამიანი კოსმოსში გაფრენას, ვინაიდან კოსმოსური ხომალდის ორბიტაზე გაყვანის პროცესში საჭიროა ისეთი რთული და შრომატევადი გამოთვლები დროის რეალურ მასშტაბ-

ში, რომელთა დაძლევა მხოლოდ სწრაფ გამომთვლელ მანქანებს ძა-
ლუძთ. არ გვექნებოდა დღეს არც ამინდის პროგნოზირების თანა-
მედროვე საშუალება, არც ოპტიმალური დაგეგმვის მეთოდები ეკო-
ნომიკასა და წარმოებაში, ე. ი. არ გვექნებოდა ყველაფერი ის, რამაც
ასე ძირფესვიანად შეცვალა თანამედროვე ადამიანის ცხოვრება წარ-
სული საუკუნეების ადამიანის ყოფასთან შედარებით.

მაგრამ გამომთვლელი მანქანებისა და ავტომატების ასეთი ინტენ-
სიური მონაწილეობა თანამედროვე ადამიანის მრავალმხრივ მოღვა-
წეობაში, გამოხატული გამომთვლელ მანქანათა ქსელისა და მათთვის
დასმული ამოცანების ასეთი სისწრაფით ზრდაში³, დღის წესრიგში
აყენებს ახალ, დღემდე უცნობ მიზნებს, მათ შორის ადამიანისა და მან-
ქანის ურთიერთობის სრულყოფის ამოცანას. გამომთვლელი მანქანე-
ბის გამოყენება დღეს ვერ ხერხდება სრული ეფექტურობით იმის გა-
მო, რომ მანქანების მოწაღება შესატყვის ამოცანათა გადასაჭრელად
საკმაოდ რთულ პროცედურას წარმოადგენს. ამ პროცედურაში შემავა-
ლი ოპერაციები მოითხოვს, ერთი მხრივ, მონაცემების წინასწარ მომზა-
დებასა და მათ მანქანაში შეყვანას და, მეორე მხრივ, თვითონ მანქანის
სამოქმედო პროგრამის შედგენას მისთვის, ე. ი. მანქანისათვის გასაგებ
ენაზე. წინასწარ სამუშაოებს, როგორც წესი, ახორციელებენ პროგრა-
მისტები, რომლებიც რთული ამოცანის შემთხვევაში დიდ სიძნელეებს
აწყდებიან. ძალიან ხშირად მანქანა მისთვის დასმული ამოცანის გადა-
წყვეტას ანდომებს წუთებს, წამებსაც კი მაშინ, როდესაც თვით ამ ამო-
ცანის მომზადება და მანქანისათვის გადაცემა მოითხოვს კვირებსა და
თვეებს. ყოველდღიურ ენაზე რომ ვთქვათ, მანქანას „არ უჭირს“ ჩვენ-
თვის საინტერესო ამოცანის შესრულება, მაგრამ ძნელია „გავაგები-
ნოთ“ მას, თუ რა ამოცანა უნდა გადაქრას და რა ოპერაციები და სა-
შუალებები უნდა გამოიყენოს ამისათვის. ამრიგად, უპირველეს ყოვ-
ლისა, დასმული ამოცანის მანქანაზე გადასაწყვეტად მომხმარებელმა,
ანუ მანქანაზე მომუშავე პერსონალმა, ეს ამოცანა უნდა ჩაწეროს მან-
ქანისათვის გასაგებ ენაზე. ეს პროცესი ჩვეულებრივად მოიცავს ამო-
ცანის ალგორითმიზაციას (ამოცანის წესების სახით ჩაწერას), მის და-
პროგრამებას (ალგორითმის გადატანას მანქანის ენაზე), პროგრამების
პერფორირებას (პროგრამების ჩაწერას პერფორირატებისა ან პერფო-
რირების სახით), დაბოლოს მათ შეყვანას გამომთვლელ მანქანაში სპე-
ციალური კლავიატურის მექონე შემყვანი მოწყობილობების საშუალე-

³ მხოლოდ საბჭოთა კავშირში 70-იან წლებში გაიხსნა 4 ათასზე მეტი ახალი გამოთ-
ვლითი ცენტრი, რომელთა ტექნიკურ აღჭურვას ემსახურება რამდენიმე ასეული ქარ-
ხანა ან გაერთიანება. ამჟამად მათი რიცხვი კიდევ უფრო გაიზარდა.

ბით. ყოველი ზემოჩამოთვლილი ეტაპი საჭიროებს წინასწარ ზშირად საკმაოდ ხანგრძლივ მოსამზადებელ სამუშაოებს. ამას უნდა დამატოს ისიც, რომ პერსონალი, რომელიც ემსახურება მანქანას, დიდი სისწრაფით იზრდება გამოთვლითი ცენტრებისა და კომპლექსების ზრდასთან ერთად. ამავე დროს საჭირო კვალიფიკაციას ეს პერსონალი იძენს მრავალი თვის და ზშირად წლების განმავლობაში, რაც, თავის მხრივ, აგრეთვე ყურადსაღები ფაქტია გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენებისა და მასთან დაკავშირებული ხარჯების შეფასების თვალსაზრისით. ცხადია, ყოველივე ზემოთქმული შესამჩნევად ამცირებს გამოთვლითი ტექნიკის ეფექტურობას. დღეისათვის გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენება გამართლებულია იმ შემთხვევებში, როდესაც დროისა და მოსამზადებელი სამუშაოებისათვის განკუთვნილ სპეციალისტთა დატვირთვით გამოწვეული ხარჯები ნაკლებია ამოცანის მანქანური გადაწყვეტით მიღებულ ეფექტთან შედარებით. მაგრამ უმეტეს შემთხვევაში — და ეს გარემოება უფრო და უფრო ნათელი ხდება დროთა განმავლობაში ტექნიკური პროგრესის ტემპების ზრდასა და ახალი ამოცანების გადაწყვეტის საჭიროებასთან ერთად — უკვე გაუმართლებელია ასეთ კომპრომისებზე წასვლა.

ამასთან დაკავშირებით, უწინარეს ყოვლისა დღის წესრიგში დგება საკითხი ამოცანის მომზადებისა და მისი ელექტრულ გამოთვლელ მანქანაში შეყვანისათვის განკუთვნილი დროის რაც შეიძლება მეტად შესამცირებლად. ამ მიზნით იქმნება ახალი და ახალი პროგრამირების ენები, რომლებიც, გარდა იმისა, რომ რამდენადმე უაზლოვდებიან ადამიანის ბუნებრივ ენას (მაგალითად, ინგლისურს), ამავე დროს ორიენტირებული არიან ამა თუ იმ დარგის ამოცანების უკეთ წარმოსადგენად („ალგოლი“, „ფორტრანი“, „ლისპი“ და სხვ.). ეს ყველაფერი ქმნის იმის პირობებს, რათა მკვლევარმა, ანუ გამომთვლელი მანქანის უშუალო მომხმარებელმა, თვითონ შეისწავლოს მანქანასთან „სასაუბრო“ ენა და ამით არა მარტო შეამციროს დრო მანქანასთან კონტაქტის დასამყარებლად, არამედ შექმნას აგრეთვე პირობები მომსახურე პერსონალის იმ უზარმაზარი არმიის განთავისუფლებისათვის, რომელიც ამჟამად აღდილს იკავებს დამკვეთსა და მანქანას შორის.

პარადოქსულია, მაგრამ ფაქტია, რომ გამოთვლითმა ტექნიკამ, რომელიც მოწოდებულია განტვირთოს ადამიანი ზედმეტი შრომისაგან, გარკვეული თვალსაზრისით, პირიქით, დატვირთა იგი და თავისი შემქმნელი გადააქცია თავის მსახურად. ეს მოხდა იმიტომ, რომ გამომთვლელი მანქანის შემქმნელმა ადამიანმა თვითონ ისწავლა „მანქანის ენა“, მაშინ როდესაც ბევრად გამართლებული იქნებოდა, პატრონს მო-

ეთხოვა, რომ მსახურს შეესრულებოდა მისი დავალებები ამ უკანასკნელისათვის ბუნებრივ ენაზე.

მაგრამ რა არის საჭირო რომ მოისპოს ეს გართულებული ურთიერთობა მანქანასთან და მისი გამოყენება შესაძლებელი იქნეს ფაქტიურად ნებისმიერი ადამიანისათვის?

ერთ-ერთი და, შესაძლებელია, ერთადერთი საშუალება, რათა მიწიშემადგე იქნეს შემცირებული მანქანასთან კონტაქტის დასამყარებელი დრო და ამავე დროს მაქსიმალურად გაადვილდეს მასთან ურთიერთობა, არის შემდეგი ღონისძიება: უნდა შეიქმნას ისეთი ტრანსლატორები, რომლებიც დაამყარებენ უშუალო და შესაძლებლობის ფარგლებში მყისიერ კონტაქტს ადამიანსა და მანქანას შორის ადამიანისათვის ბუნებრივ ბგერით ენაზე. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, მიღწეული უნდა იქნეს ისეთი ვითარება, რომ, როგორც კი „აღიქვამს“ ადამიანის მიერ ზეპირსიტყვიერად წარმოთქმულ ბრძანებებს, ზემოაღნიშნულმა პროცესებმა თვითონ მოახდინონ ამ ბრძანებების საზრისის გაშიფრვა და ავტომატური ტრანსლირება ანუ მანქანურ ენაზე გადატანა. ფაქტიურად ეს ნიშნავს, რომ მანქანამ უნდა დაივალოს არა მარტო თავისი პირდაპირი ამოცანის შესრულება, არამედ მან უშუალოდ უნდა მიიღოს მომხმარებლის სამეტყველო დავალება, „გაიგოს“ ამ დავალების საზრისი და მხოლოდ შემდეგ შეუდგეს თავის ძირითად ფუნქციას. ამ პრობლემის გადაწყვეტა მთლიანად მოსპობდა ზემოაღნიშნულ სიძნელებებს და შესაძლებელს გახდიდა მანქანასთან ისეთივე ურთიერთობის დამყარებას, როგორიც არსებობს ორ ერთ საქმეზე მომუშავე და ერთმანეთთან მოსაუბრე ადამიანს შორის. ასეთი სამეტყველო ურთიერთობა გაადვილდებდა აგრეთვე მანქანასთან ტელეფონით დაკავშირებას დიდ მანძილზე და ამით დასაბამს მისცემდა გამოთვლითი ტექნიკის გამოყენების ახალ ერას.

ვიდრე ავხსნიდეთ, თუ რა სიძნელებები წარმოიშობა ამ პრობლემის გადაჭრისას, რა საკითხებთან არის დაკავშირებული ადამიანსა და მანქანას შორის სამეტყველო დიალოგის დამყარება და რა ივლისსხმება სიტყვაში „დიალოგი“, შევეხებით საკითხს, თუ რა როლი აქვს საერთოდ მეტყველებას ადამიანის ცხოვრებაში და შემდეგ რა უპირატესობები გააჩნია ბუნებრივ ენას სხვა ენებთან შედარებით.

§ 1.2. ბგერითი ენის უპირატესობა ყველა სხვა ენასთან შედარებით

ადამიანის ბუნების, ადამიანის არსის ყველაზე უფრო დამახასიათებელ თვისებას წარმოადგენს მეტყველების უნარი. ადამიანი ფლობს ენობრივ სისტემას, რომელშიც აღბეჭდილია ამ ენაზე მოლაპარაკე კო-

ლექტივის საერთო სოციალური გამოცდილება. სწორედ ამით არის შეპირობებული ის გარემოება, რომ ენა წარმოადგენს ცალკეული პიროვნების ყოველი სახის ცნობიერი აქტივობის აუცილებელ დასაყრდენს. საერთოდ ენის საშუალებით ადამიანს შეუძლია გადასცეს სხვას თავისი ცოდნა. აქედან გამომდინარეობს დამწერლობის წარმოშობის აზრიცა და უდიდესი მნიშვნელობაც.

ურთიერთობის ყველა თანამედროვე ტექნიკური საშუალება ასევე ემსახურება გარკვეული ინფორმაციის, გარკვეული შინაარსის გადაცემას სხვისთვის. ეს არის ადამიანის სპეციფიკური უნარი. არც ერთ ცხოველს, თუნდაც ისეთ შინაურსა და დაახლოებულს ადამიანთან, როგორიც არის ძაღლი, და არც ანთროპოიდს, ანუ ადამიანისებურ მაიმუნს, არ შეუძლია მისი საკუთარი ინდივიდუალური გამოცდილების გაზიარება მეორე თავისი გვარის წარმომადგენლისათვის, თუკი ეს არ იქნება ჩართული მისი ინსტიქტური მოქმედების ფარგლებში. დედა ჩიტი ასწავლის ბარტყს ფრენას, მაგრამ ცხოველი როგორი გაწვრთნილიც არ უნდა იყოს, თავისი წვრთნის, თავისი ინდივიდუალური გამოცდილების შედეგს ვერ გადასცემს თავის ლეკვს. ამაშია ერთი ძირითადი განსხვავება ადამიანსა და ცხოველს შორის.

წიწილას რომ გაუჭირდება, წივილს იწყებს და მის ხმაზე მასთან მორბის საშველად კრუხი. აქაც გარკვეული ინფორმაციის მიღებასა და გადაცემასთან გვაქვს საქმე. მაგრამ ეს არ არის გააზრებული გაზიარების ის პროცესი, რომელიც ადამიანის ენობრივი აქტივობის აუცილებელ ნიშანს წარმოადგენს. წიწილასა და ქათმის ქცევა მათი ინსტიქტური, თანდაყოლილი, გვაროვნული მოქმედებაა, რომელიც ერთნაირად ახასიათებს ამ გვარის ყველა წევრს, ხოლო ადამიანთან გაზიარება ყოველთვის გულისხმობს ცნობიერების მონაწილეობასა და გაზიარების ვანზრახვას. ამასთანავე, ის ყოველთვის აუცილებლობით ეყრდნობა ენის დაუფლებას სწავლის გზით. ამ უკანასკნელი ვითარებიდან გამომდინარეობს კაცობრიობის ცოდნის დაუსრულებელი ზრდა-განვითარება და ამის საპირისპიროდ ცხოველის ინსტიქტურ შესაძლებლობათა უცვლელობა ერთი გვარის ბიოლოგიურ ჩარჩოებში. რა იგულისხმება ამაში? ფუტყარი, ვეფხვი, მაიმუნი, ყველა გვარის ცხოველი წარმოშობისას იყო იმავე შესაძლებლობებისა და უნარის მქონე, როგორისაც ახლაა. ფუტყარების გროვას მაშინაც ახასიათებდა ის ქცევა და ის „ენა“, — როგორც უწოდებენ მათი საერთო საქმიანობის მომწესრიგებელი სიგნალების ერთობლიობას, — როგორიც მათ აქვთ ახლაც. ვეფხვის ქცევაც მისი გვარის წარმოშობისას უხსოვარი დროიდან სრულიად არ შეცვლილა, თუ არ ჩავთვლით იმას, რომ განსხვავებულ ეგზემპლარებს სხვადასხვა პირობებში არსებობისას ცოტა გან-

სხვაგვარი ჩვევები და ქცევა ექნებათ. მაგრამ ამ უკანასკნელთა შეძენის უნარი და ღონე არ იცვლება. მართალია, ცირკისათვის გაწვრთნილი ვეფხვის ილეთებს ველური ვეფხვი ვერ ჯაჟებებს, მაგრამ მისი გაწვრთნის შესაძლებლობები, ისევე როგორც უხსოვარი დროის ვეფხვისა, ასეთივეა და ასეთივე იქნებოდა ყოველთვის — არც მეტი, არც ნაკლები. ამრიგად, სხვა ვერაფერი აანაზღაურებს და შეცვლის იმას, რასაც ადამიანი იღებს ენის მეშვეობით.

მეცნიერებისათვის ცნობილია ისეთი შემთხვევები, როდესაც ბავშვები იზრდებოდნენ ცხოველებს შორის, ისე როგორც მაუგლი რ. კიპლინგის მოთხრობიდან. ამ ბავშვთაგან არც ერთმა არ იცოდა ლაპარაკი, რაც იმაზე მიუთითებს, რომ ადამიანის ენის შესწავლისა და მეტყველების თანდაყოლილი უნარის მიუხედავად სხვა ადამიანებთან ურთიერთობისა და საგანგებო სწავლის გარეშე ენის დაუფლება და მეტყველების განხორციელება შეუძლებელია. საინტერესოა აგრეთვე, რომ ამავე დროს, არც ერთი ბავშვი არ წარმოადგენდა ადამიანს ამ სიტყვის სრული მნიშვნელობით. ბიოლოგ პანოვს თავის წიგნში „ნიშნები, სიმბოლოები, ენები“ მოჰყავს ამერიკელი ნეიროფიზიოლოგის დელგადოს ცნობა, რომ ყველა შემთხვევაში ესენი იყვნენ საშინელი არსებანი, რომელთაც ჰქონდათ ფრიალ შეზღუდული რიცხვი სასარგებლო ინსტინქტებისა, უფრო ნაკლებად გრძნობები და სრულიად არ ჰქონდათ ინტელექტი.

ამრიგად, ენა წარმოადგენს ადამიანის სოციალური გამოცდილების კომპონენტს და ვითარდება საზოგადოებასთან ერთად. მეტყველება არის საზოგადოებრივი ცხოვრების ნიშან-პირობა და ვერ წარმოიდგინება მის გარეშე. ცხადია, იგი ვერ წარმოიშობოდა ადამიანების შეთანხმებით, ვინაიდან შეთანხმება ვულისხმობს, რომ ადამიანებს უკვე აქვთ აზროვნება. მეცნიერება კი ამტკიცებს, რომ ადამიანის აზროვნება არ შეიძლება ენის გარეშე. უნდა ვიფიქროთ, რომ აქ საქმე გვაქვს ისეთ ნახტომთან, რომელიც ევოლუციური პროცესისა და რაოდენობრივი ზრდის მეშვეობით ვერ გაიგება. ამდენად ენის წარმოშობის საკითხი ანალოგიურია კითხვისა, რა უფრო ადრე იყო კვერცხი თუ ქათამი?.

⁴ მაგრამ რატომ ლაპარაკობენ ადამიანები სხვადასხვა ენაზე? ამჟამად ითვლიან დაახლოებით 3000 მოქმედ და რამდენიმე ასეულ მკვდარ ენას. მხოლოდ ავსტრალიაში 300000 იქაურ აბორიგენს შორის 500 ტომსა და ამდენივე ენას ასხვავებენ. ამერიკის კონტინენტზე მეცნიერებმა დაახლოებით 1000 ენა დაითვაღეს, ხოლო აფრიკის კონტინენტზე — 800. ენათა სიმრავლეს თავისი ახსნა აქვს. ფიქრობენ, რომ ენა ჩამოყალიბების შემდეგ ვრცელდებოდა რა სხვა ტერიტორიებზე, განიცდიდა სახეცვლილებას სხვადასხვა ხალხთა ურთიერთობის პროცესში. ასე ჩნდებოდა დიალექტები, შემდეგ კი

მაგრამ რატომ უნდა ენიჭებოდეს მანქანასთან ურთიერთობის დასამყარებლად უპირატესობა ზეპირსიტყვიერ ენას სხვა ენებთან შედარებით? რატომ არის ამ მიზნისათვის აუცილებელი და ყველაზე უფრო გამოსადეგი ბგერითი ენა? იქნებ უფრო ადვილი იქნებოდა სხვა საშუალებით, სხვა ენაზე და არა ბგერითზე მიგვეწოდებინა მანქანისათვის. საჭირო დავალება? ჩვეულებრივად თვლიან, რომ ეესტების ენა ყველაზე უფრო მარტივი ენაა. მართლაც, თუ ორ ადამიანს ერთმანეთის ენა არ ესმის, ისინი ცდილობენ, რომ ეესტებით გააგებინონ, თუ რა უნდათ მათ ურთიერთისაგან. მაგრამ, ასეთი შემთხვევა გულისხმობს ბგერითი ენის მფლობელი ადამიანების ცნობიერებას, რომელიც შესაძლებლობას აძლევს მათ მიუხედავად ერთმანეთს, თუ რისი გამოთქმა სურთ. მაგრამ შეიძლება თუ არა, ასე წარმოვიდგინოთ ადამიანის ცნობიერების დასაწყისი და ენის წარმოშობა საერთოდ და რას ნიშნავს ზემონათქვამის მიხედვით ბგერითი ენის ბუნებრივობა?

როდესაც ბავშვი დაბადებით ყრუა, სწორედ ამიტომ ის მუნჯიც არის. რამდენადაც ის ადამიანის შვილია და აქვს ამ უკანასკნელისათვის დამახასიათებელი ყველა სხვა უნარი, განვითარების გარკვეულ საფეხურზე ის იწყებს ეესტების ენის მეშვეობით ურთიერთობის დამყარებას გარშემო მყოფ ადამიანებთან და გარკვეულ ღონემდე კიდევ ახერხებს ამას. მაგრამ მისი გონებრივი განვითარება აუცილებლად შეზღუდული და ჩამორჩენილი იქნება. ის ვერასოდეს ვერ გადალახავს ბუნებრივი დეფექტით შექმნილ ზღუდეს, უკეთუ ჩვენ არ მივაწოდეთ მას მისთვის მისაწვდომ გრძნობად სფეროში, ე. ი. ან შეხების, ან მხედველობის მოდალობაში ისეთი ენა, რომელიც მთლიანად გაიმეორებს ჩვენი ბგერითი ენის ყველა ელემენტს — ფონემათა მწყირვს, ლექსიკას და გრამატიკულ წყობას⁵.

ენები. მაგალითად, ინდოევროპულმა ენამ VI—V ათასწლეულში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე დაიწყო გავრცელება მცირე აზიიდან, მესოპოტამიის ჩრდილოეთიდან და ამერკავკასიის სამხრეთ ნაწილიდან (აკადემკოს თ. გამყრელიძის ახალი შეხედულების მიხედვით) და მოიცვა 1,5 მილიარდზე მეტი სხვადასხვა ქვეყნებში მაცხოვრებელი: ჰოტლანდიელები, ნორვეგიელები, რუსები, ტაჯიკები, ფრანგები, ბერძნები, ლათინური ამერიკის ქვეყნების მცხოვრებლები, ინდოელები, სომხები და სხვ. ამავე დროს კემშარიტმა პირველყოფილმა ინდოევროპულმა ენამ, როგორც ფიქრობენ, შეწყვიტა არსებობა 5000 წლის წინ. ვიდრე მეცნიერები ენების წარმოშობის ახსნას ეძებდნენ, ადამიანები იგონებდნენ სხვადასხვა მითებს. ყველაზე საინტერესო და გავრცელებული მითი შევიდა ბიბლიურ თქმულებებში ბაბილონის გოდოლის სახელწოდებით.

⁵ ადამიანის განვითარებისათვის ბგერითი ენის როლისა და შეუცვლელობისათვის თვალსაჩინო ილუსტრაციას წარმოადგენს სპეციალურ ლიტერატურაში ცნობილი და მრავალჯერ მოყვანილი: ელენ კელერის ცხოვრების მაგალითი. ელენ კელერი წლინახევრის ასაკში დაყრუვდა და დაბრმავდა და ამრიგად უენოდ იზრდებოდა. თითქმის

რამი მდგომარეობს ეს ზემოაღნიშნული ზღუდე და რა არის მისი მიზნები? საქმე იმაშია, რომ მხოლოდ ექსტრემის ანაბარად დარჩენილ ყრუ-მუნჯს არ შეიძლება ჰქონდეს ზოგადი შინაარსის ამსახველი ექსტი. იმისათვის, რომ ჩვენ მას მივაწოდოთ სრულიად მარტივი ზოგადი შინაარსი, ისეთი როგორიც არის ეთქვით „ფერო“ ან რაიმე უარყოფითი ცნება, მაგალითად, „არალურჯი“, საჭირო იქნება ძალიან რთული, მრავალი ექსტრემის შემცველი და გრძელი პროცესი განვახორციელოთ. ამავე დროს უნდა გავითვალისწინოთ ისიც, რომ თვითონ ჩვენ უკვე ვფლობთ ზოგადი შინაარსის შემცველ ენას და ამიტომ შეგვიძლია დავეხმაროთ მას. ამის გარეშე, მხოლოდ თავისი შესაძლებლობებით, დამოუკიდებლად იგი ამასაც ვერ მიაღწევდა. ექსტრემის ენაზე ვერ გადმოიცემა ისეთი არაკონკრეტული შინაარსის შემცველი მარტივი სიტყვები, როგორიც არის „კიდე“, „მანკი“ და სხვ. იმისათვის, რომ ყრუ-მუნჯს ჰქონდეს მათი ამსახველი ექსტი, მან უნდა გაიაზროს ისინი ცნობიერებაში, ხოლო ამის შესაძლებლობა მას არა აქვს, რადგან არა აქვს გააზრების საშუალება — სიტყვა. იგივე ითქმის აბსტრაქტული შინაარსის აღმნიშვნელ სიტყვებზე: „დრო“, „ბუნება“, „მიმართება“, „მიზეზ-შედეგი“ და სხვ. მაგრამ, როგორც კი ჩვენ მას მივაწვდით ჩვენი ბგერითი ენის სტრუქტურის შემცველ სისტემას სხვა, მისთვის მისაწვდომი, შეგრძნების მოდალობაში, როდესაც ის სწავლობს წერა-კითხვას ჩვენს ენაზე, ის მიაღწევს განვითარების ნორმალურ დონეს, თუკი მას ამის ინდივიდუალური შესაძლებლობები ექნება. საზოგადოების ზრუნვა ყრუ-მუნჯი ბავშვების მიმართ სწორედ ამაში მდგომარე-

შედ წლამდე. როგორც ის თვითონ ავეწერს თავის წიგნში „ჩემი ცხოვრების ისტორია“, რომლის რამდენიმე ათეული გამოცემა განხორციელდა. ის ამ ასაკში არაფრით არ განიჭოდა პირუტყვისაგან და შეიძლება, ზოგიერთის თვალსაზრისით უფრო, დაბალ დონეზეც იყო, ვინაიდან ცხოველი უფრო ახერხებს თავისი უფრო დაბალი შეგრძნებების გამოყენებას ინსტინქტური მოქმედებით. მაგრამ დაახლოებით 7 წლის ასაკისათვის მას მოუყვანეს მსწავლებელი ანა სელივანი, უაღრესად ნიჭიერი ქალი და განსაკუთრებული პიროვნება. მან აწვდინა სწავლება დაიწყო თითების საშუალებით და ამრიგად შეეცადა შეხების სფეროში მიეწოდებინა ბგერითი ენის სტრუქტურა და ელემენტები. ბავშვი ჯერ ამ თითების ენას, როგორც თამაშს აღიქვამდა და ამ თამაშში ითვისებდა ბგერითი ენის ანალოგიური სისტემის ნიშნებს. სპეციალურ ლიტერატურაში ძალიან დრამატულად არის აღწერილი ჯერ ანა სელივანის და შემდეგ თვითონ ელენ გელერის მიერ გადმოცემული მომენტი, თუ ერთხელ როგორ წედა უეცრად იგი იმ ფაქტს, რომ ყოველ საგანს აქვს სახელი, რომ ის, რასაც მას ასწავლიან, საგნების სახელებია. ამის შემდეგ სწავლა არაჩვეულებრივი სისწრაფით წავიდა წინ და მოხდა ის, რისი მოწვევა გახდა მსოფლიო ამ სიტყვის პირდაპირი მნიშვნელობით. ელენ გელერი გაიზარდა უაღრესად ნიჭიერი და განათლებული ქალი. ამის დასტუქმია მისი ზემოხსენებული წიგნი.

ობს: მიაწოდოს მას ენა, რომელიც ზუსტად იმეორებს ბგერითი ენის სტრუქტურას.

ალბათ ყველა ჩვენთაგანი ისურვებდა, რომ მხედველობა შეენარჩუნებინა სმენის ნაცვლად, თუკი ასეთი მძიმე არჩევანის წინაშე დადგებოდა. მაგრამ სიცოცხლის დასაწყისში, მეტყველების ჩამოყალიბებამდე ყრუ ბავშვი ბევრად უარეს მდგომარეობაშია, ვიდრე ბრმად დაბადებული. ამ უკანასკნელს არ აქვია ზოგადი აზროვნების უნარი, ვინაიდან ის თავიდანვე ეუფლება ბგერითი ენის სისტემას. ყველასათვის ცხადია, რომ სინამდვილის უშუალო, გრძნობად ასახვაში მხედველობის უნარს ყველაზე დიდი როლი აკისრია. მხედველობითი აღქმა განსაკუთრებულ სავნობრივ ხასიათს ატარებს. ობიექტს თვალი ხედავს მთლიანად (გეშტალტურად) და მისი ნაწილებითაც, ერთდროულად და შეუძლია შეაჩეროს ზედ ჰვრეტა სურვილისამებრ. „შეიძლება ითქვას — ამბობს დ. უზნაძე — რომ ადამიანი თავის ურთიერთობაში სინამდვილესთან პირველ რიგში მხედველობით ხელმძღვანელობს“. გარდა ამისა ცნობილია, რომ ადამიანის მიერ ვარე სამყაროს შესახებ აღქმული მთელი ინფორმაციის 90 %-ზე მეტი მოდის მხედველობაზე. მიუხედავად ყოველივე ზემოთქმულისა სმენის უქონლობა სიცოცხლის დასაწყისში ბევრად უფრო დამაზარალებელია ენისა და მეტყველების ათვისების სიძნელისა და, ამდენად გონებრივი განვითარების თვალსაზრისით. იმისათვის, რომ ადამიანმა გაიგოს, თუ რას ეუბნება მას ყრუმუნჯი თავისი ბუნებრივი ქესტებით, ეს უკანასკნელი უკვე უნდა ფლობდეს მეტყველების უნარით განპირობებულ ცნობიერებას. ქესტებით გადმოცემული შინაარსის გაგება ისეთივე რეზუსია, როგორც პიკტოგრაფიული დამწერლობა⁸. ორივეს წვდომა დიდ დაძაბვას მოითხოვს. ყოველი ქესტი მრავალმნიშვნელოვანია, მაგალითად ხელის მიტანა ლოყასთან და თვალების დახუჭვა ნიშნავს „ლამეს“, „ძილს“ და „ხვალესაც“. ამავე დროს ქესტების ენას არა აქვს წინადადება იმ გაგებით, როგორიც ბგერით ენას, რათა მისი საშუალებით დაზუსტებულ იქნეს ყოველი სიტყვის მნიშვნელობა.

ადამიანისათვის დამახასიათებელი ბუნებრივი ენა წარმოადგენს ისეთ სისტემას, რომელსაც ახასიათებს ზოგადი შინაარსის ასახვის უნარი და ამ საფუძველზე ამ შინაარსის უსაზღვროდ განვითარების შესაძლებლობა. ასეთი კი შეიძლება ჰქონდეს მხოლოდ ისეთ სისტემას, რომელსაც გრამატიკა აქვს. ზოგადი შინაარსის გამოყოფა ენაში აუცილებლობით გულისხმობს გრამატიკის, მისი სტრუქტურული ელემენტების

⁸ დამწერლობა ნახატების საშუალებით. იგი დღემდე შემორჩა ზოგიერთ დაბალი კულტურის დონეზე მყოფ ხალხებს.

მენტებისა და წესების არსებობას. გრამატიკის წყალობით ენას შესაძლებლობა აქვს ასახოს სხვადასხვა მიმართებათა შემცველი სიტუაციები, სადაც გარკვეულ მოვლენას ყოველთვის თავისი შესატყვისი ადგილი უჭირავს. ასე აისახება და იკვეთება ენაში ამა თუ იმ საგნის ზოგადი შინაარსი. რაც შეეხება ბუნებრივ ექსტების ენას, მას არ შეიძლება ჰქონდეს გრამატიკა. მისი ნიშანი გლობალურ — მთლიან ხასიათს ატარებს, რის გამოც ამ ენას არა აქვს ამ ნიშანთა შორის მიმართების დამყარების ხერხები და შესაძლებლობები.

ამ ვითარებასთან არის დაკავშირებული ბგერითი ენის განსაკუთრებული მნიშვნელობა სხვა სახის ენათა შორის. მართალია, წერით მეტყველებას გააჩნია ყველა ის შესაძლებლობები, რაც ზეპირი მეტყველებისათვის არის დამახასიათებელი და ამიტომ ისიც ბუნებრივი ენაა ადამიანისათვის, მაგრამ ის ამას შუალობით იძენს, ანუ ბგერითი ენიდან იღებს ამ უკანასკნელის ელემენტებსა და სტრუქტურას. ამისათვის მან უნდა წინასწარ გააცნობიეროს ბგერითი ენის ყველა შემადგენელი ელემენტი — ფონემა და წესები. ეს კი ძალიან ძნელი საქმეა და, რაც მთავარია, მეტყველება ამით ვერ დაიწყებოდა.

აქედანვე გამომდინარეობს სწორი მიდგომა ენის წარმოშობის პრობლემისადმი. სხვადასხვა თეორია არსებობს ენის წარმოშობის შესახებ. ზოგი ემოციის გამომხატველ ბგერებში ხედავს ენის სათავეს, ზოგი ექსტებში. ზოგი იმასაც ფიქრობდა, რომ ენა დამწერლობით დაიწყო. მაგრამ უდავოა, რომ არ შეიძლება წარმოვიდგინოთ ადამიანი, რომელსაც არა აქვს ენა და ის შემდეგ იგონებდეს მას. მოაზროვნე ადამიანი ეს მეტყველი ადამიანია (*Homo sapiens—Homo loquens*).

ყოველივე ზემოთქმულიდან უნდა გაკეთდეს ჩვენთვის მნიშვნელოვანი დასკვნა — ბგერითი ენა არის ყველაზე უფრო ფართო შესაძლებლობის მქონე და, რაც მთავარია, ყველაზე უფრო ბუნებრივი ენა, რომლის შემთხვევაშიც ყველა გრამატიკული თუ ლექსიკური შინაარსის აღმნიშვნელ ბგერებსა და მათ კომპლექსებს დაუბრკოლებლივ და გაუცნობიერებლად იყენებს ადამიანი. ეს, თავის მხრივ, მას დიდ უპირატესობას ანიჭებს გამომთვლელ მანქანებთან კომუნიკაციის დამყარების პროცესში იმ ხელოვნურ ენებთან შედარებით, რომელთა საშუალებით ხდება ამჟამად ინფორმაციის შეყვანა მანქანებში.

§ 1.3. მანქანასთან ჯაპირსიტყვიერი ურთიერთობის სხვა უპირატესობანი

ზეპირსიტყვიერი მეტყველების უპირატესობა ინფორმაციის გადაცემისა და ავტომატების მართვის საქმეში არ გამოიხატება მხოლოდ მის ინფორმაციულობასა და ბუნებრიობაში. შეიძლება დასახელებულ

იქნეს კიდევ ბევრი სხვა მისი ისეთი თვისება, რომელიც განსაკუთრებით სწორედ ადამიანისა და გამოძველები მანქანის ურთიერთობაში იჩენს თავს.

პირველ რიგში საჭიროა აღინიშნოს (და ეს მეტად თუ ნაკლებად მეტყველების ზემო მოყვანილ თვისებებთანაა დაკავშირებული), რომ ბგერითი ენის მეშვეობით დამყარებული კონტაქტი მანქანასთან არ მოითხოვს მომხმარებლის სპეციალურ და ხანგრძლივ ვარჯიშს. გარდა ამისა იგი არსებითად ზრდის მანქანაში ინფორმაციის შეყვანის სისწრაფეს. აქ იგულისხმება არა ის გარემოება, რომელზეც ჩვენ პირველ პარაგრაფში ვვქონდა ლაპარაკი და რომელიც შეეხება ამოცანის ალგორითმირების, პროგრამირების, ბარათების პერფორირების და სხვა მოსამზადებელი ოპერაციების განსახორციელებლად საჭირო დროს, აუცილებელს ურთიერთობის დასამყარებლად მანქანასთან, ჩვენ ვგულისხმობთ ზოგადად ბგერითი ენის უპირატესობას სხვა ბუნებრივ ენებთან შედარებით მისი რეალიზაციის სწრაფქმედების თვალსაზრისით. ცნობილია — და ეს, ალბათ, ექვს არც იწვევს — რომ ზეპირი მეტყველებით ბევრად უფრო სწრაფად შეიძლება აზრების გამოთქმა, ვიდრე სხვა ენით, მაგალითად წერითი მეტყველებით, მანქანაზე ბეჭდვით, ექსტენზიის ენით, სტენოგრაფიული ენითა და სხვ. საუკეთესო მბეჭდავის სისწრაფე (4—5 ნიშანი წამში) ლულ ცოტა ორჯერ უფრო ნაკლებია, ვიდრე საუბრის საშუალო ტემპი (დაახლოებით 10 ფონემა წამში ე. ი. საშუალოდ 2 სიტყვა წამში). ამასთან ერთად არ უნდა დაგვავიწყდეს, რომ მბეჭდავი ხშირად უშვებს შეცდომებს და, რაც მთავარია, გარკვეული დროის შემდეგ იღლება ყურადღების დაძაბვისა და სრული მობილიზების ვითარებაში. ბგერით ენაზე საუბარი კი მიმდინარეობს ადამიანისათვის ჩვეულ, დაუძაბავ და ბუნებრივ პირობებში, რაც უზრუნველყოფს მანქანასთან ხანგრძლივი და საიმედო კავშირის დამყარების შესაძლებლობას. როგორც სპეციალურმა გამოკვლევებმა დადასტურა, ბუნებრივი ენით რაიმე ინფორმაციის, ცნობისა ან ბრძანების გადაცემა ხორციელდება ბევრად უფრო საიმედოდ, ვიდრე სხვა ენებისმიერი საშუალებით. გამოირკვა, რომ მეტყველებით მანქანის მართვა საიმედოობის თვალსაზრისით აღემატება ღილაკებისა და გადამრთველების საშუალებით მართვას მაშინაც კი, როცა ამ უკანასკნელთა რიცხვი საკმაოდ მცირეა, ხოლო როცა მექანიკური ჩამრთველების რაოდენობა აღემატება რამდენიმე ათეულს, მათ კანონზომიერ მოქმედებაში მოყვანას, როგორც წესი, მრავალი შეცდომა ახლავს თან. ამ შეცდომების რიცხვი კატასტროფული სისწრაფით იზრდება ოპერაციითა შესაძლო რაოდენობის ზრდასთან ერთად. იგულისხმება, რომ ყო-

ველ ოპერაციას შეესატყვისება თავისი ღილაკი ან ღილაკთა რაიმე კომბინაცია. შეცდომები, რომლებიც გამოიხატება ღილაკისა ან მათი თანმიმდევრობის არასწორ გამოყენებაში, იწვევს ინფორმაციის დამახინჯებას, დროის კარგვას და ოპერატორის ფსიქოლოგიურ დატვირთვას.

მანქანასთან ბუნებრივი ენის მეშვეობით ურთიერთობა პრაქტიკულად გამორიცხავს ასეთი სახის შეცდომებს, რადგან ძნელად წარმოსადგენია შემთხვევა, როცა ადამიანს გააზრებული აქვს ერთი გარკვეული ბრძანების გაცემა, წარმოთქვამს კი სხვა ბრძანებას, ე. ი. ამ პროგრამას მოუწახოს მისთვის არაადეკვატური (არაშესატყვისი) ზეპირ-სიტყვიერი გამოხატულება.

მეტყველების გამოხატულება მანქანასთან კავშირის დასამყარებლად ხასიათდება კიდევ ერთი უპირატესობით. იგი შესაძლებლად ხდის მულტიმოდალურ კომუნიკაციას მანქანასთან. მომხმარებელი ამ შემთხვევაში თავისუფალია სივრცეში გადაადგილებისა და მოძრაობის თვალსაზრისით, მას აქვს თავისუფალი ორიენტაციის შესაძლებლობა, მას შეუძლია ვაიაროს, მოტრიალდეს, დადგეს ზურგით მანქანასთან, დაჯდეს და სხვ. ერთი სიტყვით, არ იყოს მჭიდრო ფიზიკურ კონტაქტში მანქანასთან. ეს კი, თავის მხრივ, იმის საშუალებას იძლევა, რომ მომხმარებელი გამოიყენება კიდევ სხვა დამატებითი ოპერაციების შესასრულებლად, რადგან მომხმარებელს ამ დროს თავისუფალი აქვს როგორც ხელები, ასევე მხედველობა. მას შეუძლია მიუთითოს რაიმეს, მართოს რაიმე. ამავე დროს მისი საუბარი მანქანასთან შეიძლება მოისმინოს სხვა პირმაც. მსგავსი სიტუაციები ხშირად იქმნება ოპერატორის მიერ რაიმე ობიექტის მართვის, საქონლის გადაწყობის ან დახარისხების დროს, როდესაც ამ ოპერაციების შესახებ კომენტარებისა და ცნობების მიწოდება ადვილად ხერხდება ზეპირსიტყვიერად ხელებისა და მხედველობის მოუწყვეტლად ობიექტიდან და, რაც მთავარია, გადაადგილებისა და მოძრაობის დროსაც. სახელდობრ, კიდეებისა და მხედველობის გამოთავისუფლება გამომთვლელ მანქანასთან მეტყველებითი ურთიერთობის დროს საშუალებას იძლევა მეტყველებითი კავშირი გამოყენებულ იქნეს, მაგალითად, თვითმფრინავებში პილოტის დამატებითი დატვირთვის მიზნით საბორტო კომპიუტერთან (გამომთვლელ მანქანასთან) ინფორმაციის გაცვლა-გამოცვლის განსახორციელებლად.

ზეპირი მეტყველების გამოყენება მანქანასთან კონტაქტის დასამყარებლად იძლევა ამ პროცესის სიბნელეში გამოყენების საშუალებას, თუ ასეთი საჭიროება იჩენს თავს, ვთქვათ, საბრძოლო სიტუაციებში შენიღბვის მიზნით.

არ შეიძლება არ გავითვალისწინოთ ტექნიკური პროგრესის მომავალ საფეხურებზე გამომთვლელი ან საინფორმაციო — საცნობარო ავტომატების ფართო გამოყენების პირობებში ამ სისტემებთან უსინათლო ადამიანთა კონტაქტების შესაძლებლობაც.

მეტყველების უპირატესობა მანქანასთან უშუალო მექანიკურ კონტაქტთან შედარებით განსაკუთრებით თვალსაჩინოდ გამოიხატება მაინც იმ შემთხვევებში, როდესაც საქმე შეეხება გამომთვლელ მანქანებთან დიდ მანძილებზე ურთიერთობის დამყარების შესაძლებლობას. მართლაც, ადვილად წარმოსადგენია, თუ რაოდენ დიდი იქნება ეფექტი, როდესაც ნებისმიერი ადამიანი შეძლებს დაამყაროს უშუალო და მყისიერი კონტაქტი მანქანასთან სხვა ქალაქიდან ან ტელეფონის ჭიხურიდან, ან მოძრავი მანქანიდანაც კი რადიოტელეფონის საშუალებით. ასეთი სიტუაციები მომავალში შეიძლება წარმოიქმნას საბანკო ოპერაციების ჩატარებისას, ავიაბილეთების დაჯავშნის განსახორციელებლად ან სხვა კომერციული ოპერაციების საწარმოებლად, სამხედრო სიტუაციაში მათი მნიშვნელობის შესახებ რომ არაფერი ითქვას.

ამრიგად მანქანასთან ხმით კონტაქტის დამყარება იძლევა მომხმარებელთა კომფორტის პროდუქტიულობისა და მანქანის ეფექტურობის არსებითად გაზრდის საშუალებას, რაც თავის მხრივ სახავს ახლო მომავალში ადამიანის ყოველდღიურ ცხოვრებაში მათი გამოყენების ფართო პერსპექტივას.

§ 1.4 რას გულისხმობს დიალოგი მანქანასთან?

ყოველივე ზემოთქმულიდან ნათლად ჩანს, თუ როგორ წამოიჭრა მანქანასთან სამეტყველო ურთიერთობის აუცილებლობის საკითხი თანამედროვე ტექნიკური პროგრესის ეპოქაში. ცხადია, ეს საკითხები მთელი სიფართოვით ვერ დადგებოდა ადრინდელ ხანაში, როდესაც მანქანა არ თამაშობდა ადამიანის ცხოვრებაში იმ როლს, როგორიც მას ამჟამად აკისრია. დღეს კი, როდესაც მანქანის შესაძლებლობებმა და ფუნქციებმა ასე მრავალმხრივი და მნიშვნელოვანი ხასიათი მიიღო. აუცილებელი შეიქნა მათი მაქსიმალური ეფექტურობით გამოყენება სახალხო მეურნეობის სრულყოფის მიზნით.

შევიჩერდეთ ახლა საკითხზე, თუ რას გულისხმობს ამ კონტექსტში ადამიანის დიალოგი გამომთვლელ მანქანასთან და ავტომატთან ადამიანის სამეტყველო ურთიერთობის პროცესში. სიტყვა „დიალოგი“ ზრგადი გაგებით ნიშნავს საუბარს ორ ან რამოდენიმე პირს ადა-

მიანს — შორის. ამჟამად ტექნიკის განვითარების ეპოქაში ეს სიტყვა იღებს ფართო შინაარსს და გულისხმობს „ცოდნისა“ და „გამოცდილების“ გაზიარებას და გაცვლა-გამოცვლას არა მარტო ადამიანებს შორის, არამედ ადამიანსა და მანქანას შორისაც. ადვილი მოსალოდნელია, რომ მომავალში მზარდი ინფორმაციის მიღება, დამუშავება და ვადაცემა იწარმოებს უშუალოდ მანქანებს შორის და მხოლოდ უკანასკნელ ეტაპზე მიაღწევს იგი უშუალო მომხმარებელს — ადამიანს. ამ შემთხვევაში მანქანებს შორის ასეთ ურთიერთობასაც შეიძლება, აღბათ, ეწოდოს „დიალოგი“. ცხადია, აქ ლაპარაკია მხოლოდ მაღალმწარმოებად უნივერსალურ მანქანებზე, რომელთაც დაეკისრებათ რთული და დიდი მნიშვნელობის ფუნქციები მიღებულ ცნობათა შესწავლის, მათ საფუძველზე რაიმე გადაწყვეტილების მიღებისა და შედეგების მომხმარებლისათვის შეტყობინების სახით და ეს მომხმარებელი შეიძლება იმ დროს ისევ მანქანა იყოს. ეს პროცესი თუმცა არ შეიძლება გავაიგივოთ იმ რთულ ინტელექტუალურ პროცესთან, რომელსაც ადგილი აქვს ორ ადამიანს შორის გამოცდილების ურთიერთგაზიარების დროს. მათი ცნობიერების მონაწილეობით, მაგრამ აქ, როგორც ზემოთქმულიდან ჩანს, იგულისხმება მანქანების ის დიდი შესაძლებლობები, რომლებიც კვპირდება მათ აქტიურ და ყოველდღიურ ჩართვას ადამიანის მრავალფეროვან შემოქმედებით პროცესში. არც ის არის გამორიცხული. და ეს მტკიცედ სჯერათ მეცნიერთა დიდ ჯგუფს, რომ უნივერსალური მანქანები ბოლოს და ბოლოს შეიძენენ იმას, რასაც ეწოდება „ხელოვნური ინტელექტი“ და აიღებენ თავის თავზე ადამიანის შემოქმედებითი პროცესის გარკვეულ შრომატევად ნაწილს.

აქ ჩვენ არ გავყევით ამ პრობლემაზე მსჯელობას, რადგან იგი სცილდება ამ წიგნში დასმული საკითხების ფარგლებს. ერთი ცხადია, რომ მანქანის მიერ ზეპირსიტყვიერი ინფორმაციის მიღებისა და გაცემის შესაძლებლობების როლი ყველა შემთხვევაში იქნება ძალიან მნიშვნელოვანი, იმისდა მიუხედავად „იაზროვნებს“ ბოლოს და ბოლოს მანქანა თუ არა. ამრიგად ჩვენს მიზანს შეადგენს ვილაპარაკოთ არა მანქანის შესაძლებლობებზე, აწარმოოს დიალოგი ადამიანთან მისი „ცნობიერების“ დონეზე, არამედ მის უნარზე აღიქვას და „გაიგოს“ ოპერატორისაგან მიწოდებული სამეტყველო ინფორმაცია და მის შესატყვისად გასცეს მას პასუხი ასევე სამეტყველო სიგნალის საშუალებით.

ამრიგად, ჩვენ ქვემოთ გვექნება ლაპარაკი ორ ძირითად პროცესზე: მეტყველების ავტომატურ ამოცნობაზე და მეტყველების

ხელოვნურ სინთეზზე. ორივე ეს პროცესი დაეკისრება მთლიანად მანქანას და ამ უკანასკნელის ფართო შესაძლებლობებით იქნება განპირობებული. ქვემოთ — შემდგომ პარაგრაფებში — ჩვენ შევეცდებით დაწვრილებით აღვწეროთ ის სიძნელები, რომლებიც ამ ორი პრობლემის წარმატებით გადაწყვეტას ელოდება წინ და მივუთითოთ იმ გზებზე, რომლებიც ისახება და წარმართავს ახლა მსოფლიოს წამყვანი სპეციალისტების ცდებს, მიმართულს ამ მეტად მნიშვნელოვანი პრობლემის გადაწყვეტასა და ფართოდ დანერგვაზე ცხოვრებაში.

საჭიროა აქვე აღინიშნოს, რომ ზემონახსენებ ორ პროცესს, რომელნიც დიალოგის უცილობელ კომპონენტებს წარმოადგენენ — ეერძოდ, მანქანისადმი ზეპირსიტყვიერი ინფორმაციის მიწოდებასა და ასევე ზეპირსიტყვიერი პასუხის მიღებას მანქანისაგან ხშირად უმატებენ კიდევ ერთ მნიშვნელოვან მომენტს, რომელიც თუმცა უშუალოდ დიალოგის რეჟიმად არ შეიძლება ჩაითვალოს, მაგრამ ადამიანთა შორის ზეპირსიტყვიერი ურთიერთობის დროს ქვეცნობიერად თუ გამიზნულად უდავოდ მონაწილეობს და ხშირად მნიშვნელოვან ფუნქციასაც ასრულებს. ეს არის ბგერითი კომუნიკაციის დროს ადამიანის ზმის ინდივიდუალური თავისებურებების მიხედვით პიროვნების ვინაობის დადგენის ანუ იდენტიფიკაციის ამოცანა. შემდგომში ჩვენ დავინახავთ, რომ ბევრ პრაქტიკულ შემთხვევებში ადამიანისა და გამომთვლელი მანქანის მეტყველებითი ურთიერთობის პროცესი სწორედ პიროვნების ავტომატური დადგენით უნდა დაიწყოს, რაც მიუთითებს ასეთი ტიპის დიალოგურ სისტემებში სამი დამოუკიდებელი რეჟიმის ჩართვის აუცილებლობაზე⁷.

ამ წიგნში ჩვენ შევხებით სამივე რეჟიმს — პიროვნების ავტომატურ დადგენას, მეტყველების ავტომატურ ამოცნობასა და ხელოვნურ ბგერით პასუხს, თუმცა დალაგების გამარტივების თვალსაზრისით დავარღვევთ ამ ბუნებრივ თანმიმდევრობას და პირველ რიგში შევხებით მეტყველების ავტომატური ამოცნობისა და სინთეზის პრობლემას. რაც შეეხება პიროვნების იდენტიფიკაციას, ამ საკითხზე შეეჩერდებით

რასაკვირველია, მეტყველებითი ურთიერთობის პროცესში საქმეცველო სიგნალში გადაცემული ინფორმაციის შინაარსისა და ადამიანის ზმის ინდივიდუალური თავისებურებების გარდა, კიდევ არის მოქცეული სხვა სახის მონაცემები პიროვნების შესახებ, მაგალითად, მისი ემოციური მდგომარეობა, მისი დამოკიდებულება იმ საგნისადმი, რომელზედაც არის ლაპარაკი და სხვ., მაგრამ ამ შემთხვევაში ჩვენ აქ დასახული პრაქტიკული მიზნებიდან გამომდინარე მხოლოდ ვერ შეეჩერდებით.

VI თავში, რადგან ეს რეჟიმი ამ წიგნში დასმული ამოცანის შექმნე არ წარმოადგენს პირველადი მნიშვნელობის საკითხს⁸.

⁸ უნდა აღინიშნოს, რომ დიალოგის სქემა სპეციალურ ლიტერატურაში შემდეგთ თანამიმდევრობით არის მოცემული: მეტყველების სინთეზი, პიროვნების იდენტიფიკაცია და მეტყველების გაგება. დიალოგში შემავალი ამ სამი რეჟიმის ასეთი თანამიმდევრობა განაპირობა ალბათ უფრო რეჟიმების განსხვავებულმა სირთულემ, ვიდრე დიალოგის რეალურმა სურათმა. თუმცა ზოგიერთს მიაჩნია, რომ დიალოგი უნდა დაიწყოს სწორედ მანქანამ, რომელსაც ეკუთვნის პირველი — მისი მზადყოფნის გამომხატველი — ფრაზა (მაგალითად „მანქანა ჯისმენტ თქვენ“), რის შემდეგაც თქვენ ეცნობით მანქანას, რაიმე პაროლური ფრაზის წარმოთქმის საფუძველზე და მხოლოდ ამის შემდეგ მოხდება თქვენი „საქმიანი“ შეკითხვის მიწოდება და მის საფუძველზე შემდგომი დიალოგის წარგართვა ადამიანსა და მანქანას შორის. ამის შესახებ დაწერილებით იხ. VI თავის უკანასკნელი პარაგრაფები.

მეტყველებითი კავშირის ფსიქოფიზიოლოგიური და ფიზიკური საფუძვლები

§ 2. 1. ადამიანის მეტყველება, როგორც ინფორმაციის გადაცემის საშუალება

ვადმოცემის თანახმად, თურმე სოკრატეს სთხოვეს გამოეთქვა თავისი აზრი უცნობი პიროვნების შესახებ, მან დიდხანს უყურა მას და შემდეგ წამოიძახა: „წარმოთქვი რაიმე, ადამიანო, რათა მე შეგიცნო შენ“.

სოკრატეს ამ სიტყვებში იმალება ღრმა აზრი მეტყველების განუზომელ მნიშვნელობაზე პიროვნების გამომჟღავნებაში. სამეტყველო აქტივობის ღროს ადამიანი, როგორც გამოიხატა, ისე გაუცნობიერებლად, გადასცემს მსმენელს მრავალნაირ ინფორმაციას. პირველ რიგში ეს არის ინფორმაცია გამონათქვამის შინაარსის შესახებ. მაგრამ სამეტყველო სიგნალი თავისი ლექსიკური შინაარსითა თუ უშუალო გრძნობადი ნიშნებით იძლევა ამასთანავე ინფორმაციას თვითონ მთქმელის შესახებ. მისი პიროვნების თვისებებზე, ტემპერამენტზე, ინტელექტზე; მიუთითებს მოლაპარაკის ასაკზე, სქესზე და მისი ზმის ინდივიდუალურ თავისებურებაზე. ის ავლენს აგრეთვე მოლაპარაკის დამოკიდებულებას გამონათქვამის შინაარსისადმი (გაკვირვებას, აღტაცებას, ზიზღს და სხვ.), მის დამოკიდებულებას თვით მსმენელისადმი (სიმპათია, მოკრძალება, სიძულვილი და სხვ.).

ზაგრამ რა განაპირობებს ინფორმაციის ასეთ მრავალფეროვნობას. რა მექანიზმი უდევს საფუძვლად ადამიანთა შორის ურთიერთობის ამ უმნიშვნელოვანეს საშუალებას?

ადამიანმა, ერთადერთმა სხვა ცოცხალ არსებათა შორის შეძლო გამოემუშავებინა ეს ვანსაკუთრებული — არაჩვეულებრივად მოქნილი და „ბევრის მთქმელი“ სხვა ადამიანებთან აზრთა გაზიარების საშუალება — მეტყველება. ამისათვის ადამიანმა თავისი გაადამიანების პროცესში გააოიყენა ორგანოები, რომლებიც მანამდე გათვალისწინებული იყო მხოლოდ სასიცოცხლო ფუნქციების შესასრულებლად —

სუნთქვისათვის და დაღეპვისათვის. აღმოჩნდა, რომ სწორედ ადამიანის სხეულის ამ ნაწილმა, რომელიც ამჟამად სამეტყველო აპარატის სახელით არის ცნობილი, მოახერხა უზრუნველყო პირობები ადამიანთა შორის საოცრად მოხერხებული, ადვილად რეალიზებადი და მრავლის გამომხატველი ურთიერთობის დასამყარებლად.

ინფორმაციის ნაკადი, რომელიც მეტყველების დროს სამეტყველო სივსალში იყრის თავს, შეიძლება დაიყოს ოთხ ძირითად კომპონენტად: აზრობრივ შინაარსად, მეტყველების მელოდიად (ინტონაციად), ინდივიდუალურ თავისებურებებად და დინამიკად (ინტენსივობად).

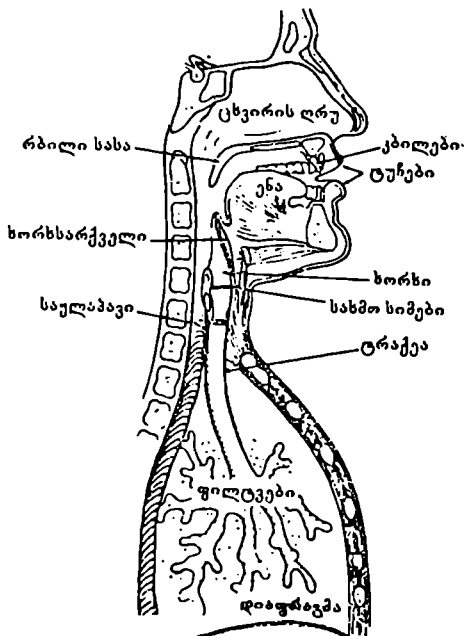
როგორც სპეციალისტებს მიაჩნიათ, რაოდენობრივად პირველი მათგანი ანუ შინაარსი მეტყველების ნორმალური ტემპის დროს (10—14 ფონემა /წმ.) შეიცავს დაახლოებით 20—24 ბიტ ინფორმაციას წამში (ბიტი ინფორმაციის ერთეულია), მელოდია 6—7 ბიტს /წმ, დინამიკა — 1 ბიტს /წმ. რაც შეეხება ხმის ინდივიდუალურ შეფერილობას, იგი შეიძლება გამოიხატოს როგორც დამოუკიდებლად, ისე ინტონაციის მეშვეობითაც. ცნობილია, რომ ინტონაცია მონაწილეობას იღებს ერთდროულად აზრის გადაცემაშიც (მას შეუძლია საწინააღმდეგო საზრისიცი კი მაწეროს ერთა და იმავე ფრაზას) და ხმის დიქტორული თვისებების გამოვლენაშიც. ეს მდგომარეობა ხშირად აწნელებს ინფორმაციის ამ კომპონენტის ზუსტ შეფასებას. არსებობს ვარაუდი, რომ ნორმალური სამეტყველო პროცესის დროს ეს ინფორმაცია წამში დაახლოებით 8—9 ბიტს უნდა შეადგენდეს. ამრიგად, ინდივიდუალობა სამეტყველო სივსალში შეიცავს სრული ინფორმაციის დაახლოებით მეოთხედ ნაწილს. მეტყველების სიჩქარის (ტემპის) ცვალებადობა არსებით გავლენას ახდენს როგორც ინფორმაციის საერთო რაოდენობაზე, ისე მის გადანაწილებაზე ცალკეულ კომპონენტებს შორის. ასე მაგალითად, ლაპარაკის ტემპის გაზრდა ზრდის საერთო ინფორმაციას, თუმცა ეს ძირითადად აზრობრივი ინფორმაციის ნაკადის ზრდის ხარჯზე ხორციელდება. მონაცემები დიქტორის ხმის შესახებ ამ დროს იკლებს, როგორც თავისი აბსოლუტური სიდიდით, ისე სხვა კომპონენტებთან შეფარდებითაც. მაგალითად, ტემპის ორჯერ გაზრდა იწვევს მთელი ნაკადის 1,5-ჯერ ზრდას, ხოლო აზრობრივი ინფორმაციის ზრდას 2-ჯერ. ამ დროს მონაცემები ხმის შესახებ, პირიქით, მცირდება დაახლოებით 1,8-ჯერ, რის გამოც იგი მთელი ინფორმაციის უკვე 0,1 ნაწილს შეადგენს.

ჩვენ ქვემოთ, § 2.8-ში, უფრო დაწვრილებით აღვწერთ სამეტყველო სივსალის როგორც ინფორმაციის გადაცემის საშუალების შესაძლებლობებს და შევეცდებით იქვე ვუჩვენოთ ადამიანის უნარი — გადაამუშავოს ამა თუ იმ რაოდენობის ინფორმაცია, რომელსაც ის სმე-

ნითი ორგანოს საშუალებით აღიქვამს. მანამდე კი აღვწეროთ ადამიანის სამეტყველო აპარატისა და სმენითი აპარატის აგებულება.

§ 2.2. მეტყველების წარმოქმნა

მეტყველების პროცესი იმ სახით, როგორითაც იგი დღეს გვხვდება ადამიანთა ურთიერთობის დროს, ყალიბდებოდა საუკუნეების მანძილზე. მისი წარმოქმნის პირველ ეტაპზე ჩვენი შორეული წინაპრები ალბათ მხოლოდ ბუნებაში არსებული ბგერების მიბაძვას ცდილობდნენ. შემდგომ, უნდა ვიფიქროთ, წარმოიშვა მარტივი ხორხისმიერი ბგერები,



ნახ. 1. ადამიანის სამეტყველო აპარატი

უფრო გვიან კი ბგერები, რომელთა წარმოქმნა სუნთქვის პერიოდულ შეჩერებას ეყრდნობა. ინფორმაციული დატვირთვის ზრდასთან ერთად, რაც გამოწვეული იყო გარე სამყაროსთან — საგნებთან და მოვლენებთან — სულ უფრო მჭიდრო კონტაქტის დამყარების აუცილებლობით, ყალიბდებოდა ბგერათა ის კომპლექსი, რომელიც შემდგომ

თანამედროვე ენებს დაედო საფუძვლად. ცხადია ამ პროცესს პარალელურად თან ახლდა ადამიანის სამეტყველო და სმენითი აპარატების ევოლუციური განვითარება.

აღწერით ახლა სამეტყველო აპარატი. იგი შედგება როგორც ცენტრალური ნერვული სისტემისაგან, სადაც ხდება სამეტყველო პროგრამების ფორმირება, ისე პერიფერიული აპარატისაგან, რომელიც ამ პროგრამების შემსრულებელ ორგანოს წარმოადგენს. ამჟამად მეცნიერებამ შედარებით ნაკლები იცის პირველი ნაწილის ბუნების შესახებ, ხოლო რაც შეეხება აპარატის პერიფერიულ ნაწილს, იგი საკმაოდ კარგად არის შესწავლილი. შეეჩერდეთ ამ უკანასკნელზე. მისი ძირითადი ნაწილებია ფილტვები, ბრონქები, ტრაქეა, ხორხი, ხახა, პირის ღრუ და ცხვირი. მის ფუნქციებში აქტიურ მონაწილეობას იღებს აგრეთვე გულმკერდი და ღიაფრავა (ნახ. 1).

ჩამოთვლილი კომპონენტებიდან ყველაზე უფრო რთულ ნაწილს წარმოადგენს პირის ღრუ, რომელიც თავის ძირითად, სახელობრ, საკმლის დამუშავებისა და გემოს აღქმის, ფუნქციებთან ერთად, ახორციელებს მეტყველების წარმოქმნის ძირითად ამოცანასაც. იგი შედგება ტუჩებისაგან, ლოყებისაგან, კბილებისაგან, მაგარი და რბილი სასისაგან, ყბისა და ენისაგან. ასევე დეტალურად აღწერა შეიძლება სამეტყველო აპარატის ყველა ზემოჩამოთვლილი ძირითადი ნაწილისა, მაგრამ აქ ამის საკიროება არ არის. მეტყველების, ' კერძოდ ბგერების, როგორც აკუსტიკური პროდუქტის წარმოშობის პროცესი პირველ რიგში დაკავშირებულია ადამიანის სასუნთქი აპარატის ფუნქციონირებასთან. სუნთქვის აქტი მდგომარეობს ფილტვების მიერ ჟანგბადის შთანთქმისა და ნახშირორჟანგის გამოყოფაში. ჩასუნთქვისა და ამოსუნთქვის პროცესის რეგულირება ხდება გულმკერდისა და ღიაფრავის საშუალებით. გულმკერდის მოძრაობის პარალელურად ფილტვები ხან ფართოვდება, ხან კი ვიწროვდება, რასაც თან სდევს ჰაერის გარკვეული ოდენობის ჩასუნთქვა და ამოსუნთქვა.

ცხვირის ნესტოებიდან ან პირიდან ჩასუნთქული ჰაერი, შესაბამისად ცხვირის ან პირის ღრუდან ხორხის, ტრაქეასა და ბრონქების გავლით ხვდება ფილტვებში. აერცვლის შემდეგ იწყება ამოსუნთქვის პროცესი. ამოსუნთქული ჰაერი გადის იმავე გზას უკუმიმართულებით. ორივე შემთხვევაში ხორხში მოთავსებული სახმო ნაპრალი (ყია) ფართოდ არის გაშლილი და ამის გამო მთელი ეს პროცესი უხმოდ მიმდინარეობს. ხმის წარმოშობა, ანუ ფონაცია, დაკავშირებულია ყიაში სახმო სიმების შემკიდროებისა და მათი რხევის მეშვეობით ფილტვებიდან მოწოლილი ჰაერის ნაკადის მოძრაობასთან. სახმო სიმების რხევის

შედგად რხევას იწყებს ჰაერის ნაწილაკებიც, რომელნიც ტრაქეადან სახმო ნაპრალში გადიან. აქედან ასეთი სახით წარმოქმნილი სახმო იმპულსები ზვდება ხახაში, პირისა და ცხვირის ღრუში და გადაეცემა გარემოს როგორც ბგერითი სიგნალები.

იმისათვის, რომ სახმო იმპულსებმა მიიღოს სამეტყველო ბგერათა სახე, საჭიროა, რომ მათ გაიარონ პირის ღრუ, რომელიც არტიკულატორების საშუალებით ამა თუ იმ ფორმას იღებს. პირის ღრუს ფორმის ცვალებადობა ენის, ყბის, რბილი სასისა და ტუჩების მეშვეობით იწვევს რეზონანსულ მოვლენებს. რეზონანსის შედეგად სახმო იმპულსები განიცდის ფილტრაციას, რის შედეგადაც მათი ენერგიის განაწილება სპექტრში იცვლება, რაც სწორედ ბგერათა სხვადასხვაობის საფუძველს ქმნის.

ასეთი მექანიზმი საფუძვლად უძევს ეგრეთ წოდებული მკლერი ბგერების კერძოდ, ხმოვანი ბგერების წარმოქმნას. მაგრამ მკლერი ბგერების გარდა ადამიანი წარმოთქვამს აგრეთვე ყრუ ბგერებსაც, რომელთა წარმოშობაში არ მონაწილეობს არც სახმო სიმები და არც პირის ღრუს რეზონატორები. მათი წარმოქმნა გაპირობებულია ხმაურით, რომელსაც იწვევს ჰაერის ნაკადის გავლა სამეტყველო აპარატის ამა თუ იმ შევიწროებულ არეებში. ასეთი შევიწროება კი ენის, კბილებისა და ტუჩების საშუალებით ხორციელდება⁹.

ჩურჩულით საუბრის დროს ადგილი აქვს სახმო ნაპრალის ნაწილობრივ შეკუმშვას. მასში გამავალი ჰაერის ნაკადი არ იწვევს სახმო სიმების რხევას, თუმცა ხახუნი, რომელიც ამ დროს ყიის კედლებთან წარმოებს, იწვევს ხმაურს, რომელიც ჩურჩულის სახით აღიქმება. ჩურჩულით მეტყველების დროს პირის ღრუს რეზონატორები ისევე იცვლება, როგორც ჩვეულებრივი მეტყველებისას.

§ 2.3. ადამიანის სმენითი აპარატი

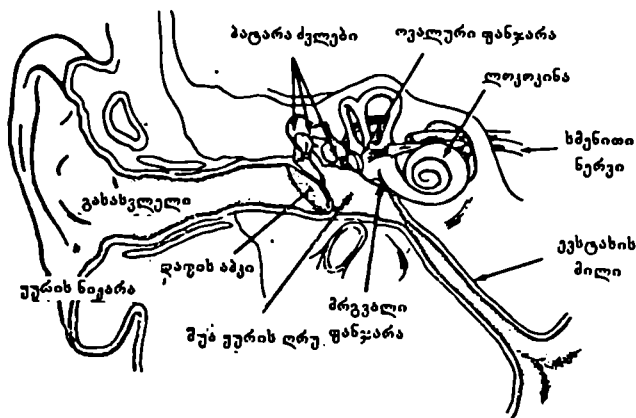
ადამიანის მიერ ბგერითი ინფორმაციის მიღებასა და დამუშავებას ემსახურება ადამიანის სმენითი ორგანო.

როგორც ყოველი ანალიზატორი, სმენითი ორგანოც შედგება ორი ძირითადი ნაწილისაგან: ცენტრალური და პერიფერიული ორგანოსაგან. პერიფერიულ ნაწილში შედის გარე ყური, შუა ყური და შიდა ყური (ნახ. 2) გარე ყური შედგება ყურის ნიჟარის, სმენითი გასასვლელისა და მემბრანისაგან, რომელსაც დაფის აპკს უწოდებენ. ამრიგად, სმე-

⁹ ბგერათა წარმოქმნის ზოგიერთ ასპექტს ჩვენ შევხებით ჯაგრეთზე § 2.5-ში.

ნის გასასვლელი წარმოადგენს მილს, რომელიც ერთი მხრიდან ღიაა, ხოლო მეორე მხრიდან დაკული. დაფის აპკს კონუსის ფორმა აქვს, რომელიც წვეროთი შუა ყურისაკენ არის მიმართული. ეს უკანასკნელი წარმოადგენს ჰაერით სავსე არეს, რომელიც შეიცავს პატარა სმენით ძელებს.

შუა ყური უერთდება ცხვირსა და ხახას არხით, რომელსაც ევსტახის მილს უწოდებენ. ამ მილის საშუალებით ხორციელდება შუა ყურში ჰაერის რაოდენობის რეგულირება გარე ატმოსფერული წნევის ცვალებადობის მიხედვით.



ნახ. 2. ადამიანის სმენითი აპარატი

შიდა ყურს აქვს ორი ძირითადი ფუნქცია: იგი წარმოადგენს წონასწორობის ორგანოს და, რაც მთავარია, შეიცავს ბგერების შემგრძნობი ნერვების დაბოლოებებს, რომლებიც ლოკოკინაში იყრიან თავს. ლოკოკინას ღრუ მთელ სიგრძეზე გაყოფილია ტიხრით. ტიხრის ძირითად ბგერების შემგრძნობ ელემენტს წარმოადგენს ბაზილარული მემბრანა, რომელიც შეიცავს რამდენიმე ათას განივ ბოჭკოს. მის მთელ სიგრძეზე მოთავსებულია კორტის ორგანო, რომელიც შეიცავს დაახლოებით 30 000 მგრძნობიარე უჯრედს. სმენითი ნერვის დაბოლოებები სწორედ ამ უჯრედებიდან იღებს ინფორმაციას იმპულსების სახით და წარმართავს მას ცენტრალურ სმენით ორგანოსაკენ — ტვინისაკენ. თუ ტვინის რომელი ნაწილი ემსახურება სმენის სახეთა აღქმას, ამაზე შემდეგ პარაგრაფში გვექნება ლაპარაკი.

სმენითი ორგანოს მიერ ბგერების აღქმის ფუნქცია მდგომარეობს

ბგერითი ფიზიკური ენერგიის ვარდაქმნაში ნერვული იმპულსების-
ენერგია.

ბგერით ტალღებს, ხედება რა ყურის ნიჟარიდან სმენით ვასას-
ვლელში, რხევაში მოჰყავს დაფის აპკი, რომელიც ამ რხევას გადასცემს
სმენითი ძვლების საშუალებით შიდა ყურს. გარემოდან შიდა ყურში
აქუსტიკურ რხევათა გადაცემის ეს პროცესი რთულია თავისი ბუნე-
ბით, ვინაიდან მას თან სდევს სხვადასხვა რეზონანსული მოვლენები,
რის შედეგადაც აღვილი აქვს ბგერათა ძალის გაძლიერებას.

ძირითადი მემბრანის რხევის დროს წარმოებს კორტის ორგანოს
სმენითი უჯრედების გადანაცვლება. ამას თავის მხრივ მოჰყვება ალ-
გზნების ანუ ნერვული იმპულსების წარმოქმნის პროცესი. სწორედ ამ
მომენტიდან იწყება სმენითი აღქმა.

ადამიანის სმენითი ორგანო შეიცავს სხვადასხვა სიმაღლის
ე. ი. სხვადასხვა სიხშირის რხევას. მათი ლიპაზონი იცვლება 16 რხე-
ვიდან წამში (ქვედა ზღვარი) 20 000 რხევამდე წამში (ზედა ზღვარი).
რხევის ერთეულს ჰერცი (ჰც) ეწოდება. ამ ლიპაზონის ქვევით მოთავ-
სებულ ბგერებს ეწოდებათ ინფრაბგერები, ხოლო ამ ლიპაზონზე ზე-
ვით მოთავსებულ ბგერებს — ულტრაბგერები.

ზოგიერთი ცხოველი აღიქვამს ბგერათა ბევრად უფრო დიდ ლიპა-
ზონს, ვიდრე ადამიანი. მაგალითად კატა არჩევს ბგერებს, რომელთა
სიხშირე უდრის 40 000 ჰც, ხოლო ლამურა — 60 000 ჰც.

ადამიანის სმენა აღიქვამს ბგერებს ძირითადად სამი მისი პარამეტ-
რის მიხედვით. ესენია სიმაღლე, ძალა, ანუ ინტენსიურობა და ტემბრი.
სიმაღლის აღქმა ხორციელდება შემდეგი მექანიზმის საშუალებით. ძი-
რითადი მემბრანის ბოჭკოებს სხვადასხვა სიგრძისა და დაჭიმულობის
გამო შეესატყვისება სხვადასხვა საკუთარი ე. წ. ზერონანსული ტონი,
რის გამოც ეს ბოჭკოები იწყებს რხევას მხოლოდ ისეთი ალგზნების
დროს, რომლის სიხშირე უდრის ბოჭკოების საკუთარ სიხშირეს. ლო-
კოკინაში მოკლე ბოჭკოები ახდენს რეაგირებას მაღალ ტონებზე, ხოლო
გრძელი ბოჭკოები — დაბალ ტონებზე. ამავე თეორიის საფუძველზე
ძლიერი ბგერები იწვევს ბოჭკოების უფრო ძლიერ რხევებს, ხოლო
რთული ბგერები, რომლის შემადგენლობაში შედის ბევრი მარტივი
რხევა, იშლება ცალკეულ ბგერებად და ტემბრის აღქმის საშუალებას
იძლევა.

ჩვენი სმენითი ორგანო დიდი მგრძნობიარობით ხასიათდება. მას
შეუძლია აღიქვას ძალიან სუსტი და ძალიან ძლიერი ბგერები. მინი-
მალური სიძლიერის ბგერას, რომელსაც აღიქვამს ყური, ჰქვია სმენა-
ლობის ზღურბლი, ხოლო ყველაზე ძლიერ ბგერას, რომლის აღქმა არა-
სასიამოვნო ანუ მტკივნეულ შედეგს იძლევა ჰქვია დისკომფორტის.

ზღვარი. მთელი ეს დიაპაზონი დაახლოებით 130 დეციბელს (დბ) შეადგენს, რაც ნიშნავს, რომ მაქსიმალური ბგერა მინიმალურზე დიდია ათ ტრილიონჯერ ე. ი. 10^{13} -ჯერ. ადამიანის სმენითი ორგანოს მიერ ბგერათა ძალის აღქმის ასეთი სასწაულებრივად დიდი დიაპაზონი (მას ღინამიკური დიაპაზონს უწოდებენ) უნიკალური მოვლენაა. ყოველ შემთხვევაში თანამედროვე ტექნიკას არ ძალუძს ხელოვნურად შექმნას რამდენადმე მსგავსი მოწყობილობაც კი¹⁰. ადამიანის სმენა გამოირჩევა ბგერათა დიფერენციის უნარითაც. მას შეუძლია გაარჩიოს ბგერები, რომლებიც მხოლოდ რამოდენიმე პერცით განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

ამრიგად, ადამიანის სმენითი აღქმის არე როგორც სიხშირის დიაპაზონის, ისე ღინამიკური დიაპაზონის მიხედვით საკმაოდ ფართოა. ბგერების აღქმისათვის საჭირო სიხშირეთა დიაპაზონი და ღინამიკური დიაპაზონი ძირითადად იკავებს ადამიანის სმენითი აღქმის მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილს — სიხშირის მიხედვით 120—8000 ჰც, ხოლო ინტენსივობის მიხედვით 50—90 დბ. ჩვენ ვამბობთ ძირითადად, ვინაიდან არის ბგერები, რომელთა დიაპაზონი სცილდება ზემოთ ნაჩვენებ მო-

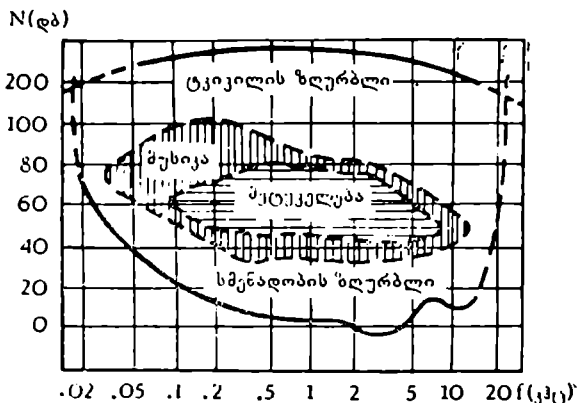
¹⁰ იმისათვის, რომ ნათელი წარმოდგენა ვიქონიოთ, თუ როგორი სიძლიერის ბგერები გვხვდება ბუნებაში და როგორ ფასდება დეციბელების სკალაზე, მოვიყვანოთ ცხრილი, სადაც მითითებულია ესა თუ ის ცხოვრებისეული ბგერითი მოვლენა.

ცხრილი 1

ბგერის წყარო	ბგერის ძალის მაჩლოებითი დონე (დბ)
თოფის გასროლა ყურთან ახლოს	150
რაკეტის აფრენა 100 მეტრზე	140
რეაქტიული თვითმფრინავის ხმაური ახლოს	130
წყალქვეშა ნავის სამანქანო განყოფილების ხმაური	120
ხმაური ქარხნის საამქროში	100—110
ხმაური მეტროს ვაგონში	95
ორკესტრი ფორტისიმო 10 მეტრზე	90—95
ხმაური სამოქალაქო თვითმფრინავის სალონში	85—90
ხმაურიანი ქუჩა	80—85
ხმამაღალი ლაპარაკი 1 მეტრზე	75
ქუჩების ხმაური ღია ფანჯარასთან ან წყნარი საუბარი	60—65
ჩურჩული	35—40
ფოთლების შრიალი სოფლის პირას	15—20
სმენითი ზღვარი	0

ნაცემებს როგორც სიხშირის, ისე ძალის მიხედვით. მაგალითად, ზოგიერთი თანხმომავნი ბგერა ჩურჩულის დროს 10 დბ-მდე ეცემა.

შედარებით უფრო ფართო დიაპაზონს მოიცავს მუსიკალური ბგერები, თუმცა არც ეს დიაპაზონი ავსებს სმენითი აღქმის მთელ არეს. ნახ. 3-ზე ქვედა საზღვარი აღნიშნავს სხვადასხვა სიხშირის ბგერების აღქმის ზღვარს, ხოლო ზედა — არასასიამოვნო აღქმის ზღვარს. ამ სა-



ნახ. 3. სმენითი აღქმის არეები

ზღვრებს შორის მოქცეულია ადამიანის სმენითი აღქმის მთელი არე.. დიაგრამის დაშტრიხული ნაწილები მიუთითებენ ბუნებაში შედარებით ხშირ მუსიკალურ და სამეტყველო ბგერების არეებს.

§ 2.4. სად არის მეტყველების ცენტრი?

მაგრამ როგორ და სად გადაეცემა სმენითი ორგანოებიდან მიღებული ფიზიოლოგიური ინფორმაცია ცენტრალურ ნერვულ სისტემას? ან სად ზდება მეტყველებითი პროგრამის ჩამოყალიბება?

ცნობილია, რომ სმენის ორგანოში ნერვების დაბოლოებათა და თვით ნერვულ უჯრედთა აღგზნება წარმოშობს ბიოელექტრულ იმპულსებს, რომლებიც გარკვეული სიხშირით გადაეცემა ნერვულ გამტარებში. იმპულსთა სიხშირე მხოლოდ აღგზნების ინტენსივობას კი არ გამოხატავს, არამედ მონაწილეობას იღებს ცნობის გადაცემაშიც. ერთი და იმავე საშუალო სიხშირის პირობებში შეიძლება მრავალი სახით განხორციელდეს იმპულსების თანმიმდევრობის წესი. მცირე რაოდენო-

ბის იმპულსების შემთხვევაშიც კი ეს წესი შეიძლება ბევრნაირად შეიცვალოს, რაც მრავალგვარ ინფორმაციათა გადაცემის საშუალებას იძლევა. იმპულსთა ეს თანმიმდევრობა შემდეგ ხვდება ცენტრალური ნერვული სისტემის შესაბამის არეებში, სადაც იგი იშითრება და გარკვეული ინფორმაციის სახით ყალიბდება.

ადამიანის ტვინში მიმდინარე სმენითი სახეების ამოცნობისა და მეტყველების საზრისის გაგების პროცესი, ისევე როგორც სხვა ხასიათის სახეთა ამოცნობის მექანიზმები, დღესდღეობით ჯერ კიდევ არ არის ჯეროვნად შესწავლილი, ამიტომ ჩვენ აქ მათზე არ შევჩერდებით. შევეხოთ მოკლედ მხოლოდ მეტყველებითი ცენტრის ადგილმდებარეობისა და მისი ფუნქციონირების ზოგიერთ საკითხს. ნევროლოგების აზრით, რომელიც ჩამოყალიბდა დაახლოებით ერთი საუკუნის წინ, მეტყველების ცენტრი განლაგებულია ტვინის მარცხენა ჰემისფეროში (გამონაკლისს ზოგჯერ ადგილი აქვს ცაციების შემთხვევაში). ამ ჰემისფეროს დაზიანება იწვევს მეტყველებასთან დაკავშირებულ სხვადასხვა ფსიქიკურ ფუნქციათა დარღვევას. მაგალითად, ადამიანს შეუძლია ამ დროს დაკარგოს როგორც ლაპარაკის, ისე მეტყველების გაგებისა და ცალკეულ სამეტყველო ერთეულთა (სიტყვების, მარცვლების, ფონემების) აღქმის უნარი. ყოველივე ამის გამო ამ ნახევარსფეროს მეტყველების ნახევარსფეროს უწოდებენ. მარჯვენა ნახევარსფერო ამ თვალსაზრისით „ყრუდ“ იწოდებოდა.

უკანასკნელ ხანს გამოირკვა, რომ მარჯვენა ჰემისფერო არ არის პასიური და რომ ისიც მონაწილეობს მეტყველების აღქმის სქემაში, როგორც დამამუხრუჭებელი ცენტრი. სწორედ ამიტომ მარჯვენა ჰემისფეროს დაზიანება იწვევს მეტყველების აღქმის არაადეკვატურ ვაჟქტივებას. ამასთანავე ამას მოჰყვება ხმათა ცნობის, ე. ი. პიროვნებათა ამოცნობის უნარის მკვეთრი დაქვეითება. უარესდება აგრეთვე ხმის სიმაღლის, ინტენსივობისა და მასთან დაკავშირებული სხვადასხვა სახის კომუნიკაციური ტიპის წინადადებები (კითხვითი, ბრძანებითი და სხვ.) ცნობა. ეს უკანასკნელი თვისებები მკვეთრად არის დაკავშირებული აზრობრივი ინფორმაციის აღქმასთან, ვინაიდან ერთმა და იმავე წინადადებაში შეიძლება გამოხატოს სულ საწინააღმდეგო აზრი, თუკი ის სხვა ინტონაციით იქნება წარმოთქმული. ამასვე ადვსტურებს ის, რომ მარჯვენა ნახევარსფეროს გადაღლისაჲ ცუდად აღიქმება მუსიკალური მელოდოები.

ამრიგად, მარჯვენა ნახევარსფერო თუმცა არ იმეორებს მარცხენა ნახევარსფეროს ფუნქციებს, მაგრამ გარკვეული სახით თანამშრომლობს და ეხმარება მას და ამავე დროს ახორციელებს ხმათა ინდივიდუალური თავისებურებებისა და ინტონაციების ანალიზს. მეტყველებისა

და ადამიანის ხმის ანალიზის გარდა მარჯვენა ჰემისფერო აქტიურ მონაწილეობას იღებს ზოგადად აკუსტიკური სიგნალების კვალთშეცდომა-სა და კლასიფიკაციაში, ცხოველების ხმების, წყლის ჩუხჩუხის, თვით-მფრინავის ხმაურის, საათის წიკწიკისა და სხვათა აღქმისა და დაჯგუფებაში. ვარაუდობენ, რომ მარჯვენა ნახევარსფერო აქტიურია ზოგა-დად სახეთა (იქნება ეს აკუსტიკური, ვიზუალური თუ სხვა) დაჯგუფე-ბასა და ამოცნობაში.

აქ უფრო დაწვრილებით ვეღარ შევჩერდებით ტვინის ჰემისფე-როების სხვა მრავალ ფუნქციაზე, რომელიც მათ აკისრიათ, ვინაიდან ჩვენი ინტერესები მხოლოდ მეტყველებისა და ხმათა აღქმით არის შემოფარგლული.

§ 2.5. მენტალური ელემენტები

იმისათვის, რომ მეტყველება ემსახურებოდეს ინფორმაციის გა-დაცემის მიზანს, საჭიროა, იგი შედგებოდეს სასრულო რაოდენობის ერთმანეთისაგან განსხვავებული და ერთმანეთის გამომრიცხავი ბგერებისაგან. ეს კი ნიშნავს, რომ ენა უნდა ემყარებოდეს ისეთ ძირი-თად ლინგვისტიკურ ერთეულებს, რომელთა გადაადგილება ან შეცე-ლა სხვა ერთეულებით გამოიწვევს სიტყვებისა და მათგან შემდგარი ფრაზების მნიშვნელობის შეცვლას.

რანი არიან ეს ერთეულები და როგორ წარმოიქმნებიან ისინი?

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, მეტყველების პროცესის განსახორციე-ლებლად აუცილებელია ატმოსფერო, ე. ი. გარემო, რომელშიც შე-იძლება გავრცელდეს აკუსტიკური რხევა.

ადამიანის ტვინში ჩამოყალიბებული პროგრამები ზემოქმედებას ახდენენ სამეტყველო ორგანოებზე და იწვევენ მათ შესატყვის ამო-ქმედებას. ამის შედეგად წარმოებს პირის ღრუში მოთავსებულ არტი-კულატორთა მოწესრიგებული ამოძრავება, რაც, თავის მხრივ, წარმო-ქმნის უწყვეტ აკუსტიკურ სიგნალს. ეს სიგნალი შედგება ცალკეული ბგერებისაგან, რომლებიც ერთმანეთთან უწყვეტად არიან დაკავშირე-ბული. იმ მონაკვეთებს, სადაც ბგერები ერთმანეთს უკავშირდება, გარ-დამავალი უბნები ეწოდება. ხშირად, განსაკუთრებით სწრაფი მე-ტყველების პირობებში ბგერები ძირითადად ასეთი უბნებისაგან შე-დგება და არ შეიცავს სამეტყველო აპარატის რაიმე ფიქსირებულ სტაციონალური მდგომარეობის გამომხატველ სურათს. ბგერები, რო-მელნიც წარმოქმნიან მარცვლებს, სიტყვებსა და ფრაზებს, თავის მხრივ წარმოადგენს მეტყველების უმარტივეს ელემენტებს — ფონემებს,

რომლებიც იზოლირებულად მხოლოდ ზოგიერთი შორისდებულის სა-
ხით არიან მოცემული. ორი ან სამი (იშვიათად ოთხი) ფონემის ერთობ-
ლიობა ქმნის მარცვლებს — სიტყვების შემადგენელ ნაწილს. ზოგჯერ
კი თვით ცალკეული მარცვლები გამოდის სიტყვების როლში. უწყვე-
ტი მეტყველების დროს სამეტყველო სიგნალში ძალიან ძნელია მოინა-
ხოს ფიზიკური საზღვარი მარცვლებსა და განსაკუთრებით ფონემებს
შორის. ხშირად გარკვეულ პირობებში ასეთი მიზნის მიღწევა ძნელდე-
ბა სიტყვებს შორისაც კი, თუმცა ადამიანი აღვილად ახორციელებს რო-
გორც სიტყვების, ისე მარცვლებისა და ფონემების გამოყოფასა და ამ-
რიგად უწყვეტი აკუსტიკური სიგნალის სეგმენტირებას მის ცალკეულ
ელემენტებად.

დადგენილია, რომ ცალკეული ბგერები მეტყველების პროცესში
გავლენას ახდენს ერთმანეთზე, რის შედეგადაც ისინი იცვლიან თავის
ფიზიკურ მახასიათებლებს. ამისდა მიხედვით იზოლირებულად წარმო-
თქმული ბგერის სურათი არსებითად განსხვავდება რაიმე სიტყვიდან
ამოკვეთილი იმავე ბგერის სურათისაგან და ეს განსხვავება დამოკიდე-
ბულია იმ გარემოცვაზე, რომელშიც მოქცეული იყო ეს ბგერა სიტყვა-
ში. ამიტომ ყოველ ბგერას ანუ ფონემას შეიძლება ჰქონდეს ბევრი
სხვადასხვა ბგერითი ნიუანსი. ერთი და იმავე ფონემის ასეთ ვარიან-
ტებს ალოფონებს უწოდებენ. მათი რაოდენობა ფონემათა რაოდენობა-
ზე რამდენჯერმე მეტია. რაც შეეხება წერით მეტყველებას, იქ ყველა-
ფერი ბევრად უფრო მარტივადაა, ვინაიდან ყველა ასოს აქვს თავისი
სრულიად განსაზღვრული გამოხატულება და, თუ არ გავითვალისწი-
ნებთ მათი ფორმის სახეცვლილებას გაბმული წერის დროს, ისინი
ყველანი არსებობენ დამოუკიდებლად და ძირითადად ასეც იხმარებიან
ჩვენს ყოველდღიურ ცხოვრებაში ბეჭდვითი სახით ინფორმაციის წარ-
მოდგენისას. სწორედ ამის გამო ნაბეჭდი ტექსტის კითხვისას ჩვენ
შეგვიძლია ვილაპარაკოთ მხოლოდ დაწერილის შინაარსზე, მასში გად-
მოცემულ სემანტიკურ ინფორმაციაზე, მაშინ როცა ზეპირსიტყვიერი
მეტყველების აღქმისას მსმენელი ბევრ სხვა არააზრობრივ, სიგნალში
ქვეცნობიერად, თუ მიზანდასახულად მოქცეულ ინფორმაციაზე იღებს.
ეს „ზედმეტი“ ანუ, როგორც მას უწოდებენ, ჰარბი მონაცემები ძირი-
თადად სიგნალის წარმოთქმის ბუნებასთან არის დაკავშირებული და
ამისდა მიხედვით მოლაპარაკის ხმის ინდივიდუალურ თავისებურებებს,
გამოთქმის სპეციფიკასა და მის გრძნობებს გამოხატავს. ამდენად სა-
მეტყველო სიგნალი მნიშვნელოვნად უფრო ტევადია, ვიდრე ნაბეჭდი
ტექსტი.

სხვადასხვა ენა ფონემების სხვადასხვა რაოდენობას ითვლის. მიუ-
ხედავად ამისა შეიძლება შემჩნეულ იქნეს გარკვეული ზოგადი კანონ-

ზომიერებები მათ წარმოქმნაში. ფონემები ძირითადად იყოფა წარმოშობის ადგილისა და წარმოშობის წესის მიხედვით. ყველა ენაში ისინი ქმნიან ორ ჯგუფს — ხმოვნებს და თანხმოვნებს. ხმოვანი ისეთი ბგერაა, რომლის წარმოთქმისას ფილტვებიდან ამონადენ ჰაერს არ ხვდება დაბრკოლება. თანხმოვანი ისეთი ბგერაა, რომლის წარმოთქმისას ჰაერის ნაკადს უხდება დაბრკოლების გადალახვა. ხმოვნები წარმოიქმნებიან სახმო სიმების აღვზნების შედეგად. ამასთან, ნორმალური არტიკულაციის დროს სამეტყველო ტრაქტი ამ შემთხვევაში ინარჩუნებს შედარებით სტაბილურ კონფიგურაციას დროის გარკვეული ხანგრძლივობის პერიოდში. უკეთეს ბგერების, კერძოდ ხმოვნების, წარმოშობის პროცესში მონაწილეობს ცხვირის ღრუ. ფონემებს ნაზალიზებული ეწოდება.

თანხმოვნების ფორმირებაში სახმო სიმები შეიძლება იღებდნენ მონაწილეობას (მჟღერი თანხმოვნები) და შეიძლება არა (ყრუ თანხმოვნები). თანხმოვანი ბგერების წარმოთქმისას არტიკულაციური ნაპრალი უფრო ვიწროა. თანხმოვნები იყოფა ნაპრალოვან, ხშულ და აფრიკატ თანხმოვნებად. თუ მათ წარმოქმნაში არ მონაწილეობს ხმაურის კომპონენტები, ისინი სონორულ ბგერებად იწოდებიან.

ქართულ ენაში 33 ასოა და ამდენივე ფონემა: ა, ბ, გ, დ, ე, ვ, ზ, თ, ი, კ, ლ, მ, ნ, ო, პ, რ, ს, ტ, უ, ფ, ქ, ღ, ყ, შ, ჩ, ც, ძ, წ, ჳ, ხ, ჯ, პ. ამ ფონემათა მწკრივში 5 ხმოვანია (ა, ე, ი, ო, უ), 13 მჟღერი თანხმოვანი (ბ, გ, დ, ვ, ზ, ლ, მ, ნ, რ, ღ, ძ, ქ) და 15 ყრუ თანხმოვანი (თ, კ, პ, ს, ტ, ფ, ქ, ყ, შ, ჩ, ც, წ, ჳ, ხ, ჯ).

რუსულში ფონემების რაოდენობა 41-მდე აღწევს, თუმცა რუსული ანბანი მხოლოდ 33 ასოს შეიცავს. ეს გამოწვეულია იმით, რომ რუსულში ბევრი თანხმოვანი შეიძლება წარმოითქვას როგორც მაგრად, ისე რბილად. ხმოვნები, რომელთა რიცხვი ქართულისაგან განსხვავებით ექვსია, შეიძლება მოხვდნენ მახვილის ქვეშ, ან გამოითქვან მის გარეშე.

არსებობს ენები, რომელთაც ძალიან ცოტა ბგერა გააჩნიათ. მაგალითად, ჰავაის ენაში სულ 16 ბგერაა, რომელთა თანხმოვნები მხოლოდ ხ, კ, ლ, მ, ნ, პ და ვ ბგერებია. ყოველი თანხმოვნის შემდეგ აუცილებლად გამოითქმება ხმოვანი. ამიტომ, როდესაც ჰავაის მკვიდრნი სარგებლობენ სხვა ენების სიტყვებით ისინი ძალიან ცვლიან მათ. მაგალითად, „ბედნიერი ახალი წელი“ ინგლისურად იქნება „Marry Christmas“ [მერი ქრისტმეს], ჰავაის მცხოვრებნი კი იტყვიან „მელე კალიკიმაკა“.

სხვადასხვა ენაში ბგერათა რაოდენობის შესახებ არსებობს განსხვავებული თეორიები. ზოგნი ამტკიცებენ, რომ მათი რიცხვი გაპი-

რობებულია სამეტყველო აპარატის შესაძლებლობებით. უნდა ვიფიქროთ, რომ ეს მცდარი აზრია. მართლაც, ერთი ერის წარმომადგენლებს შეიძლება ვიწრო ტუჩები ჰქონდეთ, მეორესას კი სქელი (ზანგებს), მაგრამ მათ შეიძლება ერთნაირად წარმოთქვან ესა თუ ის ბგერა. თუმცა არსებობს გამონაკლისიც. სამხრეთ აფრიკის ტომებს — ჰოტენტოტებსა და ბუშმენებს პირი განსხვავებული ფორმისა აქვთ. მათი სასა მაღალია, ენა ვიწრო, ყბა პატარა. ასეთი აპარატი, ეტყობა, უკეთ ეგუება ტყაუნა (მკვეთრი) ბგერების გამოთქმას, რის გამოც მათ მეტყველებაში გვხვდება ისეთი ბგერები, რომლის მსგავსი არ არსებობს რუსულში, ინგლისურსა და ქართულში. ერთი კია, ჰოტენტოტებსა და ბუშმენების მახლობლად დასახლებული არიან ზულუსები, რომელთაც ასეთივე ტყაუნა ბგერები აქვთ, სამეტყველო აპარატი კი — ჩვეულებრივი.

ყოველივე ზემოთქმულიდან ჩანს, რომ ბგერათა შემადგენლობა ამა თუ იმ ენაში გაპირობებულია უფრო ენის მატარებლების სოციალური პირობებით. ვიდრე მათი სამეტყველო აპარატის ანატომიური თავისებურებებით. მართალია, ადამიანის არტიკულატორები ბევრად უფრო მოძრავია მაიმუნის არტიკულატორებზე, რაც გადამწყვეტია ამ ცოცხალ არსებათა მიერ ბგერების გამოთქმის ფიზიკური შესაძლებლობების შეფასებისას, მაგრამ უდავოდ მცდარი იქნება, თუ იგივე პრინციპს გავავრცელებთ ჩვენ სხვადასხვა ეროვნების ადამიანთა და პირისპირების დროს.

ადამიანი არ იბადება იმ უნარით, რომ ილაპარაკოს სწორედ ამ და არა სხვა ენაზე. ისტორიულად თვით ენა ვანიცდის სახეცვლილებას თავისი ბგერითი შემადგენლობის თვალსაზრისით ბევრად უფრო სწრაფად, ვიდრე ეს საჭიროა, რათა მეტყველების ამა თუ იმ ჩვევებმა გადამწყვეტი ბიოლოგიური (არა მხოლოდ ანატომიური) გავლენა მოახდინონ ზოგადად ადამიანის სამეტყველო აპარატის შესაძლებლობებზე.

ბავშვი არ ჩნდება ქვეყანაზე სწორედ თავისი მშობლიური ენის სწავლების რაიმე თანდაყოლილი უნარით. იგი ენას შემდგომ ეუფლება, ამასთან ნებისმიერ ენას თანაბარი წარმატებით. ამის მაგალითები მრავლადაა კაცობრიობის ისტორიაში. ამასვე ამტკიცებენ რეალურად არსებული „მაუჯლის“ მაგალითები. ადამიანის ფართო შესაძლებლობების მქონე მათი სამეტყველო მექანიზმი საოცრად შეზღუდულია (მათ მხოლოდ ღმუილი შეუძლიათ) მხოლოდ იმიტომ, რომ მათ სამეტყველო უნარის გაშლის პირობები არ გააჩნიათ.

იმისათვის, რომ უფრო ახლო გავეცნოთ სამეტყველო სიგნალის ფიზიკურ ბუნებას, საჭიროა ამ სიგნალის მრავალმხრივი შესწავლა, მისი აღწერა გარკვეული ინფორმაციული ნიშნების მიხედვით.

სიგნალის აღწერა შეიძლება სხვადასხვა ხასიათს ატარებდეს, მაგრამ ყველა შემთხვევაში იგი უნდა ემყარებოდეს რთული ფორმის ბგერითი ტალღის წარმოდგენას მარტივი შემადგენლების ჯამის სახით. ეს საჭიროა იმისათვის, რომ გავამარტივოთ ოპერაციები, რომლებიც უნდა ჩატარდეს ძირითად ობიექტზე, და მეორე მხრივ იმისათვის, რომ უკეთესად წარმოვაჩინოთ ჩვენთვის საჭირო ესა თუ ის ინფორმაცია, რომელიც სამეტყველო სიგნალში არადაცხადად არის მოცემული.

როგორც გამოიჩვენა, ბგერითი ტალღის ანალიზის საუკეთესო საშუალებაა მისი წარმოდგენა სიხშირეების განაწილების სახით. ასეთ ანალიზს სპექტრულ ანალიზს უწოდებენ. ანალიზის ასეთი მეთოდის არჩევა გამართლებულია იმით, რომ, როგორც უკვე ითქვა § 2.2-ში, ადამიანის მეტყველება არის არტიკულაციური აპარატის რეზონანსული პარამეტრების, ანუ ამ აპარატის სპექტრული მახასიათებლების ცვლის შედეგი. გარდა ამისა, ბგერის აღქმა ადამიანის ყურის საშუალებით, როგორც ამაზე ვილაპარაკეთ § 2. 3-ში, უწინარეს ყოვლისა შეიცავს სწორედ სპექტრულ ანალიზს.

ყოველივე ეს გვაფიქრებინებს, რომ სიგნალის სიხშირული ანალიზი, ანუ მისი კომპონენტების დროის მიხედვით ცვალებადობის შესწავლა, იძლევა მეტყველების ფიზიკური ბუნების წარმოდგენის ფართო შესაძლებლობას.

ამრიგად, ქვემოთ, როდესაც ჩვენ საქმე გვექნება მეტყველების აღწერასთან ინფორმაციული ნიშნებით და მისი ავტომატური ამოცნობის სისტემების შექმნასთან, ყოველთვის უნდა ვიგულისხმოთ, რომ სიგნალის ანალიზი წარმოებს მისი სპექტრისა და დროის მიხედვით. ამისათვის კი საჭიროა სპეციალური სიხშირული ფილტრების საშუალებით გამოიყოს სიგნალიდან მარტივი შემადგენელი ნაწილები (სინუსოიდები) და მოხდეს მათი ცვალებადობის ფიქსირება იმისდა მიხედვით, თუ რა ბგერები წარმოითქმება¹¹. ანალიზის შედეგები გამოიყენება სხვადასხვანაირად. ისინი შეიძლება შეყვანილ იქნენ მანქანაში ბგერების

¹¹ გამოთვლითი ტექნიკის განვითარებასთან ერთად ამჟამად არსებობს მეთოდები, რომელთა საშუალებით სიგნალების სპექტრული ანალიზი იწარმოებს არა ფიზიკური მოწყობილობების საშუალებით, არამედ სათანადო პროგრამების გამოყენებით გამოშვებულ მანქანაზე.

ფონემური არსის ავტომატური ამოცნობის მიზნით ან გარდაიქმნან მხედველობისათვის ადვილად აღსაქმელ სურათებად.

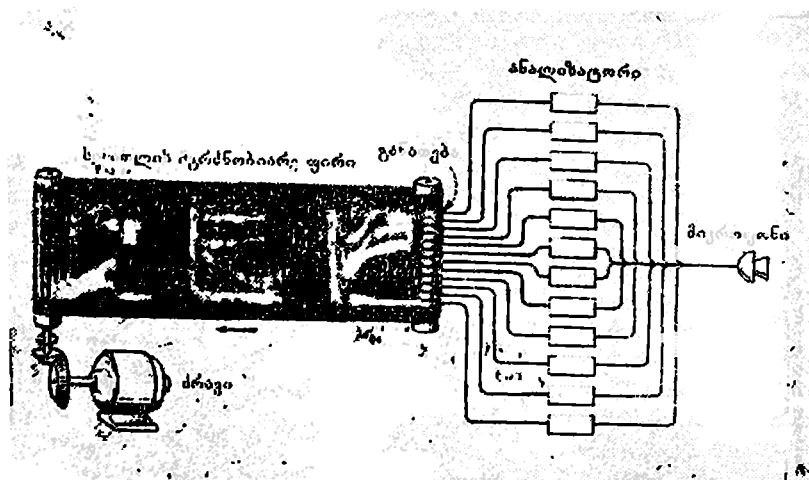
შევჩერდეთ უფრო დაწვრილებით ამ უკანასკნელ ეტაპზე.

ვიზუალური აღქმის დიდმა შესაძლებლობებმა გარე სამყაროს მრავალფეროვან სახეთა და პროცესთა ანალიტიკური შესწავლის თვალსაზრისით განაპირობა ის გარემოება, რომ ადამიანი ძველთაგანვე ცდილობს ყოველ შესასწავლ მოვლენას მისცეს რაიმე თვალნათლივი გამოხატულება სურათის, წარწერის, ნახაზის, გრაფიკისა თუ სხვა სახით. ამ მხრივ გამონაკლისი არ არის ბევრითი მოვლენები, თუმცა მათ აღქმას ემსახურება ადამიანის ჯაკმაოდ რთული და ფართო შესაძლებლობების მქონე სმენითი აპარატი. საქმე ისაა, რომ სმენითი ორგანო მოწოდებულია ბევრითი სახეების ისეთი აღქმისათვის, რომელიც არ გულისხმობს ამ სახეთა ვამიზნულ ანალიზს მათი კომპონენტების მიხედვით. ცხადია, ადამიანის სმენა კარგად ასხვავებს ბევრებს მათი სიმაღლის, ინტენსივობის, ხანგრძლივობის, ტემბრისა და სხვა თავისებურებების მხრივ, მაგრამ ყველა შესატყვისი პროცესი ამ მიმართულებით უფრო ქვეცნობიერად ხდება, ვიდრე ანალიტიკური აზროვნების საფუძველზე. ამიტომ აღქმის ამ პროცესის შედეგად ადამიანს ხშირად არ შეუძლია იმსჯელოს აღქმული ობიექტის სტრუქტურაზე, მის მთელ რიგ ფიზიკურ მახასიათებლებზე, მაგალითად ისეთებზე, როგორიცაა ფორმანტა პოზიციები (იხ. შემდეგი პარაგრაფი) და ტრაექტორიები, სპექტრული განაწილება, მათი დინამიკა ცალკეულ ბგერათა საზღვარზე და სხვ. რაც შეეხება ბგერის ვიზუალურ გამოსახულებას, რომელიც იმავე მეთოდებით სრულდება, როგორითაც ანალიზი, რომელსაც ახორციელებს ყური ბგერის განცდის დროს, იგი ისევე, როგორც ყოველი თვალსაჩინო სურათი, წარმოადგენს სტრუქტურული თვალსაზრისით შესწავლის ძალიან მოხერხებულ ობიექტს.

აი, ამ მოსაზრებათა გამო ადამიანმა გადაწყვიტა „დაინახოს“ ბგერა, კერძოდ კი სამეტყველო სიგნალი. სიგნალის ვიზუალიზაცია შეიძლება წარმოებდეს სხვადასხვა ფიზიკური მახასიათებლების მიხედვით. ჩვეულებრივი ოსცილოგრაფები, ე. ი. ოსცილოგრაფის ეკრანზე მიღებული სურათები საშუალებას იძლევა გამოხატოს ამა თუ იმ სიდიდის ცვლის კანონზომიერება დროის მიხედვით. ჩვენ შემდგომ ხშირად მოგვიხდება ბგერითი სიგნალისადმი თვალის დევნება მისი გავრცელების თვალსაზრისით. ასეთ სურათებზე სიგნალის ამპლიტუდა იცვლება დროში და, თუ სიგნალი პერიოდულია, ე. ი. იმეორებს თავის თავს გარკვეული დროის შუალედის შემდეგ, სურათზე აღიბეჭდება ბგერის პერიოდების სტაბილური გამოსახულება. იმ შემთხვევაში, როცა ხდება ბგერების, მაგალითად ხმოვანების სპექტრის ვიზუალიზაცია,

მაშინ სურათზე აღიბეჭდება ბგერათა ცალკეული კომპონენტების, ობერტონების მწყრივი, სადაც ორდინატზე გადაზომილია ამპლიტუდის, ხოლო აბსცისაზე — სიხშირეთა ოდენობა.

აღნიშნული მეთოდები. თუმცა სიგნალის ფიზიკური ბუნების მნიშვნელოვან მხარეებს აშუქებენ. მაინც ვერ ახდენენ ბგერის გამოხატვას მისი სრული მოცულობით. კერძოდ. მათ არ შესწევთ უნარი წარმოაჩინონ ბგერა მისი სამი ძირითადი განზომილებით, სახელობრ ამპლიტუდის (ინტენსივობის), სიხშირისა და დროის მიხედვით, ე. ი. იმავე სივრცეში, როგორშიც მათი აღქმა ხორციელდება სმენის საშუალებით. სისტემას, რომელიც ამ მიზნებისათვის შეიქმნა ჩვენი საუკუნის 40-იან წლების დასასრულს, ეწოდება „სონოგრაფი“, ე. ი. ხმისჩანწერი¹². მართივით სახით ამ მოწყობილობის სქემა წარმოდგენილია ნახ. 4-ზე. სმა მიკროფონიდან მიეწოდება ანალიზატორს, რომელიც სხედასხვა სიხშირეების გამტარი ფილტრებისაგან შედგება. ფილტრების რაოდენო-



ნახ. 4. სონოგრაფის სქემა

ბა რამდენიმე ათეულს აღწევს და მოიცავს სიხშირეთა მთელ იმ დიაპაზონს, რომლის ფარგლებშიც იცვლება სამეტყველო სიგნალი. ფილტრების გამოსავალზე ამა თუ იმ ბგერის წარმოთქმისას ჩნდება

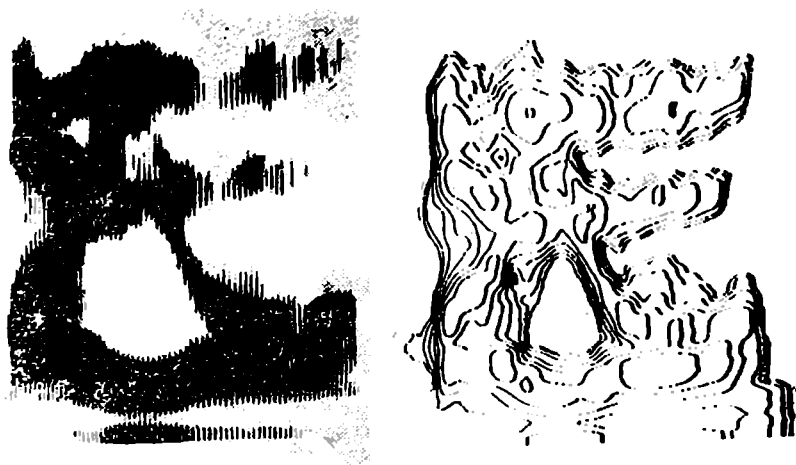
¹² ბგერების სხედასხვა მახასიათებლების ემპირიული სახით წარმოდგენის ცდები მრავალი იყო მანამდეც, მაგრამ აქ ჩვენ მხოლოდ ყველაზე უფრო სრულყოფილ მეთოდზე შევიჩერებით.

სიგნალში შემავალი სხვადასხვა ინტენსივობის მარტივი შემადგენელი ნაწილები. ისინი ზემოქმედებას ახდენენ სპეციალურ გადამწოდებზე, რომლებიც ამ ზემოქმედების პროპორციულად ასხივებენ შესაბამისი სიკაშკაშის სინათლეს. ეს უკანასკნელი თავის მხრივ მოქმედებს ფოტოფირზე, რომელიც ძრავის საშუალებით გადაადგილდება დროში. შედეგად ვიღებთ ვიზუალურ სურათს, რომელსაც სპეციალურ ლიტერატურაში დინამიკურ სპექტროგრაფას უწოდებენ. როგორც სურათიდან ჩანს და როგორც ამა ჩვენ შემდგომში დავინახავთ, სხვადასხვა სიტყვების გამოხატველი სპექტროგრაფების ანალიზის შედეგად მიღებული გამოსახულებები სამ ძირითად განზომილებაში არის მოცემული. ეს განზომილებებია: დრო (აბსცისის ღერძი), სიხშირე (ორდინატის ღერძი) და ინტენსივობა (წიგნის სიბრტყის პერპენდიკულარულად აღმართული ღერძი).

ქვემოთ მოყვანილი იქნება ამა თუ იმ ბგერისა და სიტყვის გამომხატველი სპექტროგრაფები. მათი ანალიზი თავის დროზე იმედს იძლეოდა, რომ შეიძლებოდა შექმნილიყო ისეთი ვიზუალური ეკრანი, რომელიც შესაძლებლობას მისცემდა ყრუ-მუნჯებს „მოესმინათ“ რადიოსათვის მხედველობის საშუალებით. შემდგომ გამოიკვეა, რომ არც დინამიკური სპექტროგრაფა და არც ადამიანის მხედველობა არ არის გამოსადეგი ასეთი სახის აღქმის პროცესის განსახორციელებლად. თუმცა ცალკეულ კერძო შემთხვევებში — მეცნიერული კვლევის ჩასატარებლად ისინი ერთობლიობაში საკმაოდ ეფექტური აღმოჩნდნენ.

არ შეიძლება არ აღინიშნოს აგრეთვე ზემოაღწერილი მეთოდის კიდევ ერთი ნაირსახეობა. რომელიც ეგრეთ წოდებული კონტურული სპექტროგრაფების მიღების შესაძლებლობას იძლევა. დინამიკური სპექტროგრაფებისაგან განსხვავებით, ვიზუალიზაციის ეს სახეობა სიგნალის ინტენსივობას გამოხატავს არა ვანათებისა ან გაშავების საშუალებით, არამედ თანაბარი დონის კონტურების გზით, ისევე როგორც ეს რელიეფური რუკების შედგენის დროს სრულდება. ქვემოთ მოყვანილ სურათზე (ნახ 5), რომელზეც მოცემულია სიტყვა „მაია“-ს როგორც დინამიკური, ისე კონტურული სპექტროგრაფა, ზემოთ ნახსენებ დონეთა რაოდენობა შვიდს არ აღემატება. ეს ნიშნავს, რომ სიგნალის ინტენსივობის მთელი დიაპაზონი გაყოფილია შვიდ ნაწილად. კონტურული სპექტროგრაფები, თუმცა ზუსტად იმავე ინფორმაციას იძლევიან, რასაც დინამიკური სპექტროგრაფები, აღქმის თვალსაზრისით ისინი არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან და ამიტომ სხვადასხვა სახით გამოიყენებიან ტექნიკაში. თუკი დინამიკური სპექტროგრაფა უფრო ბგერების რაობის, ანუ მათი ენერგეტიკული სპექტრის ფორმის ანალიზისათვის გამოდგება, კონკრეტული სპექტროგრაფების დამუშავება

უფრო ინდივიდუალურ თავისებურებებზეა გამიზნული, ვიდრე ბევრათა აზრობრივ დეშიფრაციაზე. კონტურული სპექტროგრამების შესაძლებლობებზე ზემოაღნიშნული ნიუანსის გამო უფრო დაწვრილებით საუბარი გვექნება V თავში.



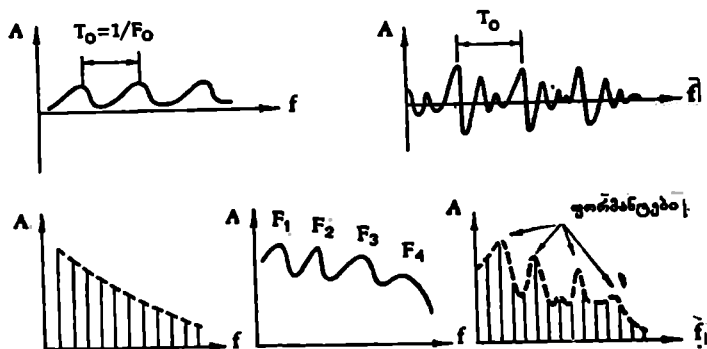
ნახ. 5. სიტყვა „შია“-ს დინამიკური და კონტურული სპექტროგრამები

§ 2.7. მატყველების აკუსტიკური მახასიათებლები

ზემოთ (იხ. § 2.2) ჩვენ უკვე აღვნიშნეთ, რომ სამეტყველო სიგნალი წარმოიშობა სახმო იმპულსების ფილტრაციის შედეგად პირისა და ცხვირის რეზონანსულ ღრუებში გასვლის შემდეგ. სახმო იმპულსები არის სახმო სიმების რხევის პროდუქტი და აქვთ მარტივი სამკუთხა ფორმა. სახმო იმპულსების თანმიმდევრობის სპექტრი, ანუ მასში შემავალი მარტივი სინუსოიდალური შემადგენლების ენერგეტიკული განაწილება, ატარებს შემდეგ ფორმას (იხ. ნახ. 6). სახმო იმპულსების პერიოდულობა დროში (პერიოდი T_0) გამოიხატება სპექტრში პერიოდის შებრუნებული სიდიდით—ძირითადი ტონის სიხშირით $F_0 = 1/T_0$. რაც უფრო დიდია T_0 , მით უფრო დაბალ ტონთან გვაქვს საქმე. წინააღმდეგ შემთხვევაში ტონი მაღალია. სხვადასხვა დიქტორს შესაძინეად განსხვავებული ძირითადი ტონი გააჩნია (იხ. თავი V). როგორც

ნახაზიდან ჩანს, სახმო იმპულსების სპექტრის შემადგენელი კომპონენტების ამპლიტუდები თანაბარი სისწრაფით ეცემა მაღალი სიხშირეების მხარეს.

პირისა და ცხვირის ღრუს გავლის შემდეგ სახმო იმპულსები იღებს უფრო რთულ ფორმას. მათი ოსცილოგრამა და შესაბამისი სპექტრი „ა“ ბგერისათვის ნაჩვენებია ნახ. 7-ზე. ერთი და იმავე სახმო იმპულსებიდან განსხვავებული სიგნალი მიიღება იმისდა მიხედვით, თუ რო-



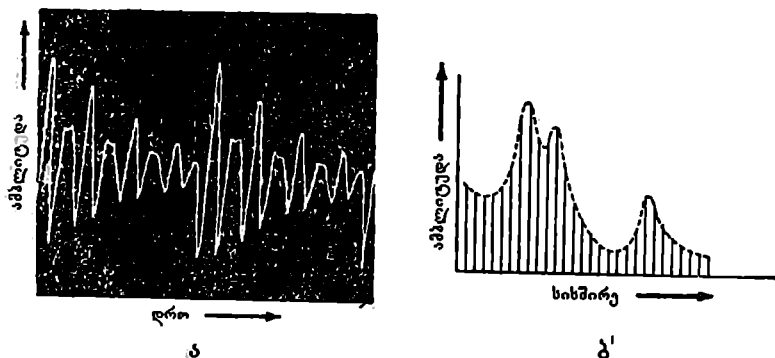
ნახ. 6. მელერი ბგერების წარმოქმნა

ვორ მდგომარეობას იღებს ამა თუ იმ ბგერების წარმოთქმისას, სამეტყველო აპარატის არტიკულატორები. ბგერების სპექტრებს უკვე აღარა აქვთ ისეთი მარტივი ფორმა, როგორც ეს ნაჩვენებია იყო ნახ. 6-ზე. სხვადასხვა ხმოვანი ფონემებისათვის დამახასიათებელი სპექტრული სურათი გამოირჩევა იმ კანონზომიერებით, რომ მათ აქვთ სხვადასხვა სიხშირის მქონე მკვეთრად გამოხატული მაქსიმუმები. ჩვეულებრივად მათი რიცხვი ოთხს უდრის, მაგრამ ხანდახან ეს რიცხვი 2-მდეც კი ეცემა, ზოგჯერ კიდევ 4-ზე მეტიც არის. ასეთი შემთხვევები იშვიათია და ისინი კანონს კი არ გამოირიცხავენ, არამედ მიუთითებენ შემთხვევითობის შესაძლებლობაზე.

სპექტრული მაქსიმუმის ასეთ არეებს უწოდებენ ფორმანტებს. როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ხმოვანი ბგერები ხასიათდება ოთხი ძირითადი მაქსიმუმით ანუ ფორმანტთა სიხშირით, რომლებიც აღინიშნება როგორც F_1 , F_2 , F_3 და F_4 (ნახ. 6). მაგრამ სიხშირის გარდა ფორმანტების არეები (F_1 , F_2 , F_3 და F_4) განისაზღვრება აგრეთვე სხვადასხვა სიგანით (B_1 , B_2 , B_3 და B_4) და ამპლიტუდებით (A_1 , A_2 , A_3 და A_4).

სხვადასხვა ბგერა, კერძოდ ხმოვნები, როგორც უკვე ითქვა, გან-

სხვაგვარად ერთმანეთისაგან ძირითადად ფორმანტთა სიხშირეებით, უფრო ზუსტად კი პირველი ორი ფორმანტის პოზიციით სიხშირის ღერძზე (F_1 და F_2). უფრო მაღალი სიხშირეები, კერძოდ F_3 და F_4 , ახასიათებს უფრო მეტად ხმის ინდივიდუალობას, ვიდრე მის ფონემურ სურათს. ამიტომაცაა, რომ F_3 და F_4 ნაკლებად იცვლება სხვადასხვა ფო-



ნახ. 7. ხმოვანის ოსცილოგრამა და სპექტრი

ნემის წარმოქმნისას და განიცდის სახეცვლილებას ერთი დიქტორიდან მეორე დიქტორამდე.

ყოველივე ეს კარგად ჩანს ხმოვან ბგერებზე, რომელთა ფორმანტების სიხშირეები, ე. ი. ფორმანტების მაქსიმუმების პოზიციები სიხშირეების სკალაზე, მოცემულია ცხრილში (ცხრ. 2).

ცხრილი 2

ხმოვანი	ფორმანტების სიხშირე (ჰც)			
	F_1	F_2	F_3	F_4
ა	630	1070	2400	3500
ბ	500	860	2320	3500
გ	240	610	2370	3500
დ	230	2220	2970	3500
ე	420	1960	2750	3500

ცხრილში მოყვანილი მონაცემები გასაშუალოებულია სხვადასხვა დიქტორისათვის. მათი ცვალებადობის დიაპაზონი მნიშვნელოვანია და

რამდენიმე ასეულ ჰერცს უდრის. არსებითად განსხვავდება ფორმანტები მამაკაცისა და ქალის ხმებისათვისაც. როგორც წესი, ქალის ხმაში ფორმანტების სისწირეები უფრო მაღალია, ვიდრე მამაკაცის ხმაში.

§ 28. მატყველების ინფორმაციული აღწერა

შევაფასოთ ახლა თუ რა რაოდენობის ინფორმაცია გადააქვს სამეტყველო სიგნალს და რა რაოდენობის ინფორმაციის გატარება შეუძლია ადამიანს. ჩვენ ზევით უკვე აღვნიშნეთ, რომ სამეტყველო პროცესის დროს მსმენელს საშუალება ეძლევა სამეტყველო სიგნალის მიხედვით იმსჯელოს არა მხოლოდ მიწოდებული ცნობის შინაარსზე, არამედ თვით პიროვნების თვისებებზეც, მის დამოკიდებულებაზე სალაპარაკო საგნის მიმართ, მის ემოციურ მდგომარეობაზე, მის ასაკზე, სქესსა და სხვ.

მაგრამ როდესაც ვახდენთ მეტყველების ფონემურ ჩაწერას, ჩვენ გვჩნდება მხოლოდ ის ინფორმაცია, რომელიც შინაარსს ანუ გადაცემულ ტექსტს გამოხატავს.

განვიხილოთ მეტყველების ფონემური ტრანსკრიპცია, ე. ი. სხვადასხვა ბგერების წერილობითი ეკვივალენტები.

როგორც უკვე ითქვა § 2. 5-ში, რუსული ფონეტიკური ლექსიკონი არსებითად განსხვავდება რუსული ასოების ანბანისაგან, ქართულის შემთხვევაში კი საქმე გვაქვს ზუსტ თანხვედრასთან.

რაც შეეხება ინგლისურ ენას იქ ასოებისა და ბგერების შეუსაბამობა კიდევ უფრო მნიშვნელოვანია, ვიდრე რუსულ ენაში. ეს ყველაფერი აძნელებს წერიითი ენის დაუფლებას¹³.

¹³ სხვათა შორის ინგლისური ორთოგრაფიის სირთულესთან ბევრი კუროზული ამბავია დაკავშირებული. ინგლისური სიტყვების დაწერლობა და გამოთქმა იმდენად დისცილინენ ერთმანეთს, რომ ხალხში ასეთი ხუმრობაა გავრცელებული: ინგლისურში „მანჩესტერი“ იწერება და „ლივერპული“ იკითხებაო.

ცნობილია აგრეთვე გამოჩენილი ინგლისელი მწერლის ბერნარდ შოუს მავალითი. იგი ამტკიცებდა, რომ თუმცა თეზი ინგლისურად არის Fish [ფიშ], მაგრამ იგი შეიძლება Gholi-ის სახითაც იწერებოდესო, მართლაც ფ-იშ შეიძლება ასე იყოს ჩაწერილი $\phi = gh$, როგორც გამოითქმის სიტყვაში enough [ინაფ] — „საკმარისია“, ი=oi, როგორც გამოითქმის სიტყვაში women [უიმინ] — „ქალი“, შ=ti, როგორც გამოითქმის სიტყვაში nation [ნეიშინ] — „ნაცია“. ბერნარდ შოუს მიაჩნდა, რომ ამ თვალსაზრისით საჭიროა ინგლისური ორთოგრაფიის გამარტივება. მან ანდერძად დიდი თანხაც კი დატოვა ასეთი ანბანის შესაქმნელად, რომელშიც ყოველი ასო ცალკეულ ფონემას გამოხატავდა. ასეთი ანბანი შეიქმნა კიდეც 1962 წელს და მისი საშუალებით ჩაიწერა, და გამოქვეყნდა ბერნარდ შოუს პიესა „ანდროკლი და ლომი“. სამწუხაროდ, ანბანმა ვერ მოიკიდა ფეხი. ადელი წარმოსადგენია, თუ რა სირთულებები ედობება წინ ახალი ანბანის შექმნა-

მაგრამ ამჟამად ჩვენ გვინტერესებს სულ სხვა საკითხი. კერძოდ, ჩვენ გვინდა შევავსოთ, თუ რა რაოდენობის ინფორმაცია გადააქვს ზეპირ მეტყველებას, თუკი იგი ჩაწერილი იქნება ფონემების სახით და როგორ უპირისპირდება იგი ასოებით ნაწერ ტექსტს. ცხადია, ქართული ენისათვის იგი ერთი და იმავე ციფრით გამოისახება, ხოლო რუსულისა და ინგლისურის შემთხვევაში — არა. ინფორმაციის გამოთვლა დაფუძნებულია ფონემათა და ასოთა ხმარების სიხშირეზე და ხორციელდება სპეციალური ფორმულებით. ასე დადგინდა, რომ სხვადასხვა ენაში ინფორმაციის რაოდენობა, რომელიც საშუალოდ ერთ ფონემაზე მოდის, მერყეობს და უდრის ინგლისურისათვის 5,4 ბიტს, რუსულისათვის 5,3 ბიტს, ხოლო ქართულისათვის 5,0 ბიტს. ეს მონაცემები მიღებულია იმ შემთხვევისათვის, როდესაც ფონემათა ხმარება მეტყველებაში თანაბარალობითია. თუ გავითვალისწინებთ მათი ხმარების სიხშირეს, ეს მონაცემები შეიცვლება ინგლისურისათვის 4,9 ბიტამდე, რუსულისათვის 4,8-მდე, ხოლო ქართულისათვის 4,3 ბიტამდე.

ფონემათა შორის კავშირის, მათ ურთიერთდამოკიდებულებისა და ურთიერთშეთავსებადობის გათვალისწინება კიდევ უფრო ამცირებს ინფორმაციის რაოდენობას (შესაბამისად, 1,3; 1,0; 1,5), რაც მიუთითებს მეტყველების პროცესში ინფორმაციის ქარბი საშუალებებით გადაცემაზე¹⁴.

შევავსოთ ახლა ინფორმაციის გადაცემის სისწრაფე, რომელსაც მეტყველების პროცესში აქვს ადგილი. დავუშვათ, რომ ყოველ ფონემას (ნებისმიერ ენაში) თან სდევს დაახლოებით 5 ბიტი ინფორმაციის გადატანა. ზეპირსიტყვიერ მეტყველებაში (საშუალო ტემპის შემთხვევაში) ერთ წამში წარმოითქმება 10-მდე ფონემა. ამიტომ წარმოთქმული ინფორმაციის წერილობითი ეკვივალენტი შეადგენს დაახლოებით

სა და ძველის ნგრევას, მითუმეტეს როდესაც ეს ისეთ კონსერვატორ ხალხს უნდა განხორციელებინა, როგორებიც ინგლისელები არიან.

¹⁴ ასოებით ნაწერი ტექსტის შემთხვევაში სხვა სურათთან გვაქვს საქმე. თუ არ გავითვალისწინებთ ასოთა შეხვედრის სიხშირეებს, მაშინ საშუალო ინფორმაცია, რომელიც მოაქვს ყოველ ასოს ინგლისურისათვის გამოიხატება 4,7 ბიტით, რუსულისათვის 5,0 ბიტით (ვუშვებთ, რომ ზრუ:ულში 32 ასოა), ქართულისათვისაც 5,0 ბიტით. თუ ასოების ტექსტში ხმარების ალბათობებს მივიღებთ მხედველობაში, ეს მონაცემები შესაბამისად მცირდება რიცხვებამდე: 4,1 ბიტი, 4,3 ბიტი და 4,3 ბიტი.

ასოებს შორის კავშირების გათვალისწინება ადასტურებს, რომ ტექსტში მოცემული სიჭარბე საკმარისად დიდია და ინფორმაციის კეშმარტი რაოდენობა, რომელიც საშუალოდ ყოველ ასოზე მოდის (ისევე როგორც ფონემების შემთხვევაში), ბევრად უფრო დიდია მოყვანილ რიცხვებზე და სამივე ენისათვის დაახლოებით 1,3 ბიტს უდრის.

50 ბიტს წამში. ზემომოყვანილი მონაცემების შესაბამისად ეს ციფრი შეიძლება დაზუსტდეს სხვადასხვა ენების შემთხვევისათვის.

შევადაროთ ახლა ეს ციფრი იმ ინფორმაციის ნაკადს, რომელიც გადააქვს საკუთრივ სამეტყველო სიგნალს, მაგალითად ჩვეულებრივი სატელეფონო არხის მეშვეობით. როგორც გამოთვლა უჩვენებს, გატარების სიხშირის ზოლის სიგანისა (3000 ჰც) და სიგნალის ამპლიტუდის დისკრეტულ ფორმაში წარმოდგენის გათვალისწინებისას (დამახინჯებების 2 % დონის დაშვების საფუძველზე) ინფორმაციის სიჩქარე ტოლი იქნება 36 000 ბიტის წამში. ეს კი დაახლოებით 700-ჯერ მეტია, ვიდრე ზეპირი მეტყველების წერილობითი ეკვივალენტი¹⁵. რას ნიშნავს ეს? ნუთუ მეტყველების აკუსტიკურ სიგნალში 700-ჯერ მეტი ინფორმაციაა, ვიდრე მის დისკრეტულ ჩანაწერში? თუ ეს მეტყველებს იმაზე, რომ დროში ცვლადი მეტყველების აკუსტიკური ტალღის ფორმა არ წარმოადგენს ეფექტურ კოდს მეტყველების ინფორმაციის გადასაცემად? ანდა ნიშნავს თუ არა ეს, რომ აღამიანს ძალუძს გადაამუშაოს ასეთი ოდენობის ინფორმაცია: 36 000 ბიტი წამში?

ერთი ცხადია, რომ აკუსტიკურ სიგნალში ინფორმაცია აშკარად მეტია იმაზე, რომელიც მის ტრანსკრიპციაშია მოცემული. ამაზე ჩვენ უკვე გვქონდა ლაპარაკი წინა პარაგრაფში, მაგრამ ზუსტად არ ვიცით რამდენჯერ მეტია. როგორც მეტყველების სინთეზის ამოცანა გვკარნახობს, ხელოვნურად მიღებული საკმაოდ ბუნებრივი ჟღერადობის სიგნალი შეიძლება მივიღოთ ინფორმაციის გადაცემის 1000 ბიტი წამში სიჩქარითაც, რაც 36-ჯერ ნაკლებია სატელეფონო არხში გადაცემული ინფორმაციის ნაკადზე.

ახლა შევაფასოთ აღამიანის მიერ ინფორმაციის აღქმის სიჩქარე. აღამიანის, როგორც ინფორმაციის გატარების არხის შესაძლებლობების რაოდენობრივი გამოთვლა საშუალებას მოგვცემს წარმოდგენა ვიქონიოთ მეტყველების პროცესში გადაცემულ ცნობათა ოდენობაზეც. როგორც ფსიქოაკუსტიკურმა ცდებმა უჩვენეს, ტექსტის კითხვისას ან მეტყველების სმენითი აღქმის პროცესში ინფორმაციის ათვისების სისწრაფე მთლიანად შეზღუდულია გონებრივი შესაძლებლობებით და არა პერიფერიით, ანუ სიგნალების მიმღები ორგანოებით (სმენითი

¹⁵ თუ ტელეფონის არხის მაგვრად ავიღებთ ჩვეულებრივ გარემოს (ჰაერს), მაშინ ეს რიცხვი კიდევ უფრო გაიზარდება ვინაიდან ამ შემთხვევაში სიხშირის ზოლი 20 000-მდე ჰერცს აღწევს და დამხინჯებებიც შეიძლება ნაკლებად მივიჩნიოთ. ინფორმაციის სიჩქარე ასეთ ვითარებაში ფასდება როგორც 400 000 ბიტი წამში. მაგრამ ჩვეულებრივად სკერდებიან სატელეფონო არხის შემთხვევას, ვინაიდან ითვლება, რომ ასეთ არხში თითქმის უდანაქარგოდ არის მოცემული ყველაფერი ის, რაც სამეტყველო სიგნალს გააჩნია (ინფორმაციულობის თვალსაზრისით) ჰაერის ჩვეულებრივ გარემოში.

ორგანოებით). არც ერთ ექსპერიმენტს (ასეთები კი ძალიან ბევრი იყო ჩატარებული) არ უჩვენებია, რომ ადამიანის მიერ ინფორმაციის ათვისება და გარდაქმნის სისწრაფე აღემატებოდა 50 ბიტს წამში.

ცხადია, ამ უნარის გამოყენება ადამიანს სხვადასხვანაირად შეუძლია. იმ შემთხვევაში, როცა დიქტორი სწრაფად წარმოთქვამს ფონემათა უაზრო ერთობლიობას, რომლებშიც ფონემები თანაბარი ალბათობით გვხვდება და საშუალოდ 5 ბიტი ინფორმაცია გადააქვს თითოეულს, მაშინ მსმენელი მთელ თავის შესაძლებლობებს მოანდომებს ამ ფონემათა თანმიმდევრობაში ამოცნობას და ვერავითარ სხვა ცნობაზე (ინტონაციაზე, მახვილზე, ინტენსივობაზე და სხვ.) იგი ყურადღებას ვეღარ გაამახვილებს. თუკი მსმენელი ისმენს ყოველდღიურ საუბარს, რომელშიც ქვეცნობიერად ჩადებულია ენის კანონები სტატისტიკური კავშირების სახით, ე. ი. დიდი სიჭარბით, მაშინ, როგორც უკვე ითქვა, ყოველ ფონემას საშუალოდ სდევს დაახლოებით 3,5 ბიტი ინფორმაცია და მსმენელს ძალუძს ფონემების რაობისა და ტექსტის შინაარსის ამოცნობის გარდა პარალელურად ყურადღება დაუთმოს მეტყველების პროსოდიულ მახასიათებლებსაც, ხმის ინდივიდუალურ თავისებურებებსაც და კიდევ სხვას, იმისდა მიხედვით, თუ ინფორმაციის ყველა ეს სახეობა რამდენად ნაკლებია ადამიანის აღქმის შესაძლებლობაზე (50 ბიტი წამში).

ხანგრძლივი საუბრის დროს ენის კანონზომიერებები და ძირითადად სინტაქსური და სემანტიკური ხასიათის ცოდნის მონაწილეობა დიალოგში მონაწილე პირებს საშუალებას აძლევს მათი მეცხიერების გამოყენებით ადვილად გადაერთონ საუბრის თემიდან მეტყველების სხვა სახის თვისებების მყისიერ შესწავლაზე, ხოლო შემდეგ კვლავ დაუბრუნდნენ საუბრის თემის აზრობრივ დეშიფრაციას და ა. შ. მართლაც, ჩვენ საუბრის შემთხვევაში დროდადრო გადავერთვებით ხოლმე მოლაპარაკის ხმის ინდივიდუალური თავისებურებების ანალიზზე, აღმოვაჩენთ მასში რაღაც საინტერესო ნიშნებს, შემდეგ დავუბრუნდებით საუბარს, კვლავ მივაქცევთ ყურადღებას მყისიერად პიროვნების ემოციურ მდგომარეობას და სხვ. იქ, სადაც ინფორმაციის ნაკადი არც თუ ისე დიდია, მაგალითად შედარებით ნელი საუბრის დროს (10 ფონემაზე ბევრად ნაკლები წამში), ჩვენ შეგვიძლია ბევრი რამ ერთდროულადაც აღვიქვათ. ეს ძირითადად ეხება მეტყველების პროსოდიულ მახასიათებლებს (ხმის სიმაღლეს, მის მელოდის, ტემპსა და რიტმს, ინტენსივობას და პაუზებს), რომლებიც დაკავშირებული არიან აზრობრივი ინფორმაციის გადმოცემასთან, თუმცა არ ვააჩნიათ წერილობითი ეკვივალენტები.

ამრიგად, ყოველივე ზემოთქმულის საფუძველზე შეიძლება და-
ვასკვნათ, რომ მოლაპარაკის მიერ ინფორმაციის გამომუშავების სი-
სწრაფის შესაძლებლობას, სამეტყველო სიგნალის თანამედროვე მე-
თოდებით გადაცემასა (იგულისხმება ჩვეულებრივი სატელეფონო არ-
ხი) და მსმენელის მიერ ინფორმაციის აღქმის სისწრაფეს შორის არსე-
ბობს სრული შეუსაბამობა. მართლაც, როგორც ინფორმაციის წყარო,
ისე მიმღები ხასიათდებიან საკმაოდ დაბალი უნარით, მაშინ როცა არ-
ხი მათ შორის ზედმეტად ტევადია.

ინფორმაციის წყაროსა და მიმღების წარმადობისა და არხის გა-
მტარუნარიანობის ეს აშკარა შეუსაბამობა გადაიქცა სწორედ მძლავრ
სტიმულად მეტყველების კომპრესირებული კოდირებისა და მეტყვე-
ლების ვადასაცემად განკუთვნილი არხის გატარების ზოლის მნიშვნე-
ლოვნად შემცირების განსახორციელებლად.

ამ პრობლემას ჩვენ დავუბრუნდებით § 6,2-ში, სადაც შევეცებით
ახალი ტიპის ტელეფონის — ვოკოდერული ტელეფონის დამუშავე-
ბისა და დანერგვის საკითხებს.

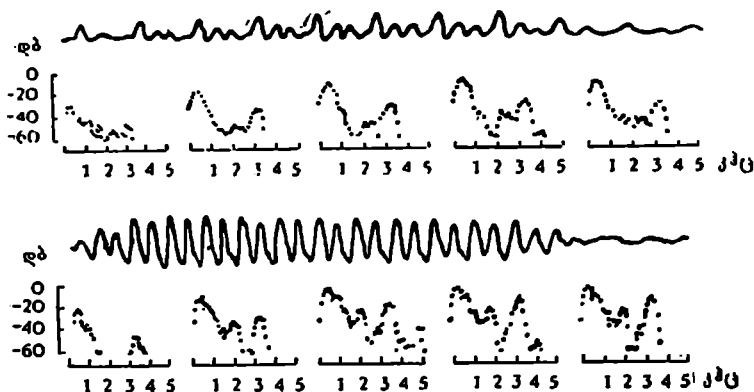
§ 2.9. ბგერითი სიგნალის ვარიაციულობა და აღქმის კონსტანტობა

მეტყველების წარმოქმნის მექანიზმისა და სამეტყველო სიგნალის
ბუნების განხილვისას ჩვენ აღვნიშნეთ, რომ როგორც სიგნალის წარ-
მოშობის წყაროს ანატომიური თავისებურებები, ისე თვით წარმო-
შობის პროცესი ძალიან ინდივიდუალურია. ამის გამო სამეტყველო სიგ-
ნალი მაშინაც კი, როდესაც ის ერთსა და იმავე ბგერას გამოხატავს, ძა-
ლიან ცვალებადია და იღებს ძალიან განსხვავებულ ფორმას იმისდა მი-
ხედვით, თუ ვინ და რა ემოციურ ვითარებაში წარმოთქვა იგი,
რა კონტექსტში ე. ი. ფონემათა რა გარემოცვაში მოხვდა ის, მოექცა
თუ არა მახვილის ქვეშ და სხვა.

ამის საილუსტრაციოდ შეიძლება მოვიყვანოთ ორი დიქტორის
მიერ წარმოთქმული „ო“ ბგერის ოსცილოგრამები და მათი შესატყვი-
სი სპექტრები დროის სხვადასხვა მომენტში (ნახ. 8). როგორც ჩანს, მა-
თი ფორმა ერთი ბგერის საზღვრებში ძალიან განსხვავებულია და ხში-
რად უფრო მეტად, ვიდრე აშას ადგილი აქვს ორი სხვადასხვა ბგერის
ოსცილოგრამაზე.

ასეთი ვარიაციულობის მიზეზი, როგორც უკვე ვთქვით, უპირვე-
ლეს ყოვლისა უნდა ვეძიოთ ადამიანის სამეტყველო აპარატის რთულ
ანატომიურ და ფიზიოლოგიურ ბუნებაში. მეტყველების წარმოქმნის
მთელი პროცესი, დაწყებული ფილტვებიდან ჰაერის ამოსუნთქვისა და

დამთავრებული მისი პირიდან გამოსხივების მომენტი, ძალიან ინდივიდუალურ ხასიათს ატარებს და ამიტომაც ცვალებადია. ეს ცვალებადობა განპირობებულია როგორც სამეტყველო ტრაქტის გეომეტრიული ზომების (მისი სიგრძისა და განივკვეთის) სახესხვაობით, ისე ცალკეული არტიკულატორების: ქვედა ყბის, ენის, სასის, ტუჩებისა და კბილების ზომის, ფორმისა და მათი მოძრაობის თავისებურებებით. ამ თავისებურებებს, თავის მხრივ, ზოგიერთ შემთხვევაში გარკვეული ტიპურობა ახასიათებს, მაგალითად, ასაკთან და სქესთან დაკავშირებით. სწორედ ასეთ თავისებურებებითაა განსაზღვრული ის გარემოებაც, რომ ჩვენ ადვილად ვარჩევთ ბავშვის ხმას მოხუცის ხმისაგან, ქალის ხმას კაცისაგან, ვამჩნევთ მეტყველების ამა თუ იმ დეფექტებს და, ბოლოს, ვცნობთ ცალკეულ პიროვნებებს (თავი V).



ნახ. 8. ორი დიქტორის მიერ წარმოთქმული ხმოვანი „ო“-ს ოსცილოგრამები და სპექტრები დროის სხვადასხვა მომენტში

მაგრამ გარდა სამეტყველო აპარატის ფიზიკური თავისებურებებისა ბგერითი სიგნალის ბუნებაზე დიდ გავლენას ახდენს სხვა ფაქტორებიც. პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს, რომ ადამიანი ყოველთვის ყალიბდება გარკვეული საზოგადოების პირობებში და, ამრიგად, განიცდის შესაბამისი სოციალური გარემოცვის გავლენას, ე. ი. იმ ენობრივი ჯგუფის ზემოქმედებას, რომლის წევრს ის წარმოადგენს, იქნება ეს გამოთქმის დიალექტური თავისებურება, გარკვეული განათლების ზეგავლენის შედეგი თუ სხვ. გარდა ამისა მეტყველება ყოველთვის გამოირჩევა თვითონ მეტყველის ისეთ ფსიქოლოგიურ თავისებურებათა

მიხედვით, რომელთაც ფიზიოგნომიკური ნიშნები ეწოდება. სწორედ ამიტომ ადამიანის მეტყველების მიხედვით შეიძლება დადგინდეს ადამიანის შედარებით მდგრადი პიროვნული თავისებურებები — მისი ხასიათი, ტემპერამენტი და ინტელექტიც კი.

ადამიანის კონტაქტი გარე სამყაროსთან, მისი ცხოვრების სტრატეგიის ფორმირება და ინდივიდუალური ფსიქიკის ჩამოყალიბება მეტად რთულ სოციალურ ვითარებაში ხორციელდება. ამისდა მიხედვით ადამიანის მეტყველებაში გადმოცემული აზრობრივი ინფორმაციის პარალელურად აირეკლება ამ პიროვნების შინაგანი ფსიქიკური ვითარება, რომელიც გამოხატულებას პოულობს მის ემოციურ მდგომარეობაში, მის განწყობილებაში როგორც სალაპარაკო საგნის, ისე თანამოსაუბრის მიმართ. შეიძლება არც გესმოდეს ადამიანის ესა თუ ის ენა, მაგრამ მხოლოდ ხმის მიხედვით მიხვდე ჯავრობს ის, შეშინებულია თუ უყვავებს ვინმეს.

ამრიგად, ადამიანის მეტყველების აქტი წარმოადგენს რთული სტრუქტურის მქონე სამეტყველო აპარატის (როგორც პერიფერიული, ისე ცენტრალური) ფუნქციონირების შედეგს, საიდანაც გამომდინარეობს ინფორმაციათა ის მრავალფეროვნება, რომლის გადაცემაც შეუძლია ადამიანის ხმას.

ყოველივე ეს, თავის მხრივ, არ შეიძლება არსებითად არ ცვლიდეს ბგერათა ფიზიკურ სურათს მეტყველების პროცესში. მაგრამ მაშინ რაში მდგომარეობს ცალკეულ ბგერათა, მარცვალთა ან სიტყვათა ის ინვარიანტული ნიშნები, რომელთაც ასე ძალდაუტანებლად და ბუნებრივად აღიქვამს ადამიანი? როგორ ახერხებს სმენა ამ რთული და ერთიმეორეში გადახლართული და ერთიმეორესთან დაკავშირებულ ინფორმაციათა ნაკადის დაყოფას ცალკეულ კომპონენტებად და გარკვეული კომპონენტების სემანტიკურ მიმართებათა სისტემაში მოყვანას? მეტყველების აღქმის მექანიზმის რთული ბუნება ჯერ კიდევ არ არის სრულყოფილად შესწავლილი, რაც მნიშვნელოვან დაღს ასვამს სმენითი სახეების ავტომატური ამოცნობის სისტემათა დამუშავების პროცესს: დღესდღეობით ჩვენ შეგვიძლია მხოლოდ ვივარაუდოთ, რომ მეტყველების ამოცნობის დროს ადამიანი გამოიმუშავებს არა სიგნალის ინვარიანტული მახასიათებლებს სხვა სახის მახასიათებლების ფილტრაციისა და მათი უგულებელყოფის გზით, არამედ აწარმოებს სიგნალის კომპლექსურ ანალიზს მასში მოცემულ ყველა სახის ინფორმაციათა გათვალისწინებით და მხედველობაში მიღებით. მაგალითად, არ შეიძლება წარმოდგენილ იქნეს ბგერა ზოგადად მისი წარმომქნელი კონკრეტული წყაროს გარეშე, რომელიც ხასიათდება მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი ინდივიდუალური ნიშნებით. მაგრამ როგორ უნდა

იყოს გამოყოფილი ურთიერთგარდობათა ეს სისტემა სხვა სახის სისტემათა შორის, რომელიც მონაწილეობს მეტყველებაში?

იმისათვის, რომ გადაწყდეს ეს ამოცანა, ვეცადოთ წარმოვიდგინოთ, როგორ ახერხებს ადამიანი სმენა გამოყოს კონკრეტული ინსტრუმენტის ან მომღერლის ხმა იმ რთული ბგერითი სიგნალიდან, რომელიც შეესაბამება მთელი ორკესტრის მიერ შესრულებულ ნაწარმოებს? ან როგორ ცნობს ადამიანი ნაცნობ ხმას ან მეტყველებას, რომელიც გადმოეცემა არათანაბარი და არაწრფივი სიხშირის მახასიათებლების მქონე კავშირგაბმულობის არხებში, რაც მნიშვნელოვნად ცვლის ბგერათა ნატურალურ სპექტრულ სურათს? დაბოლოს, როგორ მიიღწევა ეგრეთ წოდებული „კოქტილის საღამოს“ ეფექტი, როდესაც მრავალ ურთიერთგადამფარავ კერძო საუბრებში შეიძლება ნათლად ვადევნოთ ყური ნებისმიერ მათგანს და არ მივაქციოთ ყურადღება ყველა დანარჩენს?

ცხადია, რომ ასეთი გამოყოფა და იდენტიფიცირება ხორციელდება ვარკვეული ქვესისტემის შემადგენელი ელემენტების იმ შინაგანი ურთიერთშეთანხმებულობის ხარჯზე, რომელიც გვეხმარება ჩვენ თვალი ვადევნოთ ერთ მთლიან სისტემას სხვა სისტემების ფონზე. ფსიქოლოგიაში ასეთი აღქმის ზოგად თავისებურებას „ფიგურისა და ფონის“ კანონს უწოდებენ.

ავტომატური ამოცნობის სისტემებმა უნდა დაისახონ თავის მიზნად ანალოგიური ეფექტის მიღწევა. ამ ამოცანის გადაწყვეტაში ვარკვეული დახმარება შეუძლია გაუწიოს ტექნიკას ადამიანის აღქმის ეგრეთ წოდებულმა კონსტანტობის კანონის ვათვალისწინებამ სმენით მოდალობაში. ვიზუალურ სახეთა კონსტანტური აღქმის მაგალითები მრავლად არის ცნობილი ფსიქოლოგიაში. მოვიყვანოთ რამდენიმე მათგანი:

თეთრი ფერის კონსტატირებას, მაგალითად, ადამიანი ახერხებს საერთო განათების ვათვალისწინების საფუძველზე. ასე რომ არ ყოფილიყო, თეთრი ფერის საგანს ჩრდილში მხოლოდ თავისი ფიზიკური მახასიათებლების მიხედვით ჩვენ ვერ გავარჩევდით მუქი ნაცრისფერისა ან შავი ფერის იგივე საგნებისაგან შუადღის განათების დროს. მაგრამ ჩვენი აღქმა ქვეცნობიერად ითვალისწინებს საერთო განათების პირობებს და აღიქვამს საგნის ფერს, ისე როგორც ამას ნორმალური განათების დროს აქვს ადგილი.

ანალოგიური მდგომარეობაა საგნის სიდიდის ან ფორმის აღქმის დროს. მანძილის გაუთვალისწინებლობას შეუძლია გადააქციოს ბუზი ან ობობა ფანჯრის მინაზე უზარმაზარ ურჩხულად მთაზე, ისე როგორც

ეს აქვს აღწერილი ეტგარ პოს თავის მოთხრობაში „სფინქსი“. ხედვის კუთხის გაუთვალისწინებლობის შემთხვევაში კი, როდესაც ჩვენ ქალაქში გაქეთებულ ვიწრო ხვრელში გვერდიდან ვუყურებთ მაგიდაზე განლაგებულ თეფშებს, იქმნება ილუზია, თითქოს თეფშებს მრგვალი კი არა ოვალური ფორმა აქვს. ყოველდღიურ ცხოვრებაში ჩვენ ასეთ შეცდომებს არ ვუშვებთ მხოლოდ იმიტომ, რომ ქვეცნობიერად ვიღებთ მხედველობაში ობიექტურ ვარჯის, ე. ი. ვუყურებთ საგნებს არა გარე სამყაროსაგან მოწყვეტით, ე. ი. არა „ხვრელში“, არამედ ვითვალისწინებთ დამატებით გარემომცველ ფაქტორებს, ამ შემთხვევაში ხედვის კუთხეს.

არ არის გაწერილი და, როგორც ჩანს, ეს მართლაც ასეა, რომ ამის მსგავსი რამ არსებობს სმენით მოღალაობაშიც. ავიღოთ მაგალითად იმის ცნობა, ხმაჰალა ლაპარაკობს ადამიანი თუ ჩუმაღ. ძალიან ძნელია ამ პარამეტრის აღქმა სმენით შესაბამისი სამეტყველო სიგნალის ინტენსივობის მიხედვით, ვინაიდან შორიდან მოსმენილი ხმამაღალი ლაპარაკი შეიძლება ბგერების ინტენსივობის მიხედვით ბევრად უფრო სუსტი იყოს, ვიდრე ახლო ჩუმაღ მოლაპარაკისაგან მიღებული ბგერების ინტენსივობა. მაგრამ სმენა ამ შემთხვევაშიც, როგორც ჩანს, ითვალისწინებს მანძილს მოლაპარაკესა და მსმენელს შორის ბგერათა რევერბერაციის მიხედვით, ე. ი. ვარემომცველი საგნებიდან არეკილი ბგერების ფიზიკური სურათის გათვალისწინებით; ან მხედველობაში იღებ, ხმის პროსოდიულ მახასიათებლებს, რომლებიც მნიშვნელოვნად იცვლება ნორმალური თუ ხმამაღალი ლაპარაკის დროს და, ამრიგად, შესაბამისი კორექციის საფუძველზე აღვიღად ადგენს ხმამაღალი ლაპარაკის რეალურ სურათს მოლაპარაკის დაშორების ნებისმიერ შემთხვევაში.

ყველა ჩამოთვლილი ფაქტიდან ჩანს, რომ სამეტყველო სიგნალის მხოლოდ კომპლექსურმა ანალიზმა და მისი ბუნების სხვადასხვა გამოხატულების გათვალისწინებამ უნდა დაგვაახლოვოს სმენითი სახეების აღწერისა და ავტომატური ამოცნობის მიზანთან.

თავი III

მეტყველების ავტომატური ამოცნობა და გაგება

§ 3.1. მეტყველების ავტომატური ამოცნობის პრობლემა

წინამდებარე წიგნში დასმულ ამოცანათა შორის მეტყველების ავტომატური ამოცნობის პრობლემას განსაკუთრებული ადგილი უკირავს. ეს განპირობებულია იმით, რომ მანქანის მიერ ადამიანის ზეპირსიტყვიერი მიმართვის ამოცნობა და „გაგება“ დიალოგის ყველაზე უფრო მნიშვნელოვან და ამავე დროს რთულ ეტაპს წარმოადგენს. ამ ეტაპის წარმატებით გადაჭრა უდავოდ უზრუნველყოფს საერთოდ დიალოგის პრობლემის გადაჭრას, რაც თავისთავად ადამიანის სოციალური ყოფის კარდინალურ სახეცვლილებას გამოიწვევს.

ამ თავში ჩვენ შევეხებით ამ პრობლემასთან დაკავშირებულ საკითხებს და მიუთითებთ იმ ვზეზზე, რომელთა შესრულება ევალუბა მეცნიერთა მრავალრიცხოვან ჯგუფს და რომლებზეც ინტენსიურად მუშაობენ შესატყვის დარგთა სპეციალისტები მსოფლიოს ყველა მოწინავე ქვეყანაში.

დაახლოებით სამი ათეული წლის წინათ, როდესაც სმენითი სახეების ავტომატური ამოცნობის და, კერძოდ, მეტყველების ავტომატური გაშიფვრის პრობლემა თავის პირველ ნაბიჯებს დგამდა, მკვლევრები ოპტიმისტურად იყვნენ განწყობილი და ფიქრობდნენ, რომ 60-იან წლებში უკვე შეიქმნებოდა ისეთი ავტომატები, რომლებიც წარმატებით შეასრულებდნენ ადამიანის ზეპირსიტყვიერ ბრძანებებს ნებისმიერი დიქტორის შემთხვევაში და ამავე დროს საკმაოდ ფართო მოცულობის ლექსიკური მარაგის პირობებში¹⁶. მათ მიაჩნდათ, რომ მეტყვე-

¹⁶ მეტყველების ავტომატური ამოცნობის პრობლემის განვითარება მკიდრად არის დაკავშირებული გამოთვლითი ტექნიკის განვითარებასთან. სწორედ ამით არის გამოწვეული ის ფაქტი, რომ ამ პრობლემამ მეცნიერთა გაზრდილი ინტერესი მიიპყრო მხოლოდ ჩვენი საუკუნის 50-იან წლებში და არა უფრო ადრე. ამ პრობლემის კვლევას გარკვეულად ხელი შეუწყო აგრეთვე სონოგრაფის გამოგონებამაც (იხ. § 2. 5).

ლების ამოცნობის მარტივ მოწყობილობებს ბუნებრივად უნდა მოჰყვეს უფრო რთული სისტემების დამუშავება. მაგრამ ეს პროგნოზები არ გამართლდა. ვამოიკეცა, რომ სამეტყველო სიგნალი მაშინაც კი, როდესაც ის ერთსა და იმავე ბგერას გამოხატავს, ძალიან ცვალებადია იმისდა მიხედვით, თუ ვინ წარმოთქვამს ეს ბგერა, როგორ პირობებში იყო ის წარმოთქმული, რა კონტექსტში მოექცა და ა. შ.

ყველა ეს ფაქტორი მნიშვნელოვნად ცვლის ბგერის როგორც სპექტრულ მახასიათებლებს, ისე მის ხანგრძლივობას და ინტენსივობას. ანალოგიური მსგელობა შეიძლება გავრცელდეს არა მარტო ფონემების, არამედ მარცვლებისა და სიტყვების მიმართაც. ყოველივე ამის გამო ძნელი აღმოჩნდა აკუსტიკურ სიგნალში იმ ინვარიანტული (უცვლელი) ნიშნების მონახვა, რომლებიც ახასიათებენ ამა თუ იმ ფონემას, მარცვალსა თუ სიტყვას. ამ მიზნის განსახორციელებლად, რომელსაც ასე ადვილად აღწევს ადამიანის აღქმა და რომელიც უფრო სრულყოფილი და ეფექტური სისტემების საფუძველს შექმნიდა, არ აღმოჩნდა დამაკმაყოფილებელი ის მეთოდები, რომლებსაც იყენებდნენ სპეციალისტები 60-იან წლებში. სწორედ ამით აიხსნება ის გარემოება, რომ 60-იან წლებსა და 70-იანი წლების დასაწყისში შექმნილ თითქმის ყველა სისტემას ძალიან შეზღუდული შედეგი ჰქონდა. სკეპტიციზმი, რომელიც საქმის ასეთმა ვითარებამ გამოიწვია, მოულოდნელად კვლავ შეიცვალა 70-იან წლებში იმედიანი შეხედულებებით პრობლემის გადაწყვეტასა და პერსპექტივებზე. ეს გარემოება განაპირობა ახალმა იდეებმა, დაკავშირებულმა იმ თვალსაზრისთან, რომ მეტყველების აღქმის პროცესი არ შეიძლება წარმატებით იქნეს განხორციელებული მხოლოდ სიგნალის აკუსტიკური ანალიზის საფუძველზე, თუმცა სმენითი სახეების აღქმის პირველად და უმნიშვნელოვანეს ობიექტს სწორედ აკუსტიკური სიგნალი წარმოადგენს. ექვს გარეშეა, რომ ადამიანი მეტყველების შინაარსის შეცნობის პროცესში, გამიზნულად თუ ქვეცნობიერად, ფართოდ იყენებს და აწარმოებს მთელი თავისი ცოდნის მობილიზაციას. მათ შორის არის ლინგვისტიკური ინფორმაციაც.

ამ შეხედულებების საფუძველზე 70—80-იან წლებში იქმნება სულ სხვა ტიპისა და შესაძლებლობების სისტემები, რომელთაც თითქმის აღარაფერი ჰაერით არა აქვთ პირველ მოწყობილობებთან.

ვიდრე გადავიდოდეთ მეტყველების ამოცნობის სისტემათა დანერგვით აღწერაზე, შევეხთ მოკლედ მათ ზოგად განმასხვავებელ ნიშნებს, რაც დაგვეხმარება ამ სისტემათა კლასიფიკაციაში.

ამოცნობის სხვადასხვა სისტემა განსხვავდება ერთმანეთისაგან რიგი ძირითადი ნიშნებით. პირველი მდგომარეობს იმაში, არის სისტემის მიერ გათვალისწინებული მეტყველება უწყვეტი, თუ იგი ცალკეული,

ნიშნულირებული წარმოთქმული სიტყვებისაგან შედგება. ამ ნიშანს არსებითი მნიშვნელობა აქვს, რადგან უწყვეტ მეტყველებაში ძნელია იმის განსაზღვრა, თუ სად თავდება ერთი სიტყვა და იწყება მეორე. გარდა ამისა სიტყვებისა და ცალკეული ფონემების აკუსტიკური სურათიც ვანიცდის მეზობელი სიტყვებისა და ბგერების მეტ გავლენას. ნიშნულირებული სიტყვების ამოცნობის სისტემებში ეს პრობლემები თითქმის არ დგება.

მეორე ძირითად ნიშანს წარმოადგენს ლექსიკონის ზომა. ლექსიკონის ვაზრდასთან ერთად იზრდება სიტყვების ერთმანეთთან მსგავსების ალბათობა, რაც არსებითად ართულებს ამოცნობის პროცესს და აქვეითებს მათი მოქმედების სიზუსტეს.

სისტემათა ურთიერთშეღარება შეიძლება აგრეთვე ისეთი ნიშნით, როგორიც არის იმ ოპერატორთა რაოდენობა, რომელთაც აქვთ უფლება იმუშაონ სისტემასთან. საქმე იმაში მდგომარეობს, რომ სისტემები ჩვეულებრივ კარგად მუშაობენ იმ დიქტორთა ხმაზე, რომლებზეცაა აწყობილი ეს სისტემა. როგორც კი სისტემის მართვას იწყებს ვანსხეავებული ხმის მქონე ოპერატორი, სისტემის მუშაობის საიმედოობა დაბლა ეცემა. სისტემები, როგორც წესი, „გამგონი“ არიან თავიანთი „პატრონების“ მიმართ და „არ ემორჩილებიან“ სხვების ბრძანებებს. ეს მდგომარეობა, რომელიც თითქოს სისტემის ნაკლად უნდა ჩაითვალოს ზოგადი თვალსაზრისით, დიდი ეფექტით შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ცალკეული პრაქტიკული ამოცანების გადასაჭრელად, კერძოდ, ისეთ შემთხვევებში, სადაც საჭიროა, სპეციალურ სისტემასთან მხოლოდ გარკვეული პიროვნება იქნეს დაშვებული. ასეთი მოწყობილობებისა და სისტემების შესახებ დაწერილებით იქნება ლაპარაკი მეხუთე თავში.

მნიშვნელოვან ნიშანს წარმოადგენს აგრეთვე ლინგვისტიკური ინფორმაციის გამოყენება ამოცნობის პროცესში. ასეთი ინფორმაციის გამოყენება, რომელსაც მაღალი დონის ცოდნას უწოდებენ სპეციალურ ლიტერატურაში, დაკავშირებულია სპეციალური კვლევის ჩატარებასთან და სისტემათა სტრუქტურის არსებით გართულებასთან.

მეხუთე ნიშანი, რომელიც აგრეთვე მნიშვნელოვნად განარჩევს სისტემებს ერთმანეთისაგან, არის მათი უნარი — იმუშაონ ყოველგვარ ჯარემოში. აქ იგულისხმება გარე ხმაური და სხვა სახის ხელისშემშლელი პირობები. ალბათ მიზანშეწონილი იქნება ამავე ნიშანს მიეკუთვნოს მანქანასთან ურთიერთობის ფორმაც. სახელდობრ, აქ მხედველობაში გვაქვს მანქანისადმი მიმართვის სტილი. ლაბორატორიულ პირობებში მიმართვის სტილი ჩვეულებრივად დახვეწილია და მკვეთრი არტიკულაციით ხასიათდება. ასეთ სტილს სრულ სტილს უწოდებენ.

არალაბორატორიულ, ე. ი. ბუნებრივ პირობებში მიმართვა უფრო თავისუფალია და არ გამოიციხავს არც არამკვეთი არტიკულაციასა და არც ცუდ დიქციას. ცხადია, პირველ შემთხვევაში სისტემები უფრო საიმედოდ იმუშავებენ, ვიდრე მეორეში.

ჩამოთვლილ ნიშანთა მიხედვით სისტემები შეიძლება შემდეგნაირად იყოს კლასიფიცირებული (ცხრ. 3).

ცხრილი 3

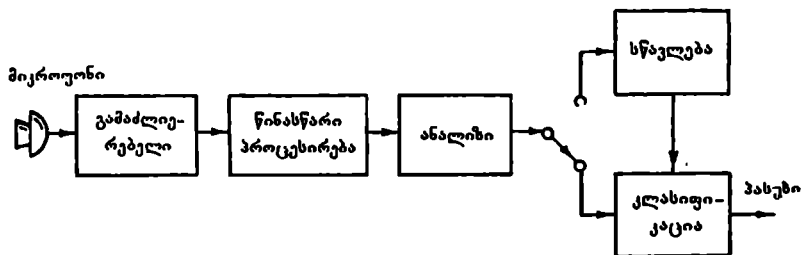
სისტემის ტიპები	სიტყათა რაოდენობა	დიქტორთა რაოდენობა	კოდნის დონე	გარემო	გამოთქმის სტილი
იზოლირებული სიტყვების ამოცნობა	10—50	ერთეული	აქუსტიკური	ჩუმი	სრული
ფრაზების ამოცნობა ცალკეული სიტყვების მიხედვით	100—300	ერთეული	აქუსტიკური	ჩუმი	სრული
უწყვეტი პეტყველების ამოცნობა შეზღუდვებით	100—2000	ერთეული	აქუსტიკური და შეზღუდ. ლინგვისტ.	ჩუმი	სრული
უწყვეტი პეტყველების გაგება შეზღუდვებით	100—2000	ერთეული	აქუსტიკური და ლინგვისტიკური	ჩუმი	სრული
უწყვეტი პეტყველების გაგება შეზღუდვების გარეშე	2000 და მეტი	ნებისმიერი	აქუსტიკური და ლინგვისტიკური	ბუნებრივი	სალაპადაკმა

მოცემულ ცხრილში, რომელიც, რასაკვირველია, სისტემათა კლასიფიკაციის პირობით სურათს გამოხატავს, პირველი სამი პწყარი ეხება ისეთ სისტემებს, რომლებიც ძირითადად ბგერითი სიგნალის აქუსტიკურ თავისებურებებს ეყრდნობიან. რაც შეეხება სისტემათა ორ დანარჩენ სახეს, ისინი აქუსტიკურ ინფორმაციასთან ერთად იყენებენ კოდნის უფრო მაღალ (ლინგვისტიკურ) დონეებს, რის გამოც მათ უკვე ამოცნობის კი არა, გაგების სისტემები ეწოდებათ.

§ 3.2. ამოცნობა სიგნალის აქუსტიკური ნოზნაის მიხედვით

აქლა ვანეხილოთ იზოლირებული სიტყვების ამომცნობი სისტემები, რომლებიც ახორციელებენ ამ პროცესს ძირითადად სამეტყველო სიგნალის აქუსტიკური პარამეტრების გამოყენების საფუძველზე. ყვე-

ლა ამ სისტემის სტრუქტურულად გამოხატვა შეიძლება ზოგადი სქემის სახით (ნახ. 9). ბგერითი სიგნალი მიკროფონისა და გამამძლეებლის საშუალებით მიეწოდება წინასწარი პროცესირების (დამუშავების) ბლოკს. ამ უკანასკნელში საშუალებით ხდება ბგერითი სიგნალის პირველადი დამუშავება და მისი მომზადება ანალიზისათვის. პირველად დამუშავებაში იგულისხმება სიგნალის დონის ნორმალიზაცია (შემოსაზღვრა) და მისი გაწმენდა ხმაურისაგან. ორივე ეს პროცედურა წარმოადგენს მნიშვნელოვან ეტაპს სიგნალის ანალიზის შემდგომი საფე-



ნახ. 9. მეტყველების ავტომატური ამოცნობის ზოგადი სქემა

ხურის შესრულებისათვის. ბგერითი ანალიზატორის მიზანია სიგნალიდან ისეთი ნიშნების გამოყოფა, რომელთა საშუალებითაც შეიძლება მოხდეს მათი შემდგომი დიფერენცირება. ცალკეული ბგერებისა ან სიტყვების დამახასიათებელ ნიშანთა ერთობლიობა შემდგომ ხდება კლასიფიკატორში, სადაც იგი შედარდება კლასიფიკატორის მეხსიერებაში ამოსაცნობი სიტყვების წინასწარ დაფიქსირებულ ეტალონებს. რომელიმე მათგანთან მსგავსების დადგენის შემთხვევაში მიიღება ესა თუ ის გადაწყვეტილება ამოსაცნობი სიტყვის რაობის შესახებ. ეტალონების შექმნისა და დამახსოვრების პროცესი, რომელსაც „სწავლების პროცესი“ ეწოდება, ჩვეულებრივად წინასწარ ხორციელდება.

აღწერილ სისტემაში ყოველ საფეხურს თავისი დიდი წვლილი შეაქვს ამოცნობის პროცესის განხორციელებაში. ასე მაგალითად, პირველადი დამუშავების ბლოკი ხელსაყრელ პირობებს ქმნის შემდგომი ოპერაციების წარმატებით ჩატარებისათვის; ანალიზზეა დამოკიდებული, თუ რამდენად სრულყოფილად იქნება აღწერილი ბგერა და რამდენად ინფორმატიული იქნება წარმოდგენილი ნიშნები; სწავლების პროცესმა უნდა იტვირთოს ამოსაცნობი სიტყვების ისეთი ეტალონების შექმნა, რომლებიც უზრუნველყოფენ ნებისმიერად წარმოთქმული ზეპირსიტყვიერი ბრძანებებისათვის უნივერსალური თარგების გამონახ-

ვას; კლასიფიკაციის ეტაპს ევალება ამოსაცნობი სიტყვების კომპაქტური წარმოდგენა ინფორმატული, ე. ი. სასარგებლო ნიშნების მიხედვით. მათი შემდგომი დაპირისპირება ეტალონებთან უზრუნველყოფს ამოსაცნობი სიტყვის სწრაფ და საიმედო მიკუთვნებას ერთ-ერთი კლასისადმი.

ქვემოთ ცხრილში ზოგჯერ სამოციან წლებსა და სამოცდაათიანი წლების პირველი ნახევრის რამდენიმე დამახასიათებელი სისტემის ზოგიერთი მონაცემი (სისტემების გასარჩევად მათი ავტორების გვარები და დასახელებული).

ცხრილი 4

სისტემათა ავტორები	წელი	ლექსიკონი	დიქტონთა რაოდენობა	შეცდომა, %
დადლი და ბალაშვილი (აშშ)	1958	10 ციფრი	2	5
დენესი და მეტიუზი (აშშ)	1960	10 ციფრი	6	6—12
კაჯაურიძე (სსრკ)	1961	20 სიტყვა	3	2
ნავატა კარო (იაპონია)	1964	10 ციფრი	20	2
პილი (აშშ)	1969	16 სიტყვა	12	22
ცემელი, ტრუნინ-დონსკოი (სსრკ)	1970	58 სიტყვა	20	7
მედრესი (აშშ)	1972	100 სიტყვა	5	6
იტაკურა (იაპონია)	1975	200 სიტყვა	1	2,7
სამბური და რაბინერი (აშშ)	1975	10 ციფრი	10	2,7
მარტინი (აშშ)	1975	34 სიტყვა	12	1,5

დროის პერიოდი, რომელსაც ამ ცხრილში მოყვანილი სისტემები განეკუთვნება, ფაქტიურად ასახავს მეტყველების ავტომატური ამოცნობის პრობლემების კვლევის პირველ ეტაპს. ამ ეტაპის დამახასიათებელ თავისებურებას წარმოადგენდა მეტყველების ამოცნობის პრობლემისადმი საკმაოდ მარტივი მეთოდების გამოყენება.

§ 3.3. სიტყვათა ამოცნობის სისტემები პრაქტიკაში

მიუხედავად იმისა, რომ ზემომოყვანილი შედეგები არცთუ ისე დამაკმაყოფილებელი იყო, მაინც მოინახა ობიექტები, სადაც მათი გამოყენება შესაძლებელი აღმოჩნდა. აშშ-ში, მაგალითად, ასეთი სისტემები გამოიყენება ოთხი მიმართულებით:

ა) ტექნიკური კონტროლი და ხარისხის მართვა. იმ ტიპის წარმოებებში, სადაც ოპერატორს დაკავებული აქვს ხელები, მას შეუძლია სიტყვიერად შეატყობინოს მანქანას, რომ ამა თუ იმ პროდუქციის წარ-

მოებაში დაშვებულია დეფექტი. ამ დეფექტების ასეთი საშუალებით აღრიცხვა იძლევა არა მხოლოდ დროის ეკონომიას, არამედ აუმჯობესებს წათ კონტროლს და უზრუნველყოფს უნიფიცირებულ ანგარიშს (ნახ. 10).



ნახ. 10. ოპერატორი აკონტროლებს დეტალს და მონაცემები შეჰყავს მანქანაში ხმის საშუალებით

ბ) მასალების კონვეიერული დახარისხება (მაგალითად, პაკეტების, კონტეინერების, საფოსტო ტომრების და სხვათა დახარისხება). ოპერატორი მანქანას კარნახობს მონაცემებს მასალის რაობაზე, რის საფუძველზეც იზრდება შრომის წარმოება და მცირდება შეცდომების რიცხვი, რომელიც საკმაოდ დიდია კლავიატურის საშუალებით მართვის შემთხვევაში.

გ) ციფრული მართვის დაზგების პროგრამირება. ოპერატორი მიუთითებს მანქანას მეტყველების საშუალებით ოპერაციების თანმიმდევრობას. ასეთ შემთხვევაში მნიშვნელოვნად მარტივდება დეტალების დაზგადების პროცესი, ვინაიდან ოპერატორს არ მოეთხოვება პროგრამირების ხელოვნების ცოდნა და ეგმ-ისათვის განკუთვნილ სპეციალურ ფორმატებში ინფორმაციის შეტანა. პროგრამების დაწერისა და მათი დაბეჭდვის ნაცვლად იგი უბრალოდ დისპლეის ეკრანზე კითხულობს, თუ რა ოპერაცია უნდა შეასრულოს მანქანამ და ზეპირსიტყვიერად კარნახობს მას. ამის შემდეგ ის იმავე ეკრანზე იღებს გაცემული ბრძანების

ამოცნობის შედეგს და, თუ იგი სწორია, კარნახობს შემდეგ ოპერაციას. მანქანის მიერ არასწორად ათვისებული ბრძანების შემთხვევაში ოპერატორი ასევე ზეპირსიტყვიერად აუქმებს მცდარ ოპერაციას და იმერებს იმავე ბრძანებას. ამრიგად, დისპლეი არა მარტო აწვდის ოპერატორს პროგრამირების ყოველ ნაბიჯს, არამედ უქმნის შეცდომის ავტომატურად აღმოჩენის პირობებს. პროგრამისტის ხელები ასეთ შემთხვევაში თავისუფალია და მას შეუძლია დამატებითი ოპერაციების ჩატარება (მაგალითად, შეამოწმოს დისპლეის მონაცემები ნახაზზე).

დ) სამეტყველო კავშირი სამხედრო საქმეში. სიტყვათა მცირე მარაგის გამო ასეთი სისტემები შეიძლება საიმედოდ იქნეს გამოყენებული ჰაერში თვითმფრინავის მართვისას, კარტოგრაფიული ინფორმაციის გამომთვლელ მანქანაში შეყვანისათვის, საბრძოლო სიტუაციებში სხვადასხვა მექანიზმის ამოქმედების მიზნით და სხვ.

იმ ობიექტების ნუსხა, სადაც მეტყველების ამოცნობის სისტემები წარმატებით გამოიყენება, შეიძლება უსასრულოდ გაგრძელდეს.

ზემოჩამოთვლილ შესაძლებლობებს უნდა დაემატოს მონაცემების ავტომატური შეყვანა მანქანაში სამეცნიერო კვლევის პროცესში, მაგალითად, მიკროსკოპზე მუშაობის დროს რენტგენული ფირების დამუშავებისას და სხვ. მათ დიდი მნიშვნელობა მიენიჭებათ აგრეთვე საწარმოო რობოტების მართვისას, საინფორმაციო, საძიებო სისტემების შექმნის, ბანკებში ოპერაციების ჩატარებისა და ბილეთების ავტომატური დაჯავშნისას და სხვ.

როგორც სპეციალური ლიტერატურიდან ვიგებთ, აშშ-ში და იაპონიაში უკვე 70-იან წლებში იქმნება სპეციალური დანიშნულების სისტემები, რომლებიც მზადდება და იყიდება სერიულად. ასე მაგალითად, დაახლოებით 100 სიტყვის ამომცნობი სისტემა დადგმულ იქნა აშშ-ის მთელ რიგ საავადმყოფოებში, რათა ავადმყოფებს, რომელთა ხმაზეც ეწყობოდა ეს სისტემა შესწავლობდათ მოწყალეობა დის გამოძახება, ტელევიზორისა და ელექტრონის ჩართვა და სხვ. ასეთი სისტემების ღირებულება 70000 დოლარს აღწევდა. 1978 წლისათვის გაიყიდა 300-ზე მეტი ამდაგვარი სისტემა, რომელთაგან ნახევარი შეიძინეს ლაბორატორიებმა, ხოლო ნახევარი დაინერგა წარმოებაში. ვარაუდობენ, რომ ესა და ამის მსგავსი სისტემები გაამართლებენ თავის თავს და ამისდა მიხედვით მათი ღირებულება დაეცემა 1000 დოლარამდე.

დღეისათვის ძნელია იმის თქმა, თუ რამდენად შეეფერება სინამდვილეს ეს განცხადებები, მით უმეტეს, რომ ისინი, როგორც ჩანს, რეკლამის ხასიათს ატარებენ. მაგრამ, ცხადია, მათდამი ინტერესი სულ უფრო იზრდება და რეალური პერსპექტივის სახეს იღებს.

იმისათვის, რომ მსგავსმა სისტემებმა უფრო ფართო პრაქტიკული

გამოყენება პოვონ, საჭიროა მათი შესაძლებლობებისა და საიმედოობის კიდევ უფრო ვაზრდა. იმის შესახებ, თუ როგორი გზებით უნდა იქნეს მიღწეული ეს მიზანი, გვექნება ლაპარაკი შემდეგ პარაგრაფებში.

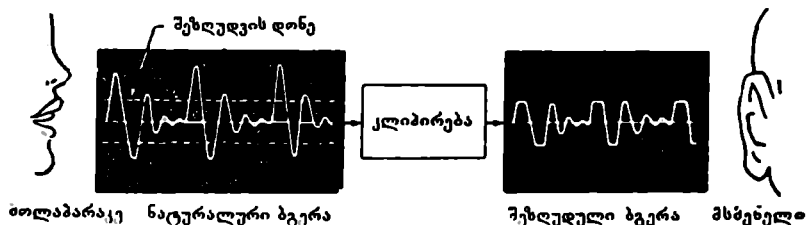
§ 3.4. ამოცნობა თუ გაგება?

წინა პარაგრაფებში ჩვენ საუბარი გვექონდა სამეტყველო სიგნალის იმ მახასიათებლებზე, რომლებიც წარმოადგენენ მეტყველების ამოცნობის საფუძველს. ეს მახასიათებლები, რომლებსაც ჩვენ აქუსტიკური ვუწოდეთ, ძირითადად გამოხატავენ სიგნალის სპექტრულ სურათს, ფორმანტების სიხშირეებსა და მათ ტრაექტორიებს, დროში სხვადასხვა სეგმენტის განაწილებას, ინტენსივობასა და სხვ.

ხშირად ეს ფიზიკური ნიშნები საკმარისია იმისათვის, რომ ესა თუ ის სამეტყველო სიგნალი გაირჩეს მეორისაგან და, უფრო მეტიც, ამოცნობილ იქნეს წარმოთქმული სიტყვებისა და ფრაზის საზრისი ანუ შინაარსი. მაგრამ, როგორც უკვე ითქვა მეორე თავში, სიგნალის ყველა პარამეტრი განიცდის დიდ ცვალებადობას მეტყველების რეალური პროცესის მსვლელობაში არა მხოლოდ ფონემიდან ფონემამდე, არამედ ერთი და იგივე ფონემის შიგნითაც. ასე მაგალითად, ყოველი ფონემისათვის დამახასიათებელი ფორმანტების სიხშირეების საზღვრები იმდენად ფართოა, რომ ისინი არსებითად იჭრებიან სხვა ფონემებისათვის დამახასიათებელ საზღვრებში. ფონემათა ეს ცვალებადობა სხვადასხვა მოლაპარაკე პიროვნებათა შემთხვევაში იმდენად დიდია, რომ ერთი ადამიანის მიერ წარმოთქმული რომელიმე ფონემის სპექტრული სურათი ხშირად ზუსტად ემთხვევა სხვა ადამიანის მიერ წარმოთქმულ სხვა ფონემის სურათს. მიუხედავად ამისა, ადამიანის სმენა მაინც ახერხებს უშეცდომოდ ამოიცნოს ნებისმიერი ადამიანის მეტყველება საკმაოდ რთულ და ხელისშემშლელ პირობებშიც კი.

უფრო მეტიც. მეტყველების ამოცნობის პროცესი დაუძაბავად და უშეცდომოდ მიმდინარეობს ხშირად მაშინაც კი, როდესაც ჩვენ ხელოვნურად ვალარიბებთ სიგნალს, სხვადასხვა მისი ფიზიკური თვისებების შეზღუდვის, ფილტრაციისა ან გარდაქმნის შედეგად. ამის მაგალითად მოვიყვანოთ თუნდაც ამპლიტუდის ზღვრული შემოსაზღვრის პროცესი (კლიპირება), რომელიც ჩვენ ვახსენეთ § 3.2-ში. როგორც გამოიჩვენა, სიგნალის ამპლიტუდების ზღვრული შეზღუდვა, ისე როგორც ეს ნახ. 11-ზე არის გამოხატული, თითქმის არ ახდენს გავლენას მეტყველების შინაარსის გარჩევაზე და აუარესებს მხოლოდ მის ნატურალობას.

მაშინ როგორღა ვახერხებთ ჩვენ მეტყველების ამოცნობას აკუსტიკური პირველ წყაროს ასეთი ცვალებადობის პირობებში? პასუხი კითხვაზე ნაწილობრივ იმაში მდგომარეობს, რომ ამოცნობის ფიზიკური ნიშნები იმდენად ქარბად არის მოცემული სიგნალში, რომ ზოგიერთი მათგანის შეზღუდვა და სრული ფილტრაციაც კი ვერ ახდენს დიდ გავლენას სიგნალში გამოსახული აზრობრივი ინფორმაციის ამოცნობაზე. ჩვენ უკვე ვგვჩნდა საუბარი იმის შესახებ რომ მეტყველების ამოცნობის პროცესი კომპლექსურია და იგი ეყრდნობა ბგერითი სიგნალის ბუნების მრავალმხრივ ანალიზსა და ათვისებას.



ნახ. 11. სამეტყველო სიგნალის ამპლიტუდური შეზღუდვა

მაგრამ არსებობს სხვა უფრო მნიშვნელოვანი გარემოება, რომელიც გვიხსნის იმას, თუ რა უძვეეს საფუძვლად ამოცნობის ამ რთულსა და ამავე დროს საიმედო პროცესს. ეს ახსნა ამოდის იმ თვალსაზრისიდან, რომლის მიხედვითაც მეტყველების გაგების დროს ადამიანი იყენებს არა მხოლოდ ბგერითი სიგნალის აკუსტიკურ ნიშნებს, არამედ იგი მოიშველიებს იმ დიდ ცოდნას, რომელიც მას უკვე გააჩნდა ამ სამეტყველო ურთიერთობის კონკრეტულ მაგალითამდე. ეს ცოდნა, რომელიც სხვადასხვა კომპონენტისაგან შედგება, როგორც წესი, გამოიყენება ქვეცნობიერად, ყურადღების დაძაბვისა და მოსმენილი სამეტყველო ნაწყვეტის ხელოვნური ანალიზის გარეშე და გამოიყენება ამავე დროს ძალიან ინტენსიურადაც.

ასეთ ინფორმაციას, რომელსაც უმაღლეს ენობრივ ცოდნას ანუ ლინგვისტიკურ ინფორმაციას უწოდებენ, ეკისრება კორექცია გაუწიოს (შეასწოროს) და დააზუსტოს ის გადაწყვეტილება, რომელიც აღმქმელმა სისტემამ (იქნება ეს ადამიანი, თუ ავტომატი) მიიღო მხოლოდ და მხოლოდ აკუსტიკური სიგნალის დამუშავების შედეგად. აკუსტიკური სიგნალი ამ შემთხვევაში გამოდის „ნახევარფაბრიკატის“ როლში, რომელიც საჭიროებს შემდგომ გადამუშავებას, რათა მისგან გამოიყოს

მასში ვაშოთქმული საზრისი. ცოდნის ეს წყაროები, რომლებიც უკვე არა მეტყველების ელემენტების ამოცნობას, არამედ უფრო ზოგად მიზანს, სახელდობრ, მეტყველების გაგებას ემსახურებიან, შეიცავენ და გულისხმობენ შემდეგი სახის კომპონენტებს: ბგერით მახასიათებლებს (ფონეტიკა), ფონემათა მონაწილეობას სიტყვების მნიშვნელობათა გამოხატვაში (ფონოლოგია), სიტყვათა ფორმასა და მათ აგებულებას (მორფოლოგია), მახვილებსა და ინტონაციას (პროსოდია), მოცემული ენის სიტყვიერ შემადგენლობასა და მათ ბგერით სახეებს (ლექსიკა), ენის გრამატიკულ სტრუქტურას (სინტაქსი), ფრაზების და სიტყვების მნიშვნელობას (სემანტიკა), საუბრის კონტექსტს (პრაგმატიკა).

საჭიროა აღინიშნოს, რომ ცოდნის ამ წყაროებიდან ზოგიერთი გამოდინარეობს იმ ენის ზოგადი თავისებურებებიდან, რომელზეც სრულდება საუბარი (ფონეტიკა, ფონოლოგია, მორფოლოგია, პროსოდია), ზოგი კი უფრო მკიდროდა დაკავშირებული კონკრეტული ამოცანის სფეროსთან და ჩაირთვება მოცემული საზრისის გაგების პროცესში გასაშიფრავად, რომელიც ხორციელდება შესატყვისი ლექსიკონისა და ფრაზების სინტაქსური სტრუქტურის, მათი მნიშვნელობისა და საერთო კონტექსტის გამოყენების საშუალებით.

§ 3.5. რა ეროვნულზე ეყრდნობა მეტყველების აღქმა?

ვიდრე გადავიდოდეთ მეტყველების გაგების სისტემების აღწერაზე შევეხეთ საკითხს, თუ რა ერთეულების მიხედვით ხდება მეტყველების აღქმა ადამიანის მიერ.

ზემომოყვანილი მოსაზრებები გვიჩვენებს, რომ მეტყველების აღქმა არის ადაპტური პროცესი, რომელიც ეყრდნობა, ერთი მხრივ, სიგნალის ფიზიკურ რაობას და, მეორე მხრივ, საუბრის მიზანს. იმ შემთხვევაში, თუ მსმენელი აღქმის პროცესში ახერხებს ბგერათა თანმიმდევრობაში დაიჭიროს ლინგვისტიკური კანონზომიერებანი, მაშინ იგი დაგროვილ ცოდნას გამოიყენებს ამ ბგერათა შესახებ გადაწყვეტილების მისაღებად. თუკი მან ეს კანონზომიერებები ვერ დაადგინა, მაშინ გადაწყვეტილების მიღების პროცედურა მთლიანად დაეყრდნობა ბგერის აკუსტიკურ ბუნებას.

აღქმის პროცესში ამ დამატებითი ინფორმაციის გამოყენება სვამს საკითხს იმის შესახებ, თუ დროის რა მომენტებში ხდება მათი ჩართვა, ანუ მეტყველების რა ერთეულების აღქმის დროს ხდება მათი გათვალისწინება. ადვილი მოსალოდნელია, რომ აღქმის ელემენტების ზომები იცვლება იმისდა მიხედვით, თუ რა მიზანს სახავს მსმენელი ან რამ-

დენად რთულ პირობებში სრულდება სმენითი სახეების ამოცნობა. ასე მაგალითად, თუ აკუსტიკურად სიგნალი საიმედოდ არის წარმოდგენილი, მაშინ ფონოლოგიური წესების გათვალისწინებას აზრი არა აქვს და ამიტომ მსმენელი მეტ ყურადღებას აქცევს პროსოდიულ მახასიათებლებს, ე. ი. აქცენტი გადააქვს მეტყველების უფრო ხანგრძლივ ერთეულებზე.

მაგრამ როგორ იწყება აღქმის პროცესი? ახორციელებს თუ არა მსმენელი გადაწყვეტილების ფორმირებას პირველივე ბგერის გაგონებისას და მის შემდგომ კორექტირებას სამეტყველო მონაკვეთის მომდევნო ელემენტების ათვისების პროცესში, თუ იგი თითქოს აგროვებს გარკვეულ მონაცემებს და შემდეგ ახდენს მათ ინტერპრეტირებას?

როგორც გამოკვლევებმა უჩვენეს, ამ კითხვაზე არ შეიძლება ცალსახა პასუხის გაცემა. კონტექსტუალური ინფორმაციის დამუშავების ხანგრძლივობის ინტერვალები და მექანიზმი შეიძლება საგრძნობლად იცვლებოდეს ცდიდან ცდამდე და დამოკიდებულია აღსაქმელი მასალის რაობაზე. ცხადია, თუ მსმენელს ეძლევა ამოსაცნობად უაზრო მარცვლების ერთობლიობა ან ცალკეული მარცვლები და სიტყვები, იგი აღქმის ერთეულებად გამოიყენებს ცალკეულ ბგერებს, უწყვეტი მეტყველების პირობებში კი ერთეულები ალბათ უფრო ხანგრძლივია და სიტყვების ზომას აღწევს.

თუკი ამავე საკითხს სხვა ასპექტით მივუდგებით და გამოვალთ უკვე მეტყველების წარმოქმნისა და მისი აღქმის პროცესების ურთიერთკავშირიდან, მაშინ შეიძლება ვიფიქროთ, რომ აღიქმება არა აკუსტიკური, არამედ „არტიკულატორული“ ელემენტები. ამ უკანასკნელთა ბუნება კი საკმაოდ რთულია და დამოკიდებულია იმაზე, თუ როგორ აკონტროლებს მეტყველების წარმოქმნას ამავე პიროვნების სმენითი ცენტრი.

აქ დასმული საკითხის სირთულემ გამოიწვია ის, რომ მეტყველების ავტომატური ამოცნობის სისტემათა დამუშავების დროს სხვადასხვა სპეციალისტები ირჩევდნენ სრულიად განსხვავებულ გზებს. ამოცნობის ერთეულებად ზოგიერთი ხმარობდა მთელ სიტყვებს, ზოგიერთი მარცვლებს, ხოლო ზოგიც ცალკეულ ბგერებს. საჭიროა აღინიშნოს, რომ ამ საკითხის გადაჭრისას უფრო ხშირად გამოდიოდნენ არა აღქმის თეორიული საფუძვლებიდან, არამედ ითვისებისწინებდნენ იმას, თუ რა ამოცანას ისახავდა მკვლევარი ყოველი კონკრეტული სისტემის დამუშავების დროს. ასე, მაგალითად, ძალიან ღარიბი ლექსიკონის პირობებში, რომელიც რამდენიმე სიტყვისაგან შედგება, ცხადია, არა აქვს აზრი ამოცნობის ერთეულად მიჩნეულ იქნეს ფონემები ან მათი ნაირსახეობები. მეორე მხრივ, ძალიან გართულებდა მთელი სიტყვების ერ-

თეულ ეტალონებად წარმოდგენა და მათი მანქანის მეხსიერებაში შენახვა, როდესაც ამოსაცნობი ლექსიკონი რამდენიმე ათას სიტყვას უდრის რაც მთავარია, მეტყველება უწყვეტია და არ არის წარმოდგენილი იზოლირებული სიტყვების სახით.

სწორედ ასეთმა მიდგომამ განაპირობა ამ თავში აღწერილ სისტემათა დაყოფა ორ დიდ ჯგუფად, რომლებიც გაერთიანებული არიან ერთი მხრივ მეტყველების ამოცნობის და მეორე მხრივ მეტყველების გაგების სისტემებად. პირველი ჩვეულებრივად, პატარა გამონაკლისის გარდა, იყენებენ ამოცნობის ერთეულებად მთლიან სიტყვებს, მეორენი კი — ფონემებს.

შემდეგ პარაგრაფებში ჩვენ დაწვრილებით აღწერთ ამ უკანასკნელ სისტემათა სტრუქტურას და ცოდნის წყაროებს, რომლებიც დაკავშირებულია ენასა და მეტყველებასთან და წარმოადგენენ სამეტყველო სიგნალის აკუსტიკური თვისებების შესწავლის საფუძველს.

§ 3.6. მეტყველების სტატისტიკა

II თავში ჩვენ უკვე ვილაპარაკეთ იმაზე, რომ ფონემები მეტყველებაში ერთნაირი სიხშირით არ გვხვდება. არის ფონემები, რომელთა მონაწილეობა ძალიან ინტენსიურია. ზოგიერთი ფონემა კი შეიძლება ძალიან იშვიათად შეგვხვდეს. მაგალითად, ხმოვნები, როგორც წესი, ბევრად უფრო აქტიურად მონაწილეობენ მეტყველების პროცესში, ვიდრე, მაგალითად, თანხმოვნები ჰ, ყ, ჟ და სხვა. მართლაც, ხშირად შეიძლება რაიმე თემაზე ისაუბრო საკმაოდ დიდხანს და არ იხმარო ეს ფონემები. ხმოვნების გარეშე კი შეუძლებელია ნებისმიერი სიტყვის წარმოთქმა.

ანალოგიურად შეიძლება ვიმსჯელოთ სხვადასხვა ტიპის მარცვლებზე და სიტყვებზე. ასეთივე თვალსაზრისით მეტყველებაში შეიძლება შესწავლილ იქნეს მახვილის განაწილება სიტყვებში მარცვლებს შორის (რომელ მარცვალზე ეცემა მახვილი), სიტყვების ხანგრძლივობა მარცვლების რაოდენობის მიხედვით და სხვა მრავალი¹⁷.

¹⁷ ქართულ ენაში, ისევე როგორც რუსულში, ყველაზე უფრო ხშირად გვხვდება ორ და სამმარცვლიანი სიტყვები. ყოველ მათგანს მეტყველების დაახლოებით 30% უჭირავს. შემდეგ მოდის ოთხმარცვლიანი და ორმარცვლიანი სიტყვები, შედარებით ნაკლებია ხუთმარცვლიანი და უფრო რთული სიტყვები. არის ენები, რომლებიც ძირითადად ერთ და ორმარცვლიანი სიტყვებისაგან შედგებიან. ასეთი ენებია ჩინური, ვიეტნამური, ტბეტური და სხვ. ამ ენებში, ცხადია, ძალიან დიდი ალბათობით შეგვხვდება პაუზები ნაწერ სიტყვებს შორის.

ყველაფერი ეს წარმოადგენს მეტყველების სტატისტიკას. მისი როლი მეტყველების აღქმაში საკმაოდ მნიშვნელოვანია, ვინაიდან ყოველი ადამიანი ამ სტატისტიკას აქტიურად იყენებს მეტყველების გაგების პროცესში. ცოდნის ამ წყაროს გამოყენება ადამიანის მიერ ხორციელდება უფრო ქვეცნობიერად, ვინაიდან სტატისტიკური მონაცემების დამახსოვრება და მათი გამოყენება შეგნებულად არამც თუ რთული, არამედ საერთოდ შეუძლებელი საქმეა.

განვიხილოთ ახლა წერითი და ზეპირი მეტყველების ერთი მაგალითი და ვუჩვენოთ, თუ როგორ მოქმედებს მეტყველებაში ასოებისა და ფონემების მონაწილეობის სიხშირე საზრისის გაგებაზე¹⁸.

ჩავეყაროთ ურნაში 32 ბილეთი, რომლებზეც წერია რუსული ანბანის 32 ასო (ერთი ასოს როლს ასრულებს პაუზა სიტყვებს შორის). ავუაროთ ეს ბილეთები, შემდეგ რიგრიგობით ამოვიღოთ ისინი ურნიდან და ჩავიწეროთ მათი თანმიმდევრობა. ყოველი ასოს ამოღების შემდეგ ბილეთი უკან ჩავაბრუნოთ ურნაში. ასეთი ცდის შედეგად ჩვენ მივიღებთ „ფრაზას“, რომელიც შეიძლება ასე გამოიყურებოდეს:

«СУХЕРРОБЬДШ ЯЫХВШЮАЙЖТЛФВЗНАТФОЕНВШТЦР
ПХГБКУЧТЖЮРЯПЧЬКЙХРЫ»

ცხადია ეს ტექსტი, მიუხედავად იმისა, რომ შედგენილია რუსული ასოებისაგან, არაფრით არ გვაგონებს რუსულ ენას. ეს ვამოწვეულია იმით, რომ აქ ასოები თითქმის ერთი და იმავე ალბათობით გვხვდება. და არ არის გათვალისწინებული რუსული ენისათვის დამახასიათებელი კავშირები ასოებს შორის.

ჩავატაროთ ახლა მეორე ცდა. ავიღოთ 1000 ბილეთი და სხვადასხვა ასოს დავუთმოთ ბილეთების იმდენი რაოდენობა, როგორი სიხშირითაც ისინი გვხვდებიან რუსულ მეტყველებაში. მაგალითად 90 ბილეთს დავაწეროთ ასო „О“, 72-ს — ასო „Е“, 2 ბილეთს — ასო „Ф“ და ასე შემდეგ. პაუზების რაოდენობა, როგორც ამაზე გამოკვლევები მიგვითითებენ, შეადგენს 17,5 %, რაც იმას ნიშნავს, რომ 1000 ბილეთიდან პაუზების აღმნიშვნელი ბილეთების რაოდენობა უნდა უდრიდეს 175-ს.

ზოგიერთი ენა, პირიქით, შეიცავს ძალიან გრძელ სიტყვებს, მაგალითად, თურქული, ესკიმოსური, ბასკური და სხვ. გრძელი სიტყვები, რომლებიც ხშირად მოიცავენ მთელი წინადადებების აზრს, ძალიან რთული წარმოსათქვამია და არც აღსაქმელად არის მარტივი. მაგალითად, ესკიმოსებს აქვთ სიტყვა „სავივიკსინაარტოკასუარომეროტიტოგოვ“, რომელიც სამ ათეულზე მეტ ფონემას შეიცავს და გამოხატავს აზრს „იგი ამბობს, რომ შენც მალე წახვალ იქ და იყიდი კარგ დანას“.

¹⁸ ვინაიდან ასეთი ცდები ქართული ენისათვის ჩატარებული არ არის მოგვეყვას რუსული ენისათვის არსებული მაგალითი.

ჩაეყაროთ ასეთი ბილეთები ურნაში, ავურიოთ ისინი საგულდაგულოდ და გავიმეოროთ ცდა. ამოღებული ბილეთების მიხედვით მიღებული ფრაზა ამ შემთხვევაში ოდნავ უფრო „რუსულად ჟღერს“:

«ЕЫНТ ЦИЯЫА ОЕРВ ОДНТ ЫУЕМЛОЛЙК ЗБЯ ЕНТВША»

მეტყველებაში ასოთა მონაწილეობის კანონების უფრო სრულყოფილად გამოსაყენებლად საჭიროა დამატებით გათვალისწინებულ იქნეს ასოთა წყვილების სტატისტიკაც. ასე, მაგალითად, ხმოვნის შემდეგ მეტი ალბათობით გვხვდება თანხმოვანი, ვიდრე მეორე ხმოვანი, სიტყვები რუსულში არ იწყება „რბილი ნიშნით“, ასო „И“-ს მერმე არ გვხვდება ასო „Ы“ და ა. შ.

წყვილების, ანუ დიადების, რუსულ ენაში შეხვედრის სიხშირეების გათვალისწინების შედეგად მიღებული ფრაზა ასე ჟღერს:

«УМАРОНО КА ВСВАННЫЙ РОСЯ НЫХ КОВКРОВ НЕДАРЕ»

ამ უკანასკნელი ფრაზის მისაღებად, რომელიც კიდევ უფრო დამსგავსა რუსულ ენას, საჭირო გახდა რთული ცდის ჩატარება. კერძოდ, საჭირო იყო 32 ურნის დამზადება, რომლებიც 32 ასოს შეესაბამებოდნენ. ყოველ ურნაში მოთავსებული იყო ბილეთები, რომლებზეც ორ-ორი ასო იყო აღნიშნული. პირველი ასო შეესაბამებოდა თვით ურნის ასოს, სხვადასხვა წყვილთა რაოდენობა კი ისეთი იყო, როგორც ეს გვხვდება რუსულ ენაში ამ ასოდან დაწყებული წყვილების სიხშირეების გათვალისწინებისას. ამ ცდაში სტატისტიკური კანონებით ხდება არა მხოლოდ წყვილების ამორჩევა ურნიდან, არამედ წინასწარ თვით ურნის არჩევა (ეს ეტაპი წინა ცდის მოდელირებას ემსახურება).

მაგრამ არც ეს ცდაა სრულყოფილი, ვინაიდან ენაში ასოების თანმიმდევრობათა სახეები უფრო რთულად არის ერთმანეთთან დაკავშირებული. ასე, ყოველი ასოს გამოჩენა ტექსტში ვარკვეულად განაპირობებს არა მხოლოდ მისი შემდგომი ასოების სხვადასხვა ალბათობით გამოჩენას, არამედ მესამე ასოს გამოჩენასაც. სამასოიანი ანუ ტრიადების კომბინაციების ვარიანტებისა და მათი შეხვედრის ალბათობების გათვალისწინება ძალიან რთულ ექსპერიმენტთან არის დაკავშირებული. ასეთი ფრაზის მოდელირება მაინც მოხერხდა. იგი ასე „გამოიყურება“:

«ПОКАК ПОТ ДУРНОСКАКА НАКОНЕПНО ЗИБ СТОВОЛОВИЛ СЕ ТВОЙ ОБНИЛЬ»

ენის კანონების უფრო სრულყოფილმა გათვალისწინებამ, რაც ოთხასოიანი კომბინაციების შერჩევა-გამოყენებაში გამოიხატა, საშუალება მისცათ მეცნიერებს შეექმნათ ფრაზა, რომელშიც ასოების შე-

ხვედრის თითქმის მთელი სტატისტიკაა გათვალისწინებული. აი, ის ფრაზაც, რომელიც უკვე ძალიან ჰგავს რუსულ ენას:

«ВЕСЕЛ БРАТЬСЯ НЕ СУХОМ И НЕПО И КОРКО»

რასაკვირველია, ეს ფრაზა არ შეიძლება ატარებდეს რაიმე აზრს, ვინაიდან მისი შედგენისას გათვალისწინებული იყო მხოლოდ ფონემათა სტატისტიკა და არ იყო მხედველობაში მიღებული არც ლექსიკონი და არც გრამატიკული წესები. მაგრამ უკვე ამ მაგალითიდან ჩანს, თუ რაოდენ დიდი იქნება ამ სტატისტიკის როლი მეტყველების ავტომატური ამოცნობის პრობლემის გადაჭრაში. როგორც უკვე აღვნიშნეთ § 2.8-ში, საერთოდ ენაში, ისევე როგორც კერძოდ ზეპირ მეტყველებაში, ჩვენ საქმე გვაქვს დიდ სიჭარბესთან, რაც საშუალებას იძლევა ბევრ შემთხვევაში აღვადგინოთ დაკარგული ასოები ან ფონემები, ვინაიდან წარმეტყველოთ, თუ რა სიტყვა უნდა მოსდევდეს წინა სიტყვებს და ა. შ. ასეთი მაგალითები ჩვენ ხშირად გვხვდება ცხოვრებაში, თუნდაც დამახინჯებული დეპეშის საზრისის აღდგენისას.

ამრიგად, ამა თუ იმ ენის ტექსტი მნიშვნელოვნად ვანისაზღვრება ამ ენის სტრუქტურით. ეს ნიშნავს, რომ ყოველი შემდეგი ელემენტის გამოჩენა ენაში ემორჩილება გარკვეულ კანონებს და სწორედ ამიტომ შეიძლება მისი პროგნოზირება. ასეთ სტრუქტურულ თავისებურებას ენის სიჭარბე ეწოდება. როგორც მეცნიერებმა გამოთვალეს, გარკვეული ტექსტის ყოველი შემდეგი ასოს გამოჩენა 50 %-ით უკვე წინასწარ განსაზღვრულია ენის კანონების მიხედვით. ზოგიერთ ენაში სიჭარბე 70 %-ც კი აღწევს. ამ სიჭარბით არის გამოწვეული ის, რომ ზოგიერთ აღმოსავლურ ენაში, მაგალითად არაბულში და აგრეთვე ძველებრაულში (ივრიტში) წერის დროს არ ხმარობენ ხმოვნებს, კითხვისას კი მათ მექანიკურად აღადგენენ. სიჭარბე კიდევ უფრო მატულობს (80 %), როდესაც ჩვენ საქმე გვაქვს სპეციალურ ტექსტებთან, მაგალითად, მათემატიკურთან ან ტექნიკურთან. შეზღუდული ლექსიკონის პირობებში ცხადია სიტყვების პროგნოზირება და ამდენად ფრაზების საზრისის გაგებაც ბევრად უფრო მარტივია.

ყველაფერი, რაზეც აქ იყო ლაპარაკი, ეხება ზეპირ მეტყველება-საც, მიუხედავად იმისა, რომ ფონემათა რიცხვი ბევრ ენაში მნიშვნელოვნად მეტია ასოების რიცხვზე. რაც შეეხება ქართულის შემთხვევას, აქ სრულიად არაფერი არ იცვლება წერილობითი ენიდან ზეპირსიტყვიერ მეტყველებაში გადასვლისას.

არსებობს მხოლოდ ერთი ნიუანსი. ზეპირ მეტყველებაში, თუკი იგი ნაწერი ტექსტის კითხვას არ გულისხმობს, ბევრად უფრო ხშირია ჰარბი, აზრის გასაგებად არააუცილებელი სიტყვები, ხშირია გამეორე-

ბები, სინონიმების ხმარება და სხვ. ყოველივე ეს კიდევ უფრო ზრდის მეტყველების გაგების უნარს.

ამოცნობის პროცესში კონტექსტის დიდ მნიშვნელობაზე მეტყველებს ასეთი ცდაც. მივცეთ გამოსაცნობად მსმენელს ჯერ სიტყვები ცალ-ცალკე, ხოლო შემდეგ იგივე სიტყვებისაგან შემდგარი ფრაზები. იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც ცდა მიმდინარეობს ხმაურში, სადაც ცალკეული სიტყვების გაგება საკმაოდ ჭირს, ფრაზა ჩვეულებრივად უფრო კარგად აღიქმება. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ამ შემთხვევაში ხშირად ვხვდებით, თუ რა სიტყვა უნდა მოდიოდეს წინამორბედი სიტყვის შემდეგ, ან ენის კანონებიდან გამომდინარე კორექტივს ვუკეთებთ იმ სიტყვებს, რომლებიც შეცდომით იყენენ აღქმული. ფრაზის კონტექსტი ამცირებს სავარაუდო სიტყვების რაოდენობას, რითაც ნაწილობრივ აუმჯობესებს მათ ამოცნობას ხმაურის ან შენობის ცუდი აკუსტიკის პირობებში.

გამოკვლეულია დეტალურად აგრეთვე ლექსიკონის მოცულობის გავლენაც სიტყვების ამოცნობაზე. მსმენელებს სხვადასხვა ცდის დროს აცნობდნენ ლექსიკონს, ე. ი. სიტყვებს, რომელთა შორის უნდა მონახულიყო სწორი სიტყვა მათი ხმაურში მოსმენის შედეგად. გამოირკვა, რომ, როდესაც მსმენელებს ეძლეოდათ ღარიბი, მაგალითად, რამდენიმე სიტყვისაგან შემდგარი ლექსიკონი, ისინი დიდ ხმაურშიც საკმაოდ დიდი საიმედოობით ამოიცნობდნენ, თუ რა სიტყვა იქნა წარმოთქმული. რაც შეეხება იმავე პირობებში დიდი რაოდენობის (რამდენიმე ასეული) სიტყვების ამოცნობას, მისი სიზუსტე ძალიან ეცემოდა.

ლექსიკონის ზომისა და ამოცნობის პროცენტის დამოკიდებულება მოცემულია ქვემოთ მოყვანილ ცხრილში.

ცხრილი 5

მარტვი, ერთმარცვლიანი სიტყვების რაოდენობა საცდელ ლექსიკონში	ამოცნობის საიმედოობა, %
2	87
4	59
8	57
16	51
32	39
256	14

აქ მოყვანილი შედეგების ეფექტიანობა საკმაოდ ხშირად გვხვდება ყოველდღიურ ცხოვრებაში. რკინიგზისა და აეროპორტის პირობებში ჩვენ ხშირად კარგად ვარჩევთ გამოცხადებულ რეისს, ქალაქსა და

დროს მხოლოდ ამიტომ, რომ ჩვენ მოველით ამა თუ იმ სიტყვების გამოცხადებას, ე. ი. ვიცით ის ლექსიკონი, რომელშიც უნდა ვეძიოთ ჩვენთვის საჭირო სიტყვები. შემთხვევითი მსმენელისათვის კი იმავე გამოცხადებული ცნობების გარჩევა საკმაოდ რთულია.

ამ ფაქტს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება მეტყველების გაგების პროცესში, ვინაიდან ყოველ კონკრეტულ ცხოვრებისეულ სიტუაციაში ჩვენ საქმე გვაქვს პრობლემურად შეზღუდულ ლექსიკონთან და სიტყვათა ეტალონებს სწორედ ამ მოსალოდნელი ლექსიკონის ფარგლებში ვეძებთ¹⁹.

აქ ჩვენ ვილაპარაკეთ მეტყველების სტატისტიკაზე, ე. ი. იმ კანონებზე, რომლებიც იძლევა ამა თუ იმ სამეტყველო ერთეულების ალბათურ მონაწილეობას სხვადასხვა კონტექსტში. ცხადია, რომ ეს კანონები ავტომატური ამოცნობის ან გაგების სისტემებში მათი გამოყენების მიზნით წინასწარ უნდა იქნეს შესწავლილი და შეტანილი სისტემის ალგორითმში.

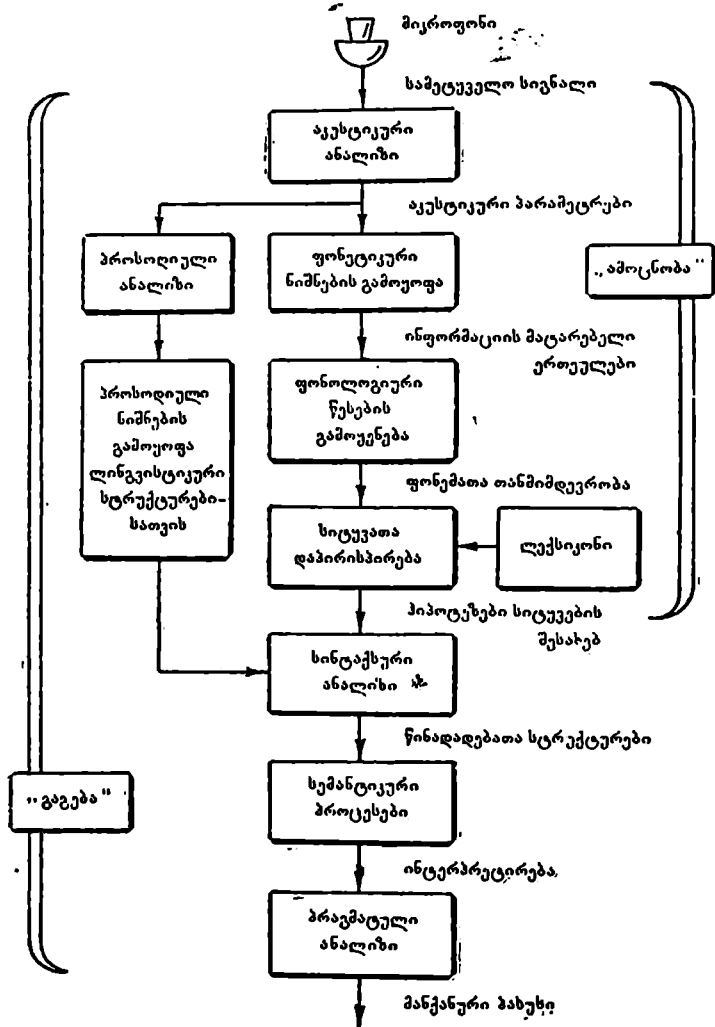
ეს ექვს გარეშეა, რომ ფონოლოგიური წესების, ლექსიკონის და სხვა ლინგვისტიკური ხასიათის ცოდნის გამოყენება არსებითად უწყობს ხელს ფრაზის სწორ ავტომატურ ამოცნობასა და გაგებას სამეტყველო სიგნალის თვით არასრულყოფილი აკუსტიკური ანალიზის პირობებშიც.

მაგრამ არ უნდა დავივიწყოთ ისიც, რომ ასეთი მრავალმხრივი ინფორმაციის გამოყენება ხშირად ძალიან ართულებს სისტემას და ვერ უზრუნველყოფს ამ დიდი და შრომატევადი სამუშაოების ჩატარებას დროის რეალურ მასშტაბში, ე. ი. ისე მყისიერად, როგორც ამას ადგილი აქვს ადამიანთა შორის სამეტყველო ურთიერთობის დროს. ამით არის გამოწვეული, რომ გაგების უმეტეს სისტემებში ვერ ხერხდება მეტყველების შესახებ მთელი სტატისტიკური მონაცემების შეყვანა (მით უმეტეს, რომ ასეთი მონაცემები მათი სირთულის გამო მეცნიერებას არც მოეპოვება უმეტესი ნებისათვის) და კმაყოფილებიან მხოლოდ მკაცრად დეტერმინებულ, ე. ი. არაალბათური წესებით.

¹⁹ სიტყვათა რაოდენობა ენაში რამდენიმე ასეულ ათასს შეადგენს, თუ არ ჩავთვლით მათ ვარიანტებს ბრუნვის, რიცხვისა თუ დროის მიხედვით. დალის ლექსიკონში რუსული ენისათვის თავმოყრილია 200000 სიტყვა. ვებსტერის ინგლისური ენის ლექსიკონში 450000 სიტყვაა.

ჩვეულებრივად განათლებული ადამიანი ხმარობს რამდენიმე ასეულ ათას სიტყვას, დაბალი განათლებისა კი რამდენიმე ათას სიტყვას. ილფისა და პეტროვის „12 სკამის“ გმირი „ელოჩკა-ლიუდოვოჩკა“, როგორც გახსოვთ, მხოლოდ 30 სიტყვის ხმარებით კმაყოფილდებოდა. საკმაოდ ბევრი რამის გამოთქმა შეიძლება 1000 სიტყვითაც კი. ეგრეთ წოდებული ძირითადი ინგლისური (Basic English) შეიცავს მხოლოდ 850 სიტყვას.

სამეტყველო სიგნალის შინაარსის (საზრისის) ავტომატური გაგების პროცესი გულისხმობს ცოდნის სხვადასხვა წყაროს გამოყენებას დაწყებული სიგნალის აკუსტიკური ანალიზიდან და დამთავრებული მი-



ნახ. 12. შეტყველების გაგების სხვადასხვა დონე

სი პრაგმატული ანალიზით. ამ პროცესის სტრუქტურული სქემა მოცემულია ნახ. 12-ზე.

ასეთი მრავალსაფეხურიანი სტრატეგიის გამოყენების აუცილებლობა განაპირობა იმ მოსაზრებამ, რომ ვაგების პროცესის ვერც ერთი აქ მოყვანილი საფეხური, ცალკე აღებული, ვერ უზრუნველყოფს სწორი გადაწყვეტილების მიღებას მაშინ, როცა სასურველი შედეგის მიღწევა ადვილი მოსალოდნელია ცოდნის ყველა ამ წყაროს კომპლექსური ვითვალისწინების საფუძველზე.

შეეჩერდეთ ახლა დაწვრილებით ყოველი ამ საფეხურის ფუნქციაზე და მათ როლზე მეტყველების გაგებაში.

სამეტყველო სიგნალის პირველადი დამუშავების შემდეგ, რომელიც გულისხმობს მისი ინტენსივობისა და ხანგრძლივობის ნორმალიზაციას-გათანაბრებას და აგრეთვე ხმაურისაგან მის გაწმენდას (ეს უკანასკნელი პროცედურა ამ სქემაზე ნაჩვენები არ არის), ხორციელდება აკუსტიკური დონის ერთ-ერთი ძირითადი ოპერაცია — ბგერათა რაობის დამახასიათებელ ნიშანთა გამოყოფა. ამისათვის ამ ეტაპზე ტარდება ბგერითი სიგნალის სპექტრული ანალიზი, მისგან ძირითადი ტონის გამოყოფა, მისი დაყოფა მელერ და ყრუ მონაკვეთებად, პაუზების და მახვილების დაფიქსირება და სხვ. მიღებულ ნიშანთა საფუძველზე წარმოებს სამეტყველო სიგნალის სეგმენტაცია დისკრეტულ (წყვეტილ) ელემენტებად. ეს უკანასკნელები უპირისპირდება წარმოთქმულ სიტყვას ან თუ ფრაზაში მოცემულ ფონემათა თანმიმდევრობას. აკუსტიკური სიგნალის ასეთი დახარისხება ან მარკირება, როგორც მას ხშირად უწოდებენ სპეციალურ ლიტერატურაში, ხდება ფონემათა წინასწარ შექმნილი ეტალონების მიხედვით.

აღწერილი ფონეტიკური ანალიზის დონეზე სისტემა ჩვეულებრივ აწარმოებს რამდენიმე ალტერნატიული ჰიპოთეზის წამოყენებას სიგნალის ამ მონაკვეთის რაობაზე. ეს ნიშნავს, რომ ყოველ სეგმენტს სისტემა შეუსატყვისებს არა ერთ, არამედ რამდენიმე საფარულს პასუხს.

მაგრამ სამეტყველო სიგნალის აკუსტიკური და ფონეტიკური ანალიზის აღწერილი სქემა სიგნალის სირთულის გამო ვერ იძლევა ისეთ ცალსახა და ადეკვატურ სურათს, რომელმაც მიღებულ ფონემათა თანმიმდევრობის საფუძველზე უშუალოდ უნდა გამოხატოს გამოსაცნობ სიგნალში განსახიერებული სემანტიკური ინფორმაცია.

ამიტომ სწორედ ამ ეტაპზე სასურველი შედეგის მიღწევის მიზნით პროცესში ჩაირთვება ლინგვისტიკური ინფორმაციის სხვადასხვა წყარო.

ფონეტიკური ანალიზის შემდგომ მიღებული ფონემატური სიმბოლოები, შემდგომ ეტაპზე მოწმდება ენის ფონოლოგიური წესების სა-

შუალებით. ამ წესების გათვალისწინება მიზნად ისახავს მიღებული ფონემების კორექტირებას და მათ მოწესრიგებას ერთიანი მწკრივის სახით მათი კონტექსტის გათვალისწინების საფუძველზე.

ბუნებრივი მეტყველების დროს ხმოვანთა და თანხმოვანთა გარემოცვის შესწავლამ, მახვილების ფიქსირებამ, პაუზის არსებობამ სიტყვის წინ ან ბოლოს შეიძლება გამოიწვიოს შესაძლო ჰიპოთეზების გადასინჯვა და მათგან ყველაზე უფრო ალბათურის შერჩევა. მათ შორის სპეციალისტებს მიაჩნიათ, რომ ფონოლოგიური წესების ნუსხანებისმიერ ენაში შეიძლება რამდენიმე ასეულ ეტაპს შეიცავდეს. მათ საფუძველზე ზოგიერთდება ახალ ფონემათა ჩამატება არსებულ მწკრივში ან, პირიქით, ზოგიერთი მათგანის ამოღება, შემდეგ ფონემათა გაერთიანება, ერთი ფონემის შეცვლა მეორეთი და სხვ.

ფონოლოგიური წესების გამოყენების შედეგად შეიძლება მოხდეს ფონეტიკური ანალიზის კორექტირებაც სეგმენტებში დამატებითი საზღვრების შეტანით ან, პირიქით, ორი სეგმენტის გაერთიანებით²⁰.

აღწერილი პროცედურების შემდეგ ძალაში შედის სიტყვებისა და ამის პარალელურად მათი ცალკეული მორფემების და, საერთოდ, სიტყვის ნაწილების დადგენა. ამ პროცესის შედეგად, რომელსაც ლექსიკურ და მორფოლოგიურ ანალიზს უწოდებენ, ხდება ახლა უკვე სიტყვისა და მისი კონკრეტული ფორმის (ბრუნვა, რიცხვი, სქესი და სხვ.) შესახებ ჰიპოთეზების წამოყენება. ვინაიდან პრაქტიკაში უმეტესად საქმე გვაქვს სხვადასხვა დარგის ამოცანებთან და შესატყვის კონტექსტებთან, რომლებიც ამა თუ იმ ენის ლექსიკონის მხოლოდ გარკვეულ სპეციალურ ნაწილს იყენებენ, მორფოლოგიური და ლექსიკური ანალიზიც ამისდა მიხედვით გამარტივებულია და რეალიზდება მხოლოდ ამ კონკრეტული ამოცანის გათვალისწინებით. ცალკეულ სისტემებში მორფოლოგიური ანალიზი დამოუკიდებლად არც კი ტარდება, არამედ პატარა მასშტაბით გაერთიანებულია ლექსიკურ ნაწილში.

იმისათვის, რომ მიღებული სიტყვების თანმიმდევრობიდან შემდგომ ეტაპზე მოხდეს ფრაზათა შესახებ გარკვეული ჰიპოთეზების წამოყენება, საჭიროა ჩართულ იქნეს სიგნალის პროსოდიული მახასიათებლები, კერძოდ, ტემპი, რიტმი, პაუზა, მახვილი და, რაც მთავარია, ძირითადი ტონის მელოდია. ეს მახასიათებლები საშუალებას გვაძლევს მოვნახოთ ფრაზაში სინტაქსური საზღვარი, გავარჩიოთ ერთმანეთისაგან კითხვითი და ბრძანებითი წინადადება, გამოვყოთ ლოგიკური მახვილი და სხვ.

²⁰ საჭიროა აღინიშნოს რომ ფონოლოგიური წესები ჯერ კიდევ არ არის კარგად შესწავლილი ან სრულყოფილად ჩამოყალიბებული მთელი რიგი ენებისათვის, მათ შორის ისეთი გავრცელებული ენებისათვისაც კი, როგორიცაა ინგლისური და რუსული.

ლექსიკური ინფორმაციისა და მოცემული ლინგვისტიკური სტრუქტურების პროსოდული ნიშნების გამოყოფის საფუძველზე იწყება სიტყვათა მწკრივის გრამატიკული ექსპერტიზა. ეს გულისხმობს ენის ზოგადი სინტაქსური შეზღუდვების გამოყენებას (მაგალითად, ყოველი სიტყვა-ფორმა არ შეიძლება შეგვხვდეს ნებისმიერი სიტყვა-ფორმის შემდეგ). ასეთი დამუშავების საფუძველზე ალტერნატიული სიტყვებიდან შედგენილი რთული მწკრივი დაიყვანება ერთ ან რამდენიმე სინტაქსურად გამართულ წინადადებად, რაც არსებითად სიტყვათა თანმიმდევრობის დადგენაში გამოიხატება. მართლაც სიტყვათა ნებისმიერი თანმიმდევრობა დასაშვები რომ იყოს და ამრიგად სინტაქსური ანალიზის ჩატარების აუცილებლობა არ იდგეს, შესაძლო ფრაზების რაოდენობა იმდენად დიდი იქნებოდა, რომ მათი გადამოწმება გამომთვლელ მანქანასაც კი გაუჭირდებოდა დროის რეალურ მასშტაბში.

სინტაქსური სტრუქტურა ზღუდავს როგორც სიტყვების თანმიმდევრობას, ისე მათ ურთიერთკავშირს, რაც, თავის მხრივ, არსებითად ამცირებს ფრაზათა შესაძლო რაოდენობას. სინტაქსურმა ანალიზმა უნდა მოახდინოს აგრეთვე სიტყვათა რამდენიმე დასაშვები ვარიანტიდან საჭირო ვარიანტის გამოყოფა²¹. ასეთი დამუშავების საფუძველზე ალტერნატიული სიტყვებიდან შედგენილი რთული მწკრივი დაიყვანება ერთ ან რამდენიმე სინტაქსურად გამართულ წინადადებად.

იმისათვის, რომ ამორჩეულ იქნეს ამ წინადადებებიდან ის, რომელიც შეესაბამება წარმოთქმულ ფრაზას, საჭიროა ისინი შემოწმდნენ არა მარტო სინტაქსურად, არამედ სემანტიკურადაც და აგრეთვე პრაგმატიკულადაც. მაგალითად, შეიძლება სინტაქსურად გამართული წინადადება სრულიად უაზრო აღმოჩნდეს თავისი საზრისის მიხედვით (ვთქვათ, ფრაზა: „ზღვის თავის მჩატე ხანგრძლივობა მძიმედ ელავს“).

²¹ თუ რა დიდი მნიშვნელობა აქვს სინტაქსურ ანალიზს, შეიძლება დავინახოთ ისეთი ენების განხილვიდან, სადაც სიტყვათა თანმიმდევრობას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება. ასე მაგალითად, ჩინურ ენებში სრულიად იცვლება აზრი, თუ ერთი და იგივე სიტყვები ფრაზაში სხვადასხვა თანმიმდევრობით იქნება მოცემული. მაგალითად, ფრაზა „ტა ბუ ნა ვო“ ნიშნავს „მას არ ეშინია ჩემი“, ხოლო ფრაზა „ეო ბუ ნა ტა“ გაოხატავს საწინააღმდეგო აზრს — „მე არ მეშინია მისი“. ჩინელს არ სჭირდება შეცვალოს სიტყვა „მისი“ სიტყვით „მას“, სიტყვა „მე“-სიტყვით „ჩემი“, სიტყვა „მე-შინია“-სიტყვით „ეშინია“. ბერძნები ჩინურში გამოიხატება სიტყვათა ადგილთა ფრაზაში.

ზოგიერთ ენას არ გააჩნია დროის (წარსული, აწმყო, მომავალი), რიცხვის (მხოლოდითი, მრავლობითი), სქესის (მდედრობითი, მამრობითი, საშუალო) და სხვა კატეგორიები. უკვე აქედან ჩანს, რომ ენებს ახასიათებს განსხვავებული გრამატიკული წესები და ამიტომ ამ წესების გათვალისწინება ფრაზების აზრის გაშიფვრისას აუცილებელ ეტაპს წარმოადგენს.

ან ფრაზას აზრი ჰქონდეს, მაგრამ კონკრეტული ამოცანის კონტექსტში იგი ვერ გემოიყენება (მაგალითად, ფრაზა სიყვარულზე მათემატიკურ ტექსტში). ასეთ შემთხვევაში გაბმული მეტყველების გავების სისტემას უნდა ჰქონდეს წინა ეტაპზე მიღებული გადაწყვეტილების გადასინჯვის უნარი, რათა მან შეძლოს დაშვებული შეცდომების გათვალისწინება და ისეთი გზის არჩევა, რომელიც ძიებას დამაკმაყოფილებელ შედეგამდე მიიყვანს. ეს კი უნდა მოხდეს მანქანის მიერ გარკვეულ კრიტერიუმთა გამოყენების საფუძველზე, რომელთა დადგენა სისტემის კონსტრუქტორის მთავარი ამოცანაა.

საერთოდ, სისტემა ყოველ ეტაპზე, დაწყებული ფონეტიკიდან და დამთავრებული პრაგმატიკით, როგორც უკვე აღვნიშნეთ, უნდა იძლეოდეს გადაწყვეტილების რამდენიმე ყველაზე უფრო ალბათურ ვარიანტს, რომელთა გადარჩევა უნდა წარმოებდეს არა თანმიმდევრობით, ისე როგორც ეს ჩვენ წარმოვიდგინეთ გამარტივებისათვის ნახ. 12-ზე, არამედ ბევრად უფრო რთული პროგრამის მიხედვით. სისტემის ორგანიზაცია ისე უნდა იყოს აგებული, რომ მან სწრაფად და საიმედოდ მონახოს სწორი პასუხი. ამისათვის კი საჭიროა, სისტემამ იმუშაოს პარალელურად და კომპლექსურად ცოდნის სხვადასხვა წყაროს კომბინირებულად გამოყენების მეშვეობით.

§ 3.8. ბაზების პროცესის დემონსტრაცია მაგალითზე

გაგების პროცესის ყველა ეტაპის როლისა და მნიშვნელობის საილუსტრაციოდ მოვიყვანოთ ერთი მარტივი მაგალითი და ავხსნათ მასში მიმდინარე პროცესები.

დავუშვათ, საინფორმაციო-საცნობარო სისტემასთან ურთიერთობის პროცესში მომხმარებელმა ტელეფონის საშუალებით მიმართა მას ფრაზით: „ეს საცნობარო სისტემაა?“ იმისათვის, რომ სისტემა ჩაებას მომხმარებელთან სამეტყველო დიალოგში, მან უნდა ამოიცნოს ნათქვამის შინაარსი და შესაბამისი რეაქცია მისცეს კითხვას — ე. ი. უპასუხოს დადებითად: „დიახ, ეს საცნობარო სისტემაა“ და ა. შ.

ნახ. 13-ზე მოცემულია სისტემის მიერ აღსაქმელი ფრაზის „ეს საცნობარო სისტემაა?“ შესატყვისი ბგერითი სიგნალის ანალიზის ყველა ეტაპი იმ თანმიმდევრობით, როგორც ეს მოცემული იყო ნახ. 12-ზე. უპირველეს ყოვლისა სისტემას სატელეფონო კავშირგაბმულობის არხის საშუალებით მიეწოდება სამეტყველო სიგნალი, რომლის ოსცილოგრაფა პირველ ეტაპზეა მოცემული.

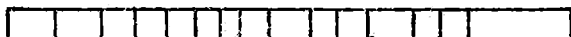
ამოსაცნობი
სამეურველო
ხეგნალი



სხეკლელი
ანაღიზი



სეკენეცია



ფოსტეკერი
ანაღიზი

1	ს	ა	ც	ნ	ბ	ა	რ	ტ	ი	ხ	ლ	ნ	ა
	ფ	ხ		ლ	მ		ფ	უ	ხ		ფ	ც	მ
				ფ			ნ				რ		

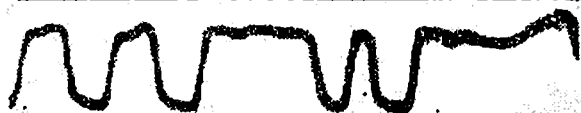
ფოსტეკერი
ანაღიზი

1	ა	ა	ც	ნ	ბ	ა	რ	ტ	ი	ხ	ლ	ნ	ა
	ფ	ხ		ლ	მ		ფ	უ	ხ		ფ	ც	მ
				ფ			ნ				რ		

ფოსტეკერი
ანაღიზი

1	მადრიდალი		ცის	ფემა
უბაც	- ღუბა	რო	სირქა	
უბა	ცის	ბარბარემა		
	საცნობარო			
	საცნობარო		მისტემა	
	უბა			

სიბიდიდელი
ანაღიზი



სიბიდიდელი
ანაღიზი

1	საცნობარო		სირქა?
	საცნობარო		ფემა?
	საცნობარო		მისტემა?
	უბაც	უბანო	

სიბიდიდელი
ანაღიზი

1	უბაც	უბანო	სირქა?
	საცნობარო	საცნობარო	მისტემა?

სიბიდიდელი
ანაღიზი

1	საცნობარო		სირქა?
	საცნობარო		მისტემა?
	საცნობარო მისტემა?		

ნახ. 13. წარმოთქმული ფრაზის „ეს საცნობარო სისტემა“ გაგების ილუსტრაცია

ამ სიგნალის აკუსტიკური ანალიზი, როგორც უკვე ვთქვით, სხვადასხვა ნიშანთა გამოყოფასთან ერთად გულისხმობს ბგერათა სპექტრულ ანალიზს. ეს უკანასკნელი დინამიკური სპექტროგრამის სახით მოცემულია ნახატის მეორე საფეხურზე.

აკუსტიკური ანალიზის ფუნქციაში შედის აგრეთვე სიგნალის სეგმენტაცია, რომლის შედეგი ნახატზე ხაზებით არის აღნიშნული.

აღწერილ ოპერაციათა საფუძველზე ხორციელდება მეტყველების ფონეტიკური ანალიზი. როგორც ნახტიდან ჩანს ამ ეტაპზე მიიღება სხვადასხვა სახის გადაწყვეტილება. ზოგ შემთხვევაში სისტემა ვერ წყვეტს ცალსახად, რა ფონემა შეესაბამება ამა თუ იმ სეგმენტს, და იგი იძლევა ფონემათა ორ და ზოგჯერ სამ ალტერნატიულ ვარიანტსაც კი. ხშირად სისტემის მიერ სეგმენტი ორ ფონემად იყოფა, ზოგჯერ კი სისტემა მერყეობს: ფონემაა ეს სეგმენტი თუ პაუზა? (ეს უკანასკნელში აღინიშნება ჭურათზე როგორც Ø).

შემდეგ ეტაპზე ხდება მიღებულ ფონემათა ანალიზი ფონოლოგიური წესების გათვალისწინებით. მაგალითად, ქართულში დაუშვებელია ბგერათა კომპლექსები „წზ“ და „ტლ“, რის გამოც ფონემათა სავარაუდო ნუსხა შეიცვლება გარკვეული ფონემების თანმიმდევრობის გამორიცხვით.

ამ და სხვა წესები მიყენება მეტყველების ამ დონის ანალიზისადმი წარმოშობს სავარაუდო სიტყვების სიას, რომლებიც შეიძლება შედგენილ იქნენ მოცემულ ფონემათა საფუძველზე. სიტყვათა ეს ვარიანტები გამოყოფილია ნახატზე ვერტიკალური ხაზებით.

ორიენტირებული ლექსიკონი, ე. ი. საერთო ლექსიკონის ის ნაწილი, რომელიც ამ კონკრეტულ სისტემაში გამოიყენება, ამოაგდებს სიტყვათა მოცემული ნუსხიდან მთელ რიგ ვარიანტებს, მაგალითად, სიტყვას „ცის“, საკუთარ სახელს „ლუბას“, დიალექტებს „რო“ და „ე“ და ა. შ. ასეთი ანალიზის შედეგად სავარაუდო სიტყვების სია არსებითად შემცირდება.

სამეტყველო სიგნალის პროსოდიული ანალიზის შედეგად, რომელიც სურათზე მელოდიისა და სეგმენტების ხანგრძლივობის შესწავლას ეფუძნება, კეთდება დასკვნა, რომ ფრაზა კითხვითია. ამის საბუთად გამოდგა უკანასკნელი სეგმენტის სპექტრული სურათის ერთგვაროვნობა, მისი ხანგრძლივობა და ხმის ძირითადი ტონის ამბლლების ფაქტი.

ლინგვისტიკური ანალიზის შემდეგი საფეხურია სინტაქსური ანალიზი. ამ საფეხურს გასარჩევად ეძლევა სიტყვათა ექვსი თანამიმდევრობა, ანუ ექვსი ფრაზა. ამ თანამიმდევრობათაგან სინტაქსურად დასა-

შეგები ფრაზის შერჩევისას შესაბამისი განხილვის შედეგად გამოირიცხება მეორე, მესამე და მეოთხე ფრაზა. ასე მაგალითად, მეორე გამო-
ნათქვამში ორი არაერთგვაროვანი შემასმენელია („ცნო“ და „ბარო-
სისტემა“), რაც ქართული სინტაქსური ნორმების მიხედვით მართივ
წინადადებაში დაუშვებელია. მესამე ფრაზაში არ არის სწორი შეთან-
ხმება მსაზღვრელსა და საზღვრულს შორის. უნდა იყოს „საცნობაროს
თემა“. „ი“-ანი ფორმა („საცნობაროსი“) სინტაქსურად უაზრობას ქმნის.
იგივე ითქმის მეოთხე ფრაზაში „სი“-ანი ფორმის შესახებ სიტყვა-
ში „საცოდოსი“, რის გამოც ფრაზა სინტაქსურად დაუშვებლად არის
მიჩნეული.

ამრიგად, შემდგომ დონეზე სემანტიკური განხილვის საფუძველზე იქ-
ცევა უკვე სამი ფრაზა, რომლებიც გამართლებული არიან ანალიზის
ყველა წინა ეტაპის თვალსაზრისით. ეს ფრაზებია „ესეც უდნაო სირე-
ნაა“, „ეს, საცოდაო, სისტემა?“ და „ეს საცნობარო სისტემა?“ სი-
ტყევებს შორის სემანტიკური მიმართებები ამ სამი ფრაზიდან ამოვადებს
პირველ ფრაზას, ორ დანარჩენს კი დატოვებს. მართლაც, სემანტიკუ-
რად ორივეს არსებობა შესაძლებელია.

რაც შეეხება პრაგმატულად გამართლებულ ფრაზას, ამორჩეული
ორი ალტერნატივიდან, ასეთს წარმოადგენს მეორე „ეს საცნობარო სი-
სტემა?“ რაც სისტემის საბოლოო გადაწყვეტილებას შეესატყვისება.

§ 3.9. რას უშიშლავა ველოდოთ მოგვალში

სპეციალისტები თვლიან, რომ უწყვეტი მეტყველების აღქმის
დროს ადამიანი აკუსტიკურ დონეზე სწორად ანუ აღეკვრტურად არჩევს
მხოლოდ ბგერების 50 %. ასეთი დასკვნა ვაკეთებულია ისეთი ცდე-
ბის შედეგად, რომლებიც უაზრო სიტყვებისაგან შემდგარი სამეტყვე-
ლო ნაკადიდან ბგერების ამოცნობას ისახავდნენ მიზნად. არც ლინგვის-
ტიკური ინფორმაციის გამოყენება ზდება დიდი საიმედოობით ყოველ
ცალკეულ საფეხურზე. მიუხედავად ამისა, აღქმის მთელი პროცესი
ცოდნის ყველა წყაროს ურთიერშეთანხმებული გამოყენებით საშუა-
ლებას აძლევს ადამიანს, გაიგოს გამონათქვამის საზრისი მაშინაც კი,
როდესაც მეტყველების აქტი ხელშეშლულ რთულ პირობებში ტარ-
დება.

ამრიგად, მეტყველების გაგების მექანიზმი ადამიანში საკმაოდ სა-
იმედოდ მუშაობს, თუმცა ეს მექანიზმი ცალკეული შემადგენელი ელე-
მენტების თვალსაზრისით შეიძლება ზოგჯერ არც თუ ისე საიმედოდ

გამოიყურებოდეს²². რაც შეეხება მეტყველების ავტომატური გაგების სისტემების შექმნას, ეს პრობლემა დამაკმაყოფილებელი საიმედოობის თვალსაზრისით ჯერ კიდევ თავის პირველ ნაბიჯებს დგამს. ამჟამად საკმაოდ არასაიმედოდ ტარდება სიგნალის აკუსტიკური ანალიზი, ცუდად არის შესწავლილი ფონოლოგიური წესები, ჯერ კიდევ ვერ მოერგო გაგების სისტემათა სტრუქტურას პროსოდიულ ნიშანთა გამოყენება, ვერ აიგო გადაწყვეტილების მიღების ეფექტური მეთოდი, რომელიც უშეცდომოდ იმუშავებდა გაფართოებული ლექსიკონისა და რთული ლინგვისტიკური პროცესორის პირობებში.

მიუხედავად ყოველივე ამისა, ჩვენ არა გვაქვს საფუძველი ვიფიქროთ, რომ მეცნიერება და ტექნიკა პრინციპულად ვერ მიაღწევს მეტყველების მანქანური ამოცნობისა და გაგების პროცესის ცალკეული საფეხურების იმუშავების იმავე ან დაახლოებით იმავე დონეს, როგორცაც ფლობს ადამიანი.

ყოველ შემთხვევაში შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ უწყვეტი მეტყველება (რამდენიმე ათასი სიტყვის მქონე ლექსიკონის ფარგლებში), რომელიც არ არის დამახინჯებული გარე ხმაურით, წარმოთქმულია ადეკვატური სტილით (გარკვევით), ემოციურად ნორმალურ ვითარებაში და გარკვეული ხმის (მანქანისათვის ხელსაყრელ) დიქტოროთა მიერ, შეიძლება „გაგებულ“ იქნეს მანქანის მიერ და, აზრივად, სასურველი მიზანი მიღწეულ იქნეს უკვე 80-იანი წლების ბოლოს ან 90-იან წლებში.

²² ეს დასკვნა სრულიად არ გამორიცხავს შემთხვევებს, როდესაც გამონათქვამის შინაარსი დამოკიდებულია ერთეული ფონემების სწორ ალქმზე. თუ რა მნიშვნელობა აქვს ცალკეულ ფონემებს წინადადებების საზრისის გადაცემაში, კარგად ჩანს შემდეგი მაგალითიდან:

ოქსფორდის უნივერსიტეტის ახალი კოლეჯის თავი, ვინმე სპუნერი ცნობილი იყო იმით, რომ იგი საშინლად ამახინჯებდა ფრაზების შინაარსს ცალკეული ფონემების შეცვლითა და გადაადგილებით. ასეთ გამოთქმებს ისტორიულად სპუნერიზმები ეწოდა. ერთხელ თურმე, სპუნერმა ერთ ქალბატონს ეკლესიაში იმის მაგივრად, რომ მიემართა „May I show you to a seal?“ („ნება მომეცით მიგაცილოთ თქვენს ადგილზე“) უთხრა შემდეგი „May I sew you on a sheet?“ („ნება მომეცით დაგაყრათ ლეიბის პირზე“);

თავი IV

მანქანური მატყველება

§ 4.1. ცოტათივე ცნობები პრობლემის ისტორიიდან

მოლაპარაკე მანქანების შექმნის ინტერესი აღმოიქმნა ჯერ კიდევ შორეულ წარსულში გაუნდა დასაწყისში, საბერძნეთისა და რომის ანტიკური ცივილიზაციის ხანაში, იგი დაკავშირებული იყო სარწყმ-

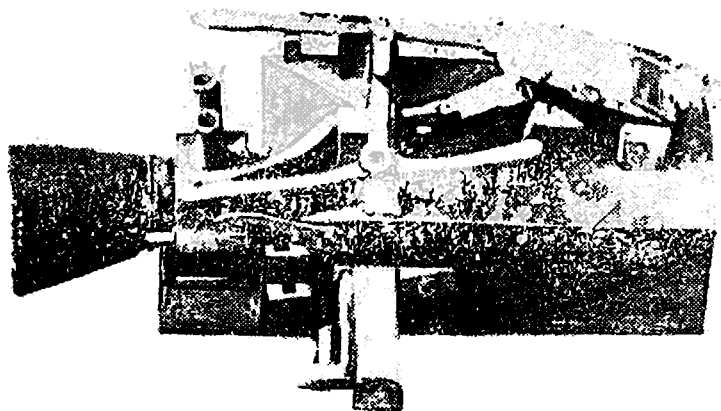


ნახ. 14. ინტერესი მოლაპარაკე მანქანების მხრით შორეული წარსულიდან იწყება

წლების განმტკიცებასთან. ღვთის მსახურნი, ქურუმები თავიანთ კერებებს მიაწერდნენ ხალხთან უშუალოდ ლაპარაკის უნარს. ეს იყო მხოლოდ მისტიფიკაცია. ადამიანის ხმა მიღების სისტემის გავლით აღწევდა ქანდაკებას და იძენდა მრისხანე და საიდუმლო ხმის ელფერს. ამრიგად იქმნებოდა ღმერთების ადამიანებთან უშუალო ურთიერთობის ილუზია, რაც საერთო გაცეხასა და შიშს იწვევდა (ნახ. 14).

შუა საუკუნეებში მოლაპარაკე მექანიზმების შექმნის ცდებმა უფრო სერიოზული და მეცნიერულად დასაბუთებული ხასიათი მიიღო. ადამიანს გაუჩნდა სურვილი ღრმად ჩასწვდომოდა მეტყველების წარმოქმნის ბუნებრივ პროცესს, მის ფიზიოლოგიურ არსს. ამისათვის საჭირო იყო შესაბამისი ხელოვნური მოდელების შექმნა, რომელთა გამოცდა ნათელს მოჰფენდა ბგერათა წარმოშობის რთულ მექანიზმს.

ცალკეული ბგერების სინთეზირების პირველი ცდა განხორციელდა პეტერბურგში 1779 წელს. საიმპერატორო აკადემიის მიერ გამო-

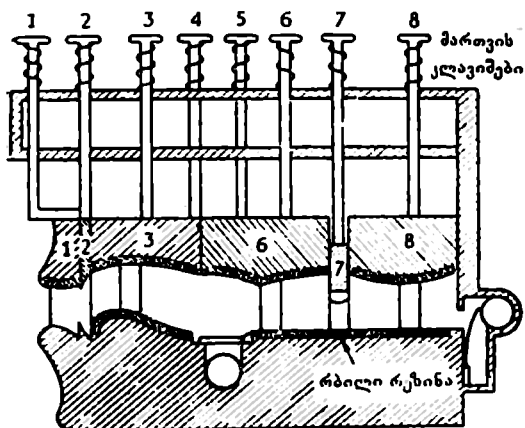


ნახ. 15. პირველი მექანიკური სინთეზატორი

ცხადებული კონკურსის თანახმად, უნდა აეხსნათ ხმოვან ბგერათა შორის განსხვავების ფიზიოლოგიური და ფიზიკური არსი და უნდა შექმნილიყო მათი ხელოვნური ანალოგები. ამ ამოცანას ყველაზე კარგად გაართვა თავი კრატცენშტეინმა, რომელმაც შექმნა ადამიანის სამეტყველო აპარატის ფორმის შესატყვისი აკუსტიკური რეზონატორები. მოგვიანებით (1791 წ.) ინგლისში კემპელენის მიერ შეიქმნა უფრო რთული მანქანა გაბმული მეტყველების ნიმუშების მისაღებად. ეს მან-

ქანა დღესაც არსებობს და გამოფენილია ქ. მიუნხენის მუზეუმში (ნახ. 15). მიუხედავად იმისა, რომ მანქანას შეზღუდული შესაძლებლობები ჰქონდა, კერძოდ, მას არ გააჩნდა უნარი წარმოეშვა მსკდომი ბგერები, იგი მაინც იმსახურებდა მაღალ შეფასებას. ასეთი შეფასება კი კემპელენის სინთეზატორმა თავი დროზე ვერ დაიმსახურა. შესაძლოა ეს გამოწვეული იყო იმით, რომ უფრო ადრე კემპელენი ჰადრაკის მოთამაშე მანქანის კონსტრუირების დროს ტყუილში დაიჭირეს: მას „მანქანაში“ დამალული ჰყავდა პატარა ტანის კარგი მოჰადრაკე.

კემპელენის მეთოდის საფუძველზე ცნობილმა ინგლისელმა გამოგონებელმა უიტსტონმა შექმნა მოლაპარაკე მანქანის გაუმჯობესებული მექანიკური მოდელი.

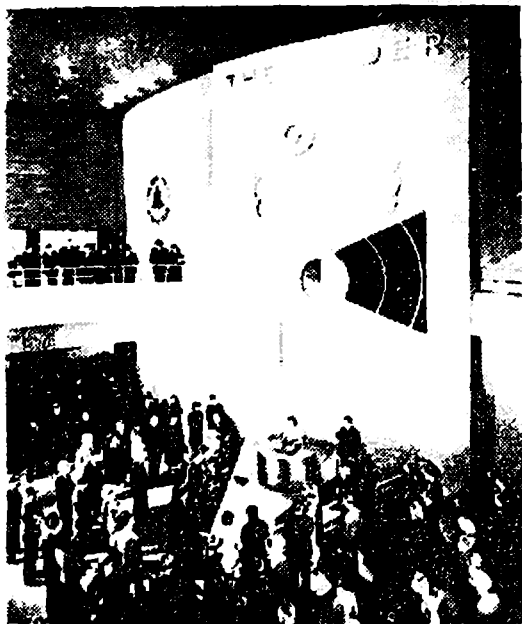


ნახ 16. რიშის კლავიატურული სინთეზატორის სქემა

ხელებისა და თითების მოქმედებით ხდება ჰაერის საბერვლის საშუალებით ტყავის რეზონატორებისა და სხვადასხვა არხების („ნესტოებისა“ და „ენის“) მართვა გარკვეული თანმიმდევრობით, რაც ხმოვნებისა და დაახლოებით 20 თანხმოვნის მიღების შესაძლებლობას იძლევა. ყრუ ბგერების გამომეშავება ხორციელდებოდა ჰაერის გრივალისებური ნაკადის გატარებით ვიწრო გასასვლელებში. ამ სისტემამ შემდგომ მიიქცია მეცნიერთა დიდი ყურადღება. დიდი ინტერესი მისდამი გამოიჩინა ტელეფონის ერთ-ერთმა მომავალმა გამომგონებელმა ალექსანდრე გრეხემ ბელმა, რომელმაც შექმნა თავისი საკუთარი მაკეტი ხელოვნური მეტყველების მისაღებად. ბელის თითქმის ბავშვურმა ცნო-

ბისმოყვარეობამ ზიიყვანა იგი მის ერთობ გახმაურებულ ცდებამდე, რომელთაც იგი თავის ძალზე ატარებდა. ბელმა იმდენად მოათვინიერა ძალა, რომ იგი მიაჩნია განუდნებელ ღმერთს, თვითონ კი ამ დროს მანიპულირებას უტარებდა ხელებით მის სახმო აპარატს. კერძოდ, გაწვრთნის შედეგად ძალის წარმოთქვამდა ჯერ ხმოვნებს, ხოლო შემდეგ ზოგიერთ მარცვალსაც კი. ძალის „ლინგვისტიკური“ განათლების მწვერვალი იყო ინგლისურად წარმოთქმული ფრაზა: „როგორა ხარ, ბებია?“.

ამ ფაქტმა შემდგომ წარმოშვა ლეგენდა, თითქოს ბელმა ძალს ლაპარაკი ასწავლა.



ნახ. 17. „ეოლერი“-ს დემონსტრაცია გამოფენაზე ნიუ-იორკში 1939 წელს

მექანიკური მეტყველებისადმი ინტერესმა XX საუკუნემდე მოატანა. ჯერ პეიჯეტმა შექმნა სახელე ინსტრუმენტი, რომელზეც იგი ოსტატურად „ლაპარაკობდა“ ხელებისა და თითების სწავლებით. შემდეგ რიშმა (1937) დააპროექტა რვა კლავიატურისაგან შემდგარი სამეტყველო მოდელი, რომელშიც სპეციალური სარკველიდან ხდებოდა შეკუმშული ჰაერის მიწოდება. ამ სისტემაში ხორციელდებოდა თითქმის ყვე-

ლა არტიკულატორის — ტუჩების, კბილების, ენის, რბილი სასისა და ხორხის — მოდელირება (ნახ. 16).

ინიშნადობლივია, რომ არც ერთ ზემოჩამოთვლილ მოდელს არავითარი პრაქტიკული შედეგი არ მოჰყოლია. მეტყველების სინთეზით პრაქტიკოსების დაინტერესება ძირითადად ელექტროტექნიკის განვითარებასთან არის დაკავშირებული. ამ წხრივ განსაკუთრებულ ყურადღებას იპყრობს 1939 წელს გამოქვეყნებული ამერიკელი მეცნიერის გომერ დადლის სტატია „ვოკოდერი“. ამ ნაშრომში აღწერილია მეტყველების ანალიზისა და სინთეზის სისტემა, რომელიც ახორციელებს სამეტყველო ინფორმაციის ეკონომიურ გადაცემას კავშირგაბმულობის აპარატებში. ეს იყო ახალი მეცნიერული აზრის დასაწყისი. სისტემას, რომელიც ამ პრინციპზე, შექმნეს „ვოდერი“ უწოდეს. ამ სისტემამ მხოლოდ ბიძგი კი არ მისცა მეტყველების სინთეზის დარგში პრინციპულად ახალ გამოკვლევებს, არამედ შექმნა სრულიად ახალი მიმართულება სამეტყველო სიგნალის კომპრესიის მეთოდების დამუშავებაში. „ვოდერი“-ს პირველი დემონსტრაცია განხორციელდა მსოფლიო გამოფენაზე ნიუ-იორკში 1939 წელს (ნახ. 17). ამ სისტემის კონსტრუქცია აღწერილია შემდეგ პარაგრაფში.

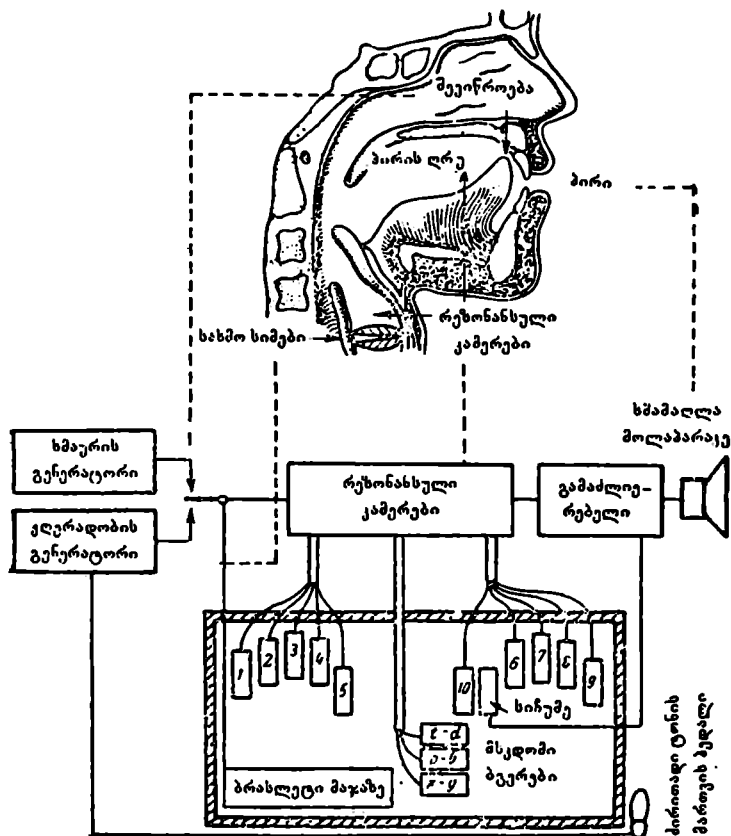
§ 4.2 დადლის ზოლური სინთეზატორი

დადლის სინთეზატორი წარმოადგენს ადამიანის სამეტყველო აპარატის მთავარ ნაწილებით მოდელს. ნახ. 18-ზე ნაჩვენებია მისი სქემა და ამ სქემის შესაბამისობა სამეტყველო ტრაქტის სხვადასხვა პარამეტრთან. სინთეზატორის ძირითადი ნაწილია ალგზნების ორი წყარო: მჟღერი სიგნალის წყარო და ხმაურის გენერატორი. ისინი წრედში ჩაირთვებიან რეგრიგობით იმისდა მიხედვით, თუ როგორი ბგერა წარმოიქმნება ღრრის ამა თუ იმ მომენტში: მჟღერი თუ ყრუ. წყაროების გადართვა ხორციელდება ბლოკით, რომელიც „ალგზნების ვადართვის“ სახელწოდებით არის ნაჩვენები ნახაზზე.

პირისა და ცხვირის ღრუთა რთულ რეზონანსულ სტრუქტურას გამოხატავს 10 ზოლური რეზონანსული ფილტრი, რომლებიც გარკვეული პროგრამის მიხედვით ჩაირთვებიან და იცვლიან თავის პარამეტრებს. მჟღერი თუ ყრუ წყაროს ხასიათის გათვალისწინების საფუძველზე რეზონატორების გამოსავალზე ვიღებთ ამა თუ იმ ბგერით სიგნალს, რომელიც შემდგომ ძლიერდება და მიეწოდება ხმამაღლა მოლაპარაკეს, რომელიც თავის მხრივ წარმოქმნის ბგერათა უწყვეტ ნა-

კადს. პაუზებს სიტყვებსა ან ფრაზებს შორის ასახიერებს კვანძი „სიჩუმე“.

აღნიშნული პარამეტრების გარდა დადლის სინთეზატორში გათვალისწინებულია მსკდომი ბგერების სინთეზის სპეციალური კვანძები. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ამ ბგერების რთული ბუნება მათი



ნახ. 18. დადლის სინთეზატორის სქემა

სპექტრული სურათის ხანგრძლივობისა და ენერგიის თვალსაზრისით მოითხოვს განსაკუთრებულ აღწერას და, ამრიგად, მოდელირებასაც; სინთეზატორში ასეთი კვანძი სამია. ისინი სამ წყვილ პ—ბ, ტ—დ, კ—გ

— მსკდომ ბგერებს შეესაბამებიან. მათი დაყოფა ცალკეულ ბგერებად ხდება იმისდა მიხედვით, ჩართულია თუ არა ყოველი წყვილის წარმოშობისას ელერადობის გენერატორი. აღნიშნული კვანძების გარდა არსებობს კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი კვანძი, რომელიც მეტყველების ინტონაციური სურათის შექმნას ემსახურება. იგი ნახატზე გამოხატულია როგორც „ძირითადი ტონის მართვის პედალი“. ამ „პედალით“ შეიძლება მიენიჭოს ფრაზას სხვადასხვა ტონალობა, განხორციელდეს ფრაზის კითხვითი თუ ბრძანებითი ფორმა და სხვა.

ამრიგად, დადლის სინთეზატორის მართვა წარმოებს 10 ძირითადი და 6 დამხმარე პარამეტრის მიხედვით. აღსანიშნავია, რომ, ვიდრე ეს სინთეზატორი გამოყენებას პოვებდა დადლის ზოლურ ეოკოდერში (იხ. § 6. 2), იგი იხმარებოდა როგორც კლავიშებიანი ორგანო, რომელზეც ოპერატორები „უკრავდნენ“ და ამ დაკვრით წარმოშობდნენ მეტყველების პროცესს. სწორედ ასეთი მეტყველების „დასაყრავი“ მოწყობილობაა ასახული ნახ. 18-ზე. ამ მოწყობილობაზე შესაძლებელია წინასწარი პროგრამის („ნოტების“) მიხედვით ხელის თითების, მაჯისა და ფეხის დახმარებით „დაუკრა“ ნებისმიერი ფრაზა. თუმცა ასეთი სახით სინთეზირებული მეტყველების გარჩევა საკმაოდ ძნელი იყო, იგი მაინც ვარგოდა იმის საბუთად, რომ ხელოვნური სამეტყველო პასუხის ორგანიზება პრაქტიკულად რეალურ ამოცანას წარმოადგენს. ეს კი თავისთავად უკვე იმის საწინდარი აღმოჩნდა, რომ მომავალში შექმნილიყო კონკრეტული გამოყენების მქონე და პრაქტიკული თვალსაზრისით მნიშვნელოვანი სინთეზატორები.

§ 4.3 მატყველების სინთეზატორები პრაქტიკაში

ზემოთ ჩვენ უკვე აღვნიშნეთ ხელოვნური მეტყველების პრაქტიკაში გამოყენების ერთი შემთხვევა. ამ საკითხს, როგორც ძალიან მნიშვნელოვანს სატელეფონო კავშირგაბმულობის შემდგომი განვითარებისათვის, ჩვენ კიდევ მივუბრუნდებით VI თავში.

გარდა ამისა, მეტყველების სინთეზატორები, როგორც ივარაუდება, დიდ სარგებლობას მოუტანს საზოგადოებას მოზღვავებული ინფორმაციის სწრაფ და ეფექტურ გაცვლა-გამოცვლაში ადამიანსა და მანქანას შორის. ამ თვალსაზრისით განსაკუთრებული მნიშვნელობა უნდა მიენიჭოს ხელოვნურ პასუხს ავტომატიზებულ საცნობარო — საინფორმაციო სისტემებში ანუ, როგორც მათ ხშირად უწოდებენ, „ინფორმაციულ ბანკებში“. აბონენტების შეკითხვებსა და მოთხოვნებზე ასეთ სისტემებში ნავარაუდევია სწრაფი და კვალიფიცირებული პასუხების ავტომატური გაცემა. ა-ეთი შეკითხვები ზეპირი მეტყველების

სახით ან კოდირებული ფორმით შეიძლება მიწოდებულ იქნეს სისტემისადმი სატელეფონო არხების საშუალებითაც.

საცნობარო-საინფორმაციო სისტემის ნაირსახეობად შეიძლება მიჩნეულ იქნეს აგრეთვე სისტემები, რომლებიც ინფორმაციას აწვდიან მომხმარებელს სინთეზირებული მეტყველების სახით რაიმე ტექნოლოგიური ან სხვა ტიპის პროცესების შესახებ გარკვეულ სპეციალურ შემთხვევებში. მაგალითად, დაინტერესებულ პირებს შეიძლება ზეპირსიტყვიერად მიეწოდოს ცნობები ექსკურსიებისა და ტურისტულ მოგზაურობებზე, თვითმფრინავის რეისებსა და ავიაბილეთების დაჯავშნისა და გაყიდვის დროს თავისუფალი ადგილების რაოდენობაზე, საბირჟო კურსების შესახებ და სხვა.

მაშინ როცა ყურადღება და ამავე დროს მხედველობა და ხელები დაკავებულია, ხელოვნური სამეტყველო პასუხი დიდ სარგებლობას მოუტანს, მაგალითად, თვითმფრინავის პილოტს, რომელსაც თვითმფრინავის გამომთვლელი სისტემა უნდა აწვდიდეს რიგ ცნობებს გაფრენის კურსის, თვით საფრენი აპარატის მდგომარეობისა და სხვა ასეთის შესახებ. სრულიად განსაკუთრებული მნიშვნელობა მიენიჭება საავიაციო სიტუაციების შესახებ ზეპირსიტყვიერ გაფრთხილებებსა და საგანგაშო ცნობებს.

უეჭველია, რომ ზეპირსიტყვიერი პასუხის ეფექტურობა დიდი იქნება გამომთვლელი მანქანების მიერ გამოთვლების ან რაიმე გადაწყვეტილების შედეგების შეტყობინების თვალსაზრისითაც. ამასთანავე III თავში აღწერილი მეტყველების ამოცნობის სისტემების სწორი ფუნქციონირების შესამოწმებლად ძალიან მოსახერხებელი იქნებოდა, მანქანას წარმოეთქვა ზეპირსიტყვიერად ის ფრაზა, რაც მან ავტომატურად ამოიცნო.

დიდი მნიშვნელობა ენიჭება უკვე დღეს ეგრეთ წოდებულ სინთეზატორ-მრჩეველებს. ასეთი სისტემები რეკომენდაციებს აძლევს დისპეტჩერებს, რომლებიც მართავენ სხვადასხვა ტექნოლოგიურ პროცესებს, აგრეთვე ან ტრანსპორტს აეროდრომებში, პორტებსა და სხვა ტიპის სადგომებში. ისინი ინფორმაციას იძლევიან რჩევის სახით სატელეფონი ქსელის მონტაჟის დროს, როდესაც ოპერატორს არ შეუძლია დაიმასშტაბოს ძალიან დიდი რაოდენობის მისაერთებელი წერტილების თანმიმდევრობა და მათი კანონი (იხ. ნახ. 19). და ბოლოს ისინი კარნახობენ, თუ როგორ უნდა აღმოიფხვრას ესა თუ ის უწყესიერობა სხვადასხვა რადიოელექტრონული მოწყობილობების აწყობისა და გამართვის დროს და სხვ.

არ შეიძლება არ აღინიშნოს ის სოციალური ეფექტიც, რომელიც

უდავოდ მოჰყვება სინთეზატორების დანერგვას უსინათლოთათვის ნაბეჭდი ტექსტის ავტომატურად წამკითხავი აპარატების შექმნასთან დაკავშირებით.

ხელოვნური მეტყველება გამოიყენება აგრეთვე მთელ რიგ ბიო-აკუსტიკურ, ფიქოაკუსტიკურ, ფიზიოლოგიურ და ლინგვისტიკურ (განსაკუთრებით, ექსპერიმენტულ ფონეტიკაში) გამოკვლევებში. ამ უკანასკნელ შემთხვევაში სინთეზი წარმოადგენს ინსტრუმენტს ბგერით-



ნახ. 19. მონტორი აწარმოებს სატელეფონო განმანაწილებლის მონტაჟს მანქანიდან მიღებული ინსტრუქციების მიხედვით

თი სიგნალის სტრუქტურისა და მეტყველების აღქმის პროცესების ურთიერთმიმართების შესასწავლად. მეტყველების სინთეზის მართვისა და მიღებული ხელოვნური ბგერების შესაბამის ბუნებრივ ბგერებთან შედარებისა და სუბიექტურად თუ ობიექტურად შეფასების სხვადასხვა მეთოდი საშუალებას მოგვცემს უფრო ზუსტად შევისწავლოთ ბუნებ-

რევი სამეტყველო სიგნალის წარმოქმნის პროცესები და მისი სტრუქტურა (ანალიზი სინთეზის მეშვეობით).

უკვე აქ მოყვანილი ნუსხიდან ჩანს, თუ რამდენად საინტერესო და ეფექტური იქნება დასახული პრობლემის წარმატებით გადაჭრა სახალხო მეურნეობის მრავალფეროვან დარგებში მიღებული გამოყენების თვალსაზრისით. მართალია, დღესდღეობით ხელოვნური სამეტყველო პასუხი ფართო მასშტაბისათვის მხოლოდ მარტივი ავტომატების სახით გამოიყენება. მხედველობაში გვაქვს როგორც „დროისა და აზინდის პროგნოზის ავტომატიზებული ბიუროები“ ტელეფონის ქსელში, ასევე „მოლაპარაკე სათები“, რომლებიც არა მარტო ხმით აუწყებენ პატრონს ზუსტ დროს, არამედ აღვიძებენ კიდევ სიტყვებით „დროა ადგე“ (ინგლისურ ენაზე). შორს არ არის ის დრო, როდესაც ასეთი ავტომატები ჩართული იქნება ადამიანის მრავალმხრივი მოღვაწეობის სამსახურში.

§ 4.4 როგორ შევაფასოთ ხალოვნური პასუხის ხარისხი?

შევხვით ახლა მეტყველების სინთეზის სხვადასხვა მეთოდებს, რომლებიც განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან როგორც თავისი შესაძლებლობებით, ასევე სწრაფქმედებით, მოქნილობით, ღირებულებითა და სირთულით. ჩამოთვლილ მახასიათებლებს შორის პირველ რიგში უნდა გამოიყოს პირველი მათგანი, რომელიც მიღებული ხელოვნური სიგნალის მიხედვით მეტყველების გარჩევის შეფასებას ემსახურება.

ცხადია, ამა თუ იმ მეთოდის არჩევის დროს აუცილებელია ვიხელომდევანელოთ იმ პრაქტიკული მიზნებით, რომლებსაც უნდა ემსახურებოდეს ეს სინთეზი. მაგრამ ყველა შემთხვევაში ერთი პირობა უნდა იყოს დაკმაყოფილებული — ხელოვნური მეტყველება უნდა აღიქმებოდეს დაუძაბავად და მაღალი საიმედოობით.

ვიღრე გადავიდოდეთ თვით მეთოდების აღწერაზე, მოკლედ შევიჩერდეთ იმ საშუალებებზე, რომლებითაც ხდება ამა თუ იმ სიგნალის ნატურალობის და გამოყოფის ხარისხის შეფასება. ყველა საშუალება შეიძლება გაიყოს ობიექტურ და სუბიექტურ ხერხებად. ზოგადად ობიექტურ საშუალებებს მიეკუთვნება ისეთები, რომლებშიც სიგნალის გაზომვისა და შეფასების მთელი პროცესი ხორციელდება ხელსაწყოების საშუალებებით, ადამიანის გრძნობადი ორგანოების მონაწილეობის გარეშე. მართლაც, ასეთი ინსტრუმენტული მეთოდებით შეიძლება გაიზომოს სიგნალის სხვადასხვა ფიზიკური პარამეტრი: ინტენსივობა, სპექტრი, ტონი, ფორმანტების ტრაექტორიები და სხვა, რის შედეგადაც შეიძლება ვიმსჯელოთ მის, ე. ი. ამ სიგნალის, ამა თუ იმ ხარისხ-

ზე. მაგრამ მიუხედავად ამ სახის საშუალებათა უნარზე, ანალიტიკურად შეიფასონ სიგნალის თვისებები, ამ უკანასკნელის შესაბამისობაზე ნატურალურ სიგნალთან ყველაზე კარგად შეიძლება მიუთითოს ადამიანის სმენამ. და თუკაც ადამიანის სმენა ერთობ იცვლება ერთი პიროვნებიდან მეორემდე და ხასიათდება სიგნალების აღქმის საკმაოდ განსხვავებული უნარით, იგი მაინც შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ხელოვნური მეტყველების შეფასების ობიექტურ, ანუ ყველაზე საიმედო კრიტერიუმად. ამისათვის საჭიროა ცდები იყოს სტატისტიკური ხასიათისა. ე. ი. ეყრდნობოდნენ არა ერთი პიროვნების აზრს, არამედ მსმენელთა ჯგუფის ანუ, როგორც მათ უწოდებენ, აუდიტორ-ექსპერტთა ჯგუფის გასაშუალებულ შეხედულებას.



ნახ. 20. სპეციალური სტუდია არტიკულაციური ცდების ჩასატარებლად

იმის გამო, რომ პრაქტიკული ამოცანების შემთხვევაში სინთეზირებული სამეტყველო სიგნალისაგან მოითხოვენ, რომ ის გამოკვეთილად გადასცემდეს აზრს და ნაცლებად აინტერესებთ როგორი ხმით იქნება ეს აზრი გამოთქმული, სამეტყველო სიგნალის შეფასება სწორედ მისი გარჩევის უნარის შემოწმებას ეყრდნობა. ცდებს, რომლებიც ასეთ მიზანს ისახავს, არტიკულაციური ცდები ეწოდებათ. მეტყველების გარჩევის ზომად ასეთ ცდებში იღებულობა მეტყველების ცალკეული ელემენტების — ბგერების, მარცვლების, სიტყვებისა და ფრაზების —

გარჩევა. ეს ზომა განისაზღვრება სწორი პასუხების შეფარდებით ცდების საერთო რაოდენობასთან. სინთეზირებული მეტყველების გარჩევის გაზომვა წარმოებს სპეციალურ კამერებში, სადაც შექმნილია ცდებისათვის ნორმალური პირობები ხმაურის მინიმუმაციის თვალსაზრისით (ნახ. 20). აუდიტორები ისმენენ რა სხვადასხვა მონაკვეთებს, აფიქსირებენ თავის აზრს ამ მონაკვეთის რაობის შესახებ. შემდეგ ყველა შედეგს ასაშუალოებენ და ლებულობენ სტატისტიკურად ობიექტურ პასუხს.

მსგავსი ცდები ტარდება არა მხოლოდ სინთეზირებული მეტყველების ხარისხის შესაფასებლად, არამედ კავშირგაბმულობის არხებისა და სხვადასხვა ხელსაწყოებზე — ანალიზატორების შესაძლებლობების შესამოწმებლადაც.

შენუშავებულია სხვადასხვა საზღვარი ხარისხის კლასების დასადგენად. მაგალითად ფრიადზე ფასდება ისეთი ხელოვნური სიგნალი, რომელიც მარცვლების გარჩევისას უზრუნველყოფს სწორ პასუხებს არა ნაკლებ 80 %-ით, სიტყვების გარჩევისას — არა ნაკლებ 98 და ფრაზების გარჩევისას — არა ნაკლებ 99.

§ 4.5. კომპილაციური სინთეზი

ამჟამად გამოიკვეთა ორი ძირითადი მიმართულება ადამიანის მეტყველების მანქანური სინთეზირების დარგში. პირველი ემყარება ადამიანის მიერ წინასწარ წარმოთქმული ცალკეული სამეტყველო ერთეულების (სიტყვების, მარცვლების, დიფონების, ფონემების) მიხედვით ფრაზების კომპილაციას ანუ შეკავშირება-აწყობას.

მეორე მიმართულება გულისხმობს ადამიანის არტიკულაციური აპარატის მოდელირებას და ხელოვნური ბგერების გენერირებით უწყვეტი სამეტყველო სიგნალის წარმოქმნას.

შევჩერდეთ პირველ მათგანზე. ამ მეთოდის მიხედვით საჭირო სამეტყველო პროცესი წარმოიქმნება ავტომატის მექანიზმიდან გარკვეული პროგრამით ამოკრეფილ სამეტყველო ერთეულთა შეპირაპირებით. ცხადია, ასეთი სახით სინთეზირება შეიძლება მხოლოდ გარკვეული, ინდივიდუალური ხმით წარმოთქმული ფრაზებისა, თუმცა ნატურალობა შეკავშირების ადგილებში ჯერ იქნება მაღალი ხარისხის. ასეთი სინთეზატორები არც სწრაფქმედებით გამოირჩევიან, ვინაიდან დიდი ლექსიკონის შემთხვევაში მანქანის მექანიზმიდან საჭირო ერთეულების ამოკრეფა შეიძლება საკმაოდ შრომატევად პროცესს წარმოადგენდეს.

ამიტომ, რომ კომპილაციური მეთოდით მეტყველების სინთეზი გამართლებულია მხოლოდ მაშინ, როცა ადგილი არა აქვს დიდ მოთხოვნებს, არც სწრაფი პასუხის და არც ნატურალური სიგნალის მიღების აუცილებლობას. გარდა ამისა, ასეთი მეთოდი მხოლოდ შეზღუდული ლექსიკონის პირობებში შეიძლება იყოს გამოყენებული.

ეს უკანასკნელი მოთხოვნა განსაკუთრებით მწვავედ დგება მაშინ, როდესაც ფრაზების შექმნა სიტყვების მიხედვით სრულდება. ცნობილია, რომ სიტყვები. რაოდენობა მეტყველებაში ათეულ ათასს შეადგენს და ყველა მათი დამახსოვრება სუფიქსებისა და პრეფიქსების ნაირსახეობების ვათვალისწინებითურთ დაიკავენს მენსიერების დიდ ნაწილს და არც ადვილად მოსაძებნი იქნება.

ამიტომ, რომ სიტყვების კომპილაციით ფრაზის წარმოქმნა გამართლებულია, როცა ფრაზების ტიპები წინასწარ ცნობილია მათი სინტაქსური წყობის თვალსაზრისით და მათი რაოდენობაც არ არის ძალიან დიდი.

განვიხილოთ, მაგალითად, ცნობათა ავტომატური ბიუროს შემთხვევა. ვთქვათ, ჩვენ დაინტერესებული ვართ მივიღოთ ცნობა ამა თუ იმ აბონენტის ტელეფონის ნომრის შესახებ. ასეთი ავტომატური ბიუროს პასუხები მაქსიმალურად შემოსაზღვრული იქნება ფრაზათა ტიპების მიხედვით. მათი რაოდენობა არ იქნება, ალბათ, სამზე მეტი. აი ისინიც: „თქვენი აბონენტის ტელეფონის ნომერია 37—20—23, ვიმეორებ 37—20—23“. „თქვენი აბონენტის ნომერი შეიცვალა. გთხოვთ ჩაიწეროთ 22—04—76, ვიმეორებ 22—04—76, „თქვენ აბონენტს ტელეფონი არ გააჩნია“. როგორც ამ საგარაუდო პასუხებიდან ჩანს მესამე პასუხის შეყვანა ავტომატის ექსპერებაში შეიძლება სრულიად უცვლელად და იგი არავითარ სინთეზირებას არ მოითხოვს.

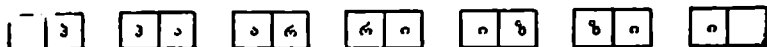
რაც შეეხება პირველსა და მეორე ფრაზას, მათში იცვლება მხოლოდ ციფრების დასახელება, რაც ფრაზაში მათი ჩართვის მარტივ პროცესს გულისხმობს. იმის გამო, რომ ფრაზის მელოდიაც მყარია, ასეთი ტიპის კომპილაცია ფრიად მარტივად ხორციელდება.

პრობლემა რთულდება, როდესაც სიტყვათა მარაგი ბევრად უფრო დიდია და პასუხების რაოდენობაც არ არის შემოსაზღვრული გარკვეული ტიპის ამოცანებისათვის.

კომპილაციური სინთეზის ნაირსახეობას წარმოადგენს ეგრეთ წოდებული დიფონური სინთეზი. დიფონებად იწოდებიან სამეტყველო სიგნალის ის მონაკვეთები, რომლებიც ორი მეზობელი ფონემის გარდაშვალ პროცესს ასახავენ. დიფონთა რაოდენობა მეტყველებაში საგრძნობლად ნაკლებია სიტყვების რაოდენობაზე, მაგრამ მეტია მარცვლებისა და, მით უმეტეს, ფონემების რიცხვზე. თუ სიტყვათა ლე-

ქსიკონი ნებისმიერ ენაში რამდენიმე ათეულ ან ასეულ ათასს მოიცავს, დიფონები ოდნავ მეტია ათასზე, მარცვლები რამდენიმე ასეულს შეადგენს, ხოლო ფონემები — რამდენიმე ათეულს.

განვიხილოთ მარტივი მაგალითი (ნახ. 21): ავიღოთ სიტყვა „პარიზი“. იგი შედგება შვიდი დიფონისაგან, რომელთა გამოხატვა შეიძლება დომინოს მსგავსად: პირველი და უკანასკნელი დიფონი შესაბამისად პაუზიდან ფონემაში და ფონემიდან პაუზაზე გადასვლას შეიცავს.



ნახ. 21. დიფონების მიხედვით მეტყველების სინთეზის მაგალითი

როგორც გამოიჩვენა, დიფონთა შეპირისპირებით გაბმული მეტყველების სინთეზირება კომპრომისულ ვარიანტს წარმოადგენს სინთეზირების ორი ძირითადი მოთხოვნის — შედეგის დროის რეალურ მასშტაბში მიღებისა და, შემდეგ, სიგნალის ნატურალობის დაცვის — თვალსაზრისით.

დიფონებით მეტყველების სინთეზი ბევრად უფრო სწრაფია, ვიდრე სიტყვების კომპილაციით მიღებული სიგნალი და ამავე დროს ბევრად უფრო ნატურალურიც, ვიდრე ცალკეული ფონემების შეპირპირებით მიღებული მეტყველება. ასეთი სინთეზი, ამავე დროს, იძლევა შესაძლებლობას ადვილად შევიყვანოთ სიგნალში ჩვენთვის საჭირო ინტონაცია, ტემპი და რიტმი.

დიფონების საშუალებით სინთეზირებული პასუხის მისაღებად აუცილებელია წინასწარ შესწავლილ იქნეს ყველა ის ტექსტი, რომელთა სინთეზირებაც არის განზრახული. ამისათვის ისინი წარმოდგენილი უნდა იქნენ ფონემათა მწკრივის სახით, შემდეგ მეზობელი ფონემებისაგან უნდა შედგეს დიფონები და ამავე დროს მათ უნდა მიეკუთვნოს ესა თუ ის პროსოდიული ნიშნები.

სინთეზის დროს დიფონთა ლექსიკონიდან საჭიროა გარკვეული პროგრამის საშუალებით ამოკრეფილ იქნეს საჭირო დიფონები, ხოლო წესაბამისი სპექტრული სურათები გადაეცეს სინთეზატორს სათანადო მელოდის მითითებით.

დაახლოებით მსგავსი შედეგს იძლევა მარცვლების შეკავშირებით მიღებული სინთეზიც. ამისათვის საჭიროა ოთხასამდე მარცვლის და-

მათი ვარიანტების დამახსოვრება და მათი ამოკრეფისა და მექანიკური შეკავშირების მეოხებით უწყვეტი მეტყველების მიღება.

შედარებით უფრო რთულია ცალკეულ ბგერათა მიხედვით მეტყველების სინთეზი. საქმე ისაა, რომ ამ შემთხვევაში მხედველობაში უნდა იქნეს მიღებული ბგერების სხვადასხვა პოზიციური ვარიანტები კონტექსტისა და ინტონაციური სურათის გათვალისწინების საფუძველზე.

ასეთი სინთეზის უპირატესობა იმაში მდგომარეობს, რომ იგი მოითხოვს ძალიან მცირე ზომის ლექსიკონს (მაგალითად 33 ბგერა ქართულ ენაში) და ადვილად გამოსაყენებელია ნაბეჭდი ტექსტის ზეპირსიტყვიერ მეტყველებაში გადასაყვანად (წამკითხავი მანქანა უსინათლოთათვის). ამ თვალსაზრისით ვარკვეული უპირატესობებით ხასიათდება ქართული ენა (იხ. § 2. 5), რომლის ორთოგრაფია შესაძლებლობას იძლევა მარტივად განხორციელდეს როგორც შესაბამისი ბგერების გამონახვა, ისე მათი მანქანური შეკავშირება. ეს დაკავშირებულია იმ გარემოებასთან, რომ ქართულ ენაში ასოებსა და ფონემებს შორის ცალსახა შესატყვისობაა. ამავე დროს იგი შეიცავს მხოლოდ 5 ხმოვანს და ხასიათდება მაზვილის დასმის ნაკლებად მკაცრი კანონით. ყოველივე ეს განაპირობებს საშუალოდ ყოველი ფონემის მხოლოდ სამი ვარიანტით წარმოდგენას, რაც ვარკვეულ უპირატესობას ქმნის მანქანის შემთხვევაში სწრაფი პასუხის ორგანიზაციის თვალსაზრისით.

ფონემების კომპილაციით სინთეზირებული მეტყველების მიღება სხვა ენებში, მაგალითად ინგლისურში, სადაც ფონემებსა და ასოებს შორის ძალიან რთული დამოკიდებულებაა, შედარებით გაძნელებულია (იხ. § 2. 8).

აღსანიშნავია, რომ სინთეზის კომპილაციურ მეთოდში, ისევე როგორც სხვა ტიპის მეთოდებშიც, პროგრამა, რომლის საფუძველზეც უნდა ხორციელდებოდეს სინთეზირებული პასუხის მიღება, უნდა შეიცავდეს ისეთი პროცესების თანმიმდევრობას, რომლებიც აუცილებელია ვარკვეული სამეტყველო მონაკვეთის სინთეზირებისათვის. ხშირად ეს ალგორითმები ასახავენ აღსადგენი ფრაზის როგორც ფონეტიკურ, ისე მის სინტაქსურ და ხშირად სემანტიკურ მახასიათებლებსაც კი.

მაგალითად, ნაბეჭდი ტექსტის ზეპირსიტყვიერ მეტყველებად ტრანსფორმირების დროს, საბეჭდი მანქანების საშუალებით გამომთვლელ მანქანასთან ბუნებრივ ენაზე ურთიერთობის დამყარებისათვის აუცილებელია განხორციელდეს პროცედურების სამი ეტაპი: პირველ ეტაპზე ხდება ტექსტის შესაბამისი დამუშავება სპეციალური ალგორითმების საშუალებით. ამ დამუშავების შედეგად ტექსტი ჩაიწერება

ციფრული კოდების თანმიმდევრობით, სადაც ციფრული კოდები შე-
ესაბამება ცალკეულ ფონემებს. ტექსტის გადაყვანა ფონემათა მწკრივ-
ში ხდება სპეციალური ლექსიკონისა და წესების ნუსხის დახმარებით.
ამ უკანასკნელთა ამოცანაა „ასო — ბგერის“ გარდაქმნა და ამავე დროს.
მოუთითონ ისეთ ნიშნებზე, როგორიცაა სიტყვის მახვილი, სინტაქსუ-
რი მახვილი, ფრაზის საზღვარი და წერტილი (ანუ წინადადების და-
ბოლოება).

პირველ ეტაპზე შესრულებული ტექსტის ფონემური ჩაწერა შემ-
დგომ საფეხურზე განიცდის სინტაქსურ ანალიზსა და შემდეგ კორექ-
ტირებას, რათა მიღებულ იქნეს შესაბამისი ინტონაციური სურათი და
ფონემათა „რბილი შეპირაპირება“.

ამ უკანასკნელ ეტაპს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება სა-
ბოლოო შედეგის, ანუ სინთეზირებული მეტყველების მიღების თვალ-
საზრისით. ფონემიდან ფონემამდე გადასვლისას, კერძოდ, ფორმანტ-
თა და ინტენსივობათა მკვეთრი და ნახტომისებური გადასვლები იწვე-
ვენ საკმაოდ უსიამოვნო ტკაცუნს. ასეთი არასასურველი ეფექტის თა-
ვიდან ასაცილებლად გამოიყენება სპეციალური საშუალებები ფონე-
მათა შორის გარდამავალი პროცესების შესარბილებლად.

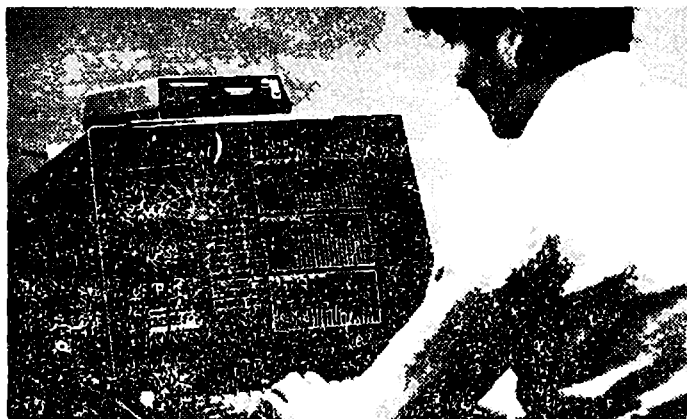
§ 4.6. სინთეზი წესების მიხედვით

სინთეზი წესების მიხედვით ითვალისწინებს ადამიანის არტიკულა-
ციური აპარატის ფუნქციონალური მოდელის შექმნას და ამ მოდელზე
მეტყველების წარმოქმნის იმიტირებას. არჩევენ ასეთი სინთეზატო-
რების სხვადასხვა ვარიანტებს. მათ შორის ყველაზე უფრო სრულყო-
ფილ სისტემაში ყოველი ცალკეული ფონემის სინთეზირების მიზნით
ვანისაზღვრება არტიკულატორების (ენის, ტუჩების, რბილი სასის,
ყბის) შესატყვისი პოზიციები, რის შედეგადაც ხდება ტრაქტის სათანა-
დო ფორმის აღდგენა გარკვეული აკუსტიკური მილის სახით. ყოველი
ბგერის გათვლა ხორციელდება ასეთი აკუსტიკური მილის მათემატი-
კური მოდელირების საფუძველზე. არტიკულატორების მდგომარეო-
ბის ცვალებადობა მეტყველების პროცესში ერთი ფონემიდან მეორე-
ზე გადასვლის დროს, შეისწავლება წინასწარ რადიო-კინემატოგრაფიუ-
ლი საშუალებებით, ელექტრომოგრაფიული ხერხით და სხვ.

გამომთვლელ მანქანაზე არტიკულაციური ტრაქტის მოდელირე-
ბისა და ამ უკანასკნელის სპექტრული მახასიათებლების დისპლეიზე
ავტომატური ვიზუალიზაციის ნიმუში მოყვანილია ნახ. 22-ზე.

კომპილაციურ სინთეზატორებთან შედარებით ასეთი ტიპის სი-

ნთეზატორები უფრო პერსპექტიულია. მათ შეუძლიათ წარმოქმნან ხელოვნური მეტყველება უფრო სწრაფი ტემპით, ნებისმიერი ლექსიკონის ფარგლებში, საჭიროებისამებრ ცვლიონ რიტმი და ინტონაცია. დასაარსებულ ასეთი სინთეზატორები ბევრად უფრო მოქნილი არიან იმის გამო, რომ სინთეზირება ხორციელდება ყველაზე უფრო მარტივი სამეტყველო ერთეულების, სახელდობრ ფონემების საფუძველზე, რომელთა რიცხვი მხოლოდ რამდენიმე ათეულს შეადგენს. თუ რამდენად კარგად შეიძლება განხორციელდეს სინთეზი ასეთი მეთოდის გამოყენებით. ეს ნათლად ჩანს ნახ. 23-დან, რომელზეც გამოხატულია როგორც ნატურალური სამეტყველო (ქვედა ნახატი), ასევე სინთეზირებული სინ-

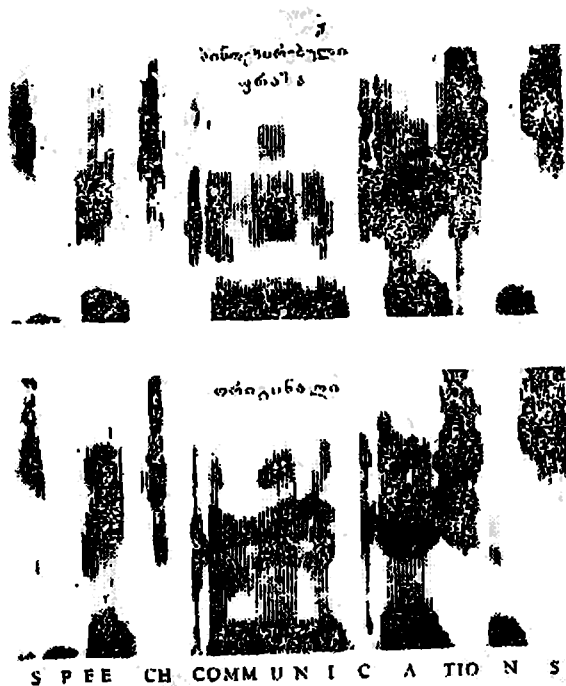


ნახ. 22. ადამიანის სამეტყველო აპარატის მოდელირება გამომთვლელ მანქანაზე

გნალი (ზედა ნახატი). ასეთი წესების მიხედვით მიღებული სინთეზის ნაკლია მისი სირთულე გამომთვლელ მანქანაზე განხორციელების თვალსაზრისით. კერძოდ, ძალიან რთულად გამოიყურება ის მათემატიკური აპარატი, რომელიც საჭიროა მეტყველების წარმოქმნის ფუნქციის აღსაწერად და რომელიც საფუძვლად უნდა დაედოს ამ აპარატის მოდელის წარმოდგენას გამომთვლელ მანქანაზე.

არტიკულაციური სინთეზის ერთ-ერთ ნაირსახეობას წარმოადგენს ფორმანტული სინთეზი. ფორმანტული სინთეზატორი შეიძლება კონსტრუირებულ იქნეს სამეტყველო აპარატის მარტივი ანალოგის სახით ელექტრული სქემების გამოყენებით. ეს სქემები ასახევენ რეზონატორებს, რომელთა პარამეტრების (სიხშირის) ცვლილებადობა დროში ხორციელდება წინასწარი პროგრამის მიხედვით და სამეტყველო სიგნალის ფორმანტული მახასიათებლების გამოცნობის საფუძველზე.

ასეთი სინთეზატორის ძირითად კვანძებად რეზონატორების გარდა უნდა ჩაითვალოს თვით აღმგზნები, რომელიც რეზონატორებს მიაწვდის სამკუთხოვანი იმპულსების თანმიმდევრობას ან ხმაურს, იმისდა მიხედვით, თუ რა ხასიათის ბგერების სინთეზირება არის დაპროგრამირებული დროის ყოველ მომენტში: მეღერისა თუ ყრუ ბგერების.

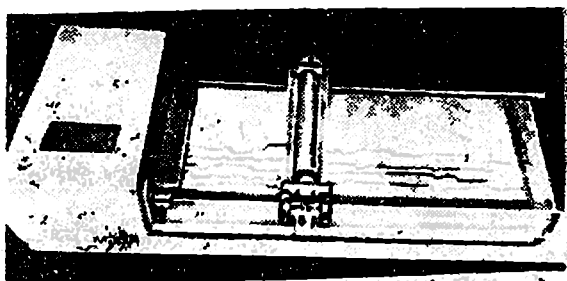


ნახ. 23. სინთეზირებული და ნატურალური ფრაზების სპექტროგრამების შედარება

სინთეზის პროგრამის ასახვა ხდება მრუდებით, რომლებიც შეიძლება ხელით იქნეს დახატული სპეციალურ ფურცელზე. შერჩეულ პარამეტრთა შორის გარდა ოთხი ფორმანტისა შედის ხმის ძირითადი ტონი, სიგნალის ინტენსიუობა, ფორმანტული არეების სიგანე და ფრიკატიულ ბგერათა ამპლიტუდები.

ასეთ ფურცელზე მოსრიალე სპეციალური გადამწოდი აღიქვამს მრუდებს და მათი კანონის შესაბამისად წარმოქმნის სამართავ ძაბვებს,

რომლებიც ზემოქმედებას ახდენენ რეზონანსული მახასიათებლების მქონე სპეციალურ კონტურებზე და მართავენ სახმო იმპულსების (ან ხმაურის) სიხშირეებსა და ინტენსივობას. ასეთი სინთეზატორი ძირითადად გამოიყენება მეცნიერული კვლევისათვის. მისი ერთ-ერთი პროტოტიპი გამოსახულია ნახ. 24-ზე.



ნახ. 24. ფორმანტული სინთეზატორი

ფორმანტული სინთეზატორის უფრო სრულყოფილ ვარიანტს წარმოადგენს სინთეზატორი „ფონემაფონი-3“, რომელიც ქ. მინსკის კავშირგაბმულობის ინსტიტუტში დაამუშავეს. იგი გამოიყენება საინფორმაციო-საცნობარო სისტემაში. ტელეფონის ყურმილის აღებისას და გარკვეული ნომრის აკრეფისას სისტემა დაინტერესებულ პირს ხვდება სიტყვებით: „გამარჯობათ პატივცემულო ამხანაგო! თქვენ გასუხბობთ გამომთვლელი მანქანა. თქვენი ტელეფონი მიერთებულია ექსპერიმენტულ ავტომატურ საცნობარო სისტემასთან. გთხოვთ დაუსვათ კითხვა“.

ზეპირსიტყვიერი პასუხის ორგანიზაციის მიზნით წინასწარ შესწავლილ იქნა ადამიანის სამეტყველო აპარატის მოქმედება-არტიკულაცია რუსული მეტყველების პროცესში. შემდეგ შეიქმნა ცალკეული ბგერების იმიტატორები. ეს იმიტატორები აზორციელებენ ბგერათა სინთეზს მათი სიმაღლის, ინტენსივობის, ტემბრისა და ტემპის მიხედვით. აღსანიშნავია რომ, სინთეზატორს შეუძლია მუშაობა ნებისმიერი მოცულობის ლექსიკონის ფარგლებში. იგი შედგება 4 ბლოკისაგან: ტექსტის გარდაქმნის, ინტონაციების მოდელირების, არტიკულაციისა და აკუსტიკური მოდელირების ბლოკისაგან. ტექსტობრივი ინფორმაცია გამომთვლელი მანქანიდან შეიყვანება ცალკეულ ფრაზებად ბუფერულ დამმასხოვრებელ მოწყობილობაში. ტექსტის ანალიზის შედეგად, რომელსაც აზორციელებს გარდამქმნელი „ასო-ფონემა“ და მარცვალთა სეგმენტატორი, ხდება არტიკულაციური ბრძანებების ფორ-

რმირება და არტიკულაციური მოძრაობების იმიტირება. გარდა ამისა, პროსოდიული ინფორმაციის სპეციალური გარდამქმნელის საშუალებით გამოიყოფა ინტონაციის პარამეტრები. დაბოლოს, არტიკულატორ-ფორმანტული გარდამქმნელისა და ადგენების წყაროების ერთობლივი მუშაობის საფუძველზე ხორციელდება სამეტყველო ტრაქტის ფორმანტული მოდელის ჩამოყალიბება და, ამრიგად, ბგერების სინთეზირება.

როგორც სინთეზატორ „ფონემაფონის“ ავტორები აღნიშნავენ, მეტყველების ვარჩევის დონე 93 %-ზე ნაკლები არ არის. ეს უკვე საკმაოდ კარგი შედეგია.

ამჟამად მსოფლიოს სხვადასხვა სამეცნიერო ცენტრში უკვე დამუშავებულია და ფაქტიურად მზად არის პრაქტიკული ექსპლოატაციისათვის სინთეზატორთა საკმაოდ დიდი რაოდენობა. ისინი დღეს მხოლოდ სრულყოფის პროცესში არიან და ალბათ შორს არ არის ის დრო, როდესაც მათი გამოყენებით ადამიანი არსებითად გაიუმჯობესებს თავის ყოფას, ხოლო მეტყველების ავტომატური ამოცნობის პრობლემის გადაჭრის შემდეგ განახორციელებს მანქანასთან სამეტყველო ურთიერთობასაც დიალოგის რეჟიმში.

თ ა ვ ი

პიროვნების ავტობიოგრაფიული ინფორმაცია

§ 5.1. რატომ არის ეს საშიშრო?

პირველი თავის მესამე პარაგრაფში ჩვენ აღვნიშნეთ, რომ ადამიანისა და მანქანის სამეტყველო დიალოგი თუმცა ძირითადად ორ პროცესს მოიცავს, ნათქვამის საზრისის გაგებას და სამეტყველო პასუხს, იგი მაინც მჭიდროდ არის დაკავშირებული კიდევ სხვა პროცესთან, სახელდობრ, მოლაპარაკე ადამიანის პიროვნების დადგენასთან. მართლაც, ძნელია წარმოვიდგინოთ ადამიანებს შორის მეტყველებითი კომუნიკაციის ისეთი ცხოვრებისეული მაგალითები, სადაც გამიზნულად თუ ქვეცნობიერად არ ხორციელდებოდეს დიალოგში მონაწილე პიროვნებათა გამოცნობა. ტელეფონის საშუალებით ცნობათა ბიუროდან გარკვეული ინფორმაციის მიღების დროსაც კი, როდესაც ჩვენ მხოლოდ და მხოლოდ თვითმფრინავის ან მატარებლის ამა თუ იმ რეისის გასვლის ან ჩამოსვლის დროთი ვართ დაინტერესებული, უნებლიეთ ვახდენთ მოპასუხის ცალკეული ინდივიდუალური თავისებურებების დადგენას (იგი ქალია, ხანში შესული და სხვ.). უფრო მეტიც, ხშირ შემთხვევაში, როდესაც გვეშინია, რომ პასუხი ცნობათა ბიუროდან შეიძლება სრულად არ მივიღოთ, ჩვენ საკუთარ ხმას ვანიჭებთ სოლიდურობის ელფერს, რათა ტელეფონის მეორე ბოლოზე ჩვენი პიროვნება აღქმული იყოს უფრო ანგარიშგასაწეველ და არ დაყოვნდეს სრული პასუხი ჩვენთვის საინტერესო კითხვაზე. ამრიგად, ადამიანის ხმა ასახავს პიროვნების არა მარტო ისეთ თვისებებს, რომლებიც მის სამეტყველო აპარატის ანატომიურ თავისებურებებთან არის დაკავშირებული, არამედ იგი ხშირად უშუალოდ ამჟღავნებს მისი ხასიათის ზოგად ნიშნებსაც და მის შინაგან ფსიქიკურ მდგომარეობასაც.

ამ თავში ჩვენ შევეხებით ადამიანის ხმის იმ თავისებურებებს, რომლებიც დამახასიათებელია სწორედ ამა თუ იმ ინდივიდუალური პიროვნებისათვის, გამოყოფენ მის ხმას ყველა სხვა ადამიანის ხმისა-

გან და შეიძლება საფუძვლად დაედოს პიროვნებათა ავტობიოგრაფიული იდენტიფიკაციის სისტემათა შექმნას.

ჩვენთვის ამჟამად განსაკუთრებით საინტერესოა ის, რომ, როგორც ქვემოთ იქნება ნაჩვენები, მოლაპარაკე ადამიანის ვინაობის დადგენას ხმის მიხედვით გამომთვლელ ავტობიოგრაფიულ მათი სამეტყველო ურთიერთობის პროცესში შეიძლება მიენიჭოს უაღრესად დიდი მნიშვნელობა მთელ რიგ პრაქტიკულ ამოცანებთან დაკავშირებით.

ყოველივე ამის გამო, საჭიროდ დავინახეთ ამ წიგნში ჩაგვეერთო პიროვნების ავტობიოგრაფიული იდენტიფიკაციის საკითხებიც, მით უმეტეს, რომ ეს რთული და საინტერესო პრობლემა არ არის ჯერ კიდევ ჯეროვნად შესწავლილი და გაშუქებული პოპულარულ ლიტერატურაში.

ამავე დროს ამ ამოცანის მისაწვდომობა თვალნათლივ ჩანს ყოველდღიური გამოცდილებიდან: თქვენ ზარს რეკავთ თქვენი სახლის კარებთან. სახლიდან სიფრთხილით გეკითხებიან — ვინ არის? თქვენ პასუხობთ — მე. ნაცვალსახელი „მე“ არაფერს ამბობს პიროვნებაზე, მაგრამ, თქვენი ხმა იძლევა ინფორმაციას, რომ ეს ხარო თქვენ და არა სხვა. ხმის ინდივიდუალობის ფაქტორი ცხოვრებაში ხშირად მოქმედებს ჩვენი ნებისა და ცნობიერების ჩარევის გარეშე. ადამიანებს ჩვენ ვცნობთ ხმის მიხედვით ტელეფონში, რადიოში, სიბნელეში. ამ უნარს უმნიშვნელოვანესი როლი ენიჭება უსინათლოთა ცხოვრებაში. საინტერესოა, რომ ხმის მიხედვით გამოცნობა ხდება არა მარტო ადამიანში, არამედ ცხოველთა სამყაროს წარმომადგენლებშიც²².

ლონდონის უნივერსიტეტის ბროდფორდის კოლეჯში ჩატარებული ექსპერიმენტებით დადასტურდა, რომ ხმის (ძირითადად დედის) გამოცნობის უნარს ფლობენ ახალდაბადებული (სამი კვირის) ბავშვებიც კი, ისინი სწორედ დედის და არა სხვის ხმაზე წყვეტენ ტირილს და წყნარდებიან.

ის გარემოება, რომ ადამიანი ასე მარტივად ახორციელებს ხმათა გამოცნობის პროცესს, უკვე მოწმობს, რომ უნდა არსებობდეს ისეთი ობიექტური ნიშნები, რომლებიც შესაძლებლად ხდის ასეთი იდენტიფიკაციის ფაქტს.

დგება საკითხი, როგორ ახერხებს ამას ადამიანი? რა მექანიზმი უდევს საფუძვლად ადამიანის მიერ აღქმული მრავალი ინფორმაციის ნაკადის ასე დაუძახებლად და მარტივად დანაწევრებასა და შეცნობას?

²² დაკვირვებების შედეგად აღმოჩნდა, მაგალითად, რომ ზოგიერთი ფრინველი ნადირობისას იყენებს სმენას. ისინი კარგად ახლენენ მწერების მიერ გამოცემული ბგერების დიფერენციალს და ადვილად პოულობენ სამალავებში მათ რაიონში შემაჯალ მწერებს.

სამწუხაროდ, მეცნიერებას დღეს-დღეობით არ ძალუძს სრული პასუხი გასცეს ამ კითხვაზე. ბოლომდის გაუხსნელი რჩება ადამიანის უნარი — გამოყოს და სმენა გაადევნოს, მაგალითად, რაიმე ინსტრუმენტის ხმას სიმფონიური ორკესტრის ერთობლიობაში ან ადამიანთა თაყვარილობის ხმაურიდან გამოყოს ერთი ინდივიდის ხმა. ადამიანის აღქმის ასეთი უნარი ფსიქოლოგიაში ცნობილია როგორც ფიგურისა და ფონის კანონი, მაგრამ იგი ძალიან ძნელად განსაზოორციელებელია შესაბამისი ავტომატის შექმნის დროს.

მეორე მხრივ, მთელი რიგი პრაქტიკული ამოცანები უკვე დღეს საკითხს აყენებს სმენითი სახეების ამოცნობის ავტომატიზაციის შესახებ. ამ ამოცანებს ეკუთვნის ინდივიდუალურ ხმათა ამოცნობის პროცესიც. ასეთი კვლევის აუცილებლობა კარგა ხანია დგას როგორც სახალხო მეურნეობის სხვადასხვა დარგის წინაშე, ისე სამხედრო საქმეშიც.

პირველ რიგში საჭიროა აღინიშნოს სპეციალური დანიშნულების საკონტროლო და გასასვლელი პუნქტების ავტომატიზაცია. ეგრეთ წოდებული „ავტომატი — ხმის გასაღები“ გარკვეული ხმით წარმოთქმული პაროლის მიხედვით ახდენს პიროვნების ვინაობის დადასტურებას — ვერიფიცირებას, რის შემდეგაც პიროვნება შეიძლება დაიშვას რაიმე საიდუმლო დაწესებულებაში ან შეიძლება ამოქმედდეს რაიმე სპეციალური მექანიზმი, ვთქვათ გამოთხოვილ იქნეს პირადი ანგარიში ბანკიდან და სხვ.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ამ პრობლემის გადაწყვეტას კრიმინალისტიკისათვისაც, როდესაც საჭირო ხდება ჩანაწერი ფრაზისა ან სიტყვების მიხედვით ადამიანის ვინაობის ობიექტური დადგენა სწორედ ისევე, როგორც ეს დაქტილოსკოპიაში თითების ანაბეჭდების მიხედვით ხორციელდება (იხ. § 5.6 და § 5.7)²⁴. ფრიად აქტუალურად

²⁴ გარდა დაქტილოსკოპიისა პიროვნების დადგენა ამა თუ იმ მიზნებისათვის შეიძლება განხორციელდეს ფოტოსურათებით, ხელწერით, სისხლის ანალიზით და სხვა საშუალებებით, ე. ი. ყველა ისეთი ნივთიერი საბუთის გამოყენებით, რომლებშიც ჩანს გამოსაშვარებული პიროვნების ესა თუ ის ინდივიდუალური თავისებურება.

გაზეთ „სანდი ტაიშის“ ცნობით დასავლეთ გერმანიის ფირმა „სიმენსმა“ განახორციელა გასაშვები სისტემა, რომელიც ავტომატურად არჩევს „თავის“ თანამშრომელს ხელის მტეგნის სილუეტის მიხედვით. დაწესებულებაში შესვლისას ხელი იდება შესაბამის ფირფიტაზე. სინათლე, რომელიც ზემოდან ეცემა ხელს, გამოკვეთს მტეგნის კონტურებს. ეს მონაცემები გადაეცემა გამოთვლელ მანქანას, რომელიც ადარებს მათ დამახსოვრებულ ნიმუშებს და ადგენს, არის ეს პიროვნება ამ ფირმის თანამშრომელი თუ იგი „უცხოა“.

საინტერესოა აგრეთვე ერთი ფაქტი: ჯერ კიდევ შუასიუკუნოვან იტალიაში მოქალაქეთა პასპორტში პიროვნების დასახასიათებლად აღინიშნებოდა მისი ზომა, თვალების ფერი, ცხვირის ფორმა და, აგრეთვე, ხმის ტემბრი და ხმის სიმაღლე.

დგას აგრეთვე სამხედრო საქმეში რადიოგადამცემების პელენგაციისა და რადისტთა ხმების საფუძველზე მოწინააღმდეგეთა სხვადასხვა სამხედრო ნაწილების დისლოკაციათა და ამ უკანასკნელთა მიმართულების დადგენის საკითხი²⁵.

ყოველივე ზემოხსენებულის გარდა, ხმათა თავისებურებების შესწავლა მჭიდროდაა დაკავშირებული მეტყველების საზრისის, სახელდობრ, წარმოთქმულ სიტყვათა შინაარსის ავტომატურ ამოცნობასთან. იმისათვის, რომ ასეთი დანიშნულების ავტომატებმა ერთნაირად კარგად იმუშაონ ყველა დიქტორის ხმის შემთხვევაში, საჭიროა გათვალისწინებულ იქნეს ამ ხმათა სპეციფიკა და მათი აბსტრაგირების გზით გამოიყოს მხოლოდ სემანტიკური შინაარსის ამოცნობისათვის საჭირო ბგერათა ინვარიანტული მახასიათებლები.

§ 5.2. ადამიანის სამეტყველო აპარატი და მისი ინდივიდუალობა

ყველა ზემოთ ჩამოთვლილი ამოცნობის მისაღწევად, უწინარეს ყოვლისა, საჭიროა მიემართოთ სამეტყველო სიგნალის მრავალმხრივ ანალიზსა და ხმათა ინდივიდუალობის ობიექტურ ნიშანთა დადგენის სპეციალურ ხერხებს.

ხმათა თავისებურებების კვლევის პრობლემა ჭერჭეროვით მხოლოდ თავის პირველ ნაბიჯებს დგამს და, ბუნებრივია, მისი შესაძლებლობებიც ჭერ კიდევ შეზღუდულია. მიუხედავად ამისა, შედეგები, რომლებიც მიღებულია დღეისათვის, საკმაოდ პერსპექტიული ჩანს.

როგორც უკვე ითქვა, აღნიშნული კვლევის ძირითად ამოცანას შეადგენს სამეტყველო სიგნალში იმ სასარგებლო ნიშანთა გამონახვა და გამოყოფა, რომლებმაც შემდეგში საფუძველი უნდა შექმნან ხმათა იდენტიფიკაციის ავტომატურ სისტემათა კონსტრუირებისათვის. ამ მიმართულებით ჩატარებულმა მუშაობამ ცხადყო, რომ ასეთ ნიშანთა ძიება უნდა მოხდეს ბგერათა მრავალფეროვანი, როგორც სტატისტიკური, ისე დინამიკური ფიზიკური მახასიათებლების შესწავლის საფუძველზე.

²⁵ მეორე მსოფლიო ომის დროს ადამიანის ხმით პიროვნების დადგენის ფაქტმა მიიქცია ომის სტრატეგია ყურადღება. საქმე ეხებოდა შემდეგს. სამხედრო ნაწილების რადიოსადგურთა ადგილმდებარეობის აღმოჩენა ტოლფასია თვით ამ ნაწილების აღმოჩენისა. რადიოსადგურთა იდენტიფიცირების ერთ-ერთ საშუალებას კი წარმოადგენს რადისტთა ხმების რეგისტრაცია. სწორედ ეს გამოიყენა მოკავშირეების ჯარების სპეციალურმა სამსახურმა, რის შედეგადაც დადგინდა იქნა, რომ ფაშისტების „მიუღლომე-ლი ატლანტიკური სანაგარი“ არის მორიგი ბლუფი.

მაგრამ როგორ უნდა ვეძიოთ ინდივიდუალური ხმის ეს თავისებურებები? როგორ იჩენენ ისინი თავს სამეტყველო სიგნალში? ძირითადი სიძნელე, რომელიც ახლავს ამ ამოცანათა გადაჭრას, მდგომარეობს იმაში, რომ მოლაპარაკე ადამიანი, ე. ი. ადამიანის პიროვნება გამოცნობილ უნდა იქნეს მეტყველების პროცესში. ეს კი ნიშნავს იმას, რომ გარკვეული წყაროს ერთი და იგივე მონაცემები უნდა იქცნენ სხვადასხვა ფუნქციათა ინდიკატორებად, მაგალითად, სამეტყველო სიგნალის ერთი და იგივე ფიზიკური თვისებები ემსახურება როგორც ხმის სპეციფიკას, ასევე გადაცემულ აზრობრივ ინფორმაციას. ძალიან ძნელია და, ალბათ, შეუძლებელი ბგერით სიგნალში მოინახოს ისეთი პარამეტრები, რომლებიც ახასიათებენ მხოლოდ ინდივიდუალურ ხმას და არ იღებენ მონაწილეობას შინაარსის გადაცემაში. ან პირიქით, ალბათ ვერ დავასახელებთ ვერც ერთ ისეთ ფიზიკურ ნიშანს, რომელიც აქტიურად მონაწილეობდეს შინაარსის გადაცემაში და არ განიცდიდეს ცვლილებებს პიროვნებიდან პიროვნებამდე, ე. ი. არ იყოს დამოკიდებული მოლაპარაკის ხმის თავისებურებებზე.

ამ საკითხებზე ჩვენ უფრო დაწვრილებით გვქონდა ლაპარაკი მეორე თავში, სადაც ვეხებოდით იმ სიძნელეებს, რომლებიც წარმოიშობიან მეტყველების ავტომატური ამოცნობის სისტემების შექმნის დროს.

მეტყველების, ამ რთული, კომპლექსური ფენომენის, შესწავლისას, პირველ რიგში, ჩვენ უნდა აღვნიშნოთ მისი კავშირი მოლაპარაკის არტიკულაციური აპარატის ანატომიურ თავისებურებებთან. სამეტყველო ტრაქტის სწორედ ანატომიური და ფიზიოლოგიური თვისებების მიხედვით ვარჩევთ ბავშვის ხმას მოზარდისაგან, ახალგაზრდას მოხუცისაგან, ქალს კაცისაგან და სხვ. სამეტყველო აპარატისა და მეტყველების ყოველი დეფექტიც თავს იჩენს სწორედ ხმაში. ყოველივე ეს საფუძველს ქმნის, რათა იოლად მოვახდინოთ ამა თუ იმ პიროვნების დადგენა მისი ხმის მიხედვით.

ჩვენ მეორე თავში შევვხეთ ადამიანის სამეტყველო აპარატის აღნაგობას, ამიტომ აქ შევჩერდებით მხოლოდ ამ ორგანოს იმ თავისებურებებზე, რომლებიც აქტიურად მონაწილეობენ ინდივიდუალური ხმის წარმოქმნაში.

პირველ რიგში, ეს არის სუნთქვის პროცესის საკითხი. იმისდა მიხედვით, თუ როგორ არის ნავარჯიშევი ადამიანი და როგორია მისი ფილტვების ტევადობა, მეტყველება შეიძლება იყოს სხვადასხვა ტემპის, ხშირი ან იშვიათი პაუზებით ცალკეულ მონაკვეთებს შორის. იგი შეიძლება მიმდინარეობდეს მძიმედ ჰაერის უკმარისობის გამო და სხვ.

ყოველივე ეს გარკვეულ დაღს ასვამს ამა თუ იმ პიროვნების მეტყველებას.

დიდი მნიშვნელობა აქვს ხმის ჩამოყალიბებაში ხორხისა და სახმო სიმების მოცულობას, მათ ზომებს, შესაბამისი კუნთების სიმძლავრეს და სხვ. ფილტვებიდან სახმო ნაპრალში მომდინარე ჰაერის ნაკადით რხევაში მოყვანილი სახმო სიმები და ამ პროცესში მონაწილე ყველა კომპონენტის დამოკიდებულება ანატომიურ-ფიზიოლოგიურ თავისებურებებზე ერთად ქმნიან გარკვეული სიმაღლის, სიძლიერისა და ტემბრის მქონე ხმას. ამასთანავე, ხმის უკანასკნელი ორი თავისებურება არსებითად იცვლება შემდგომ ეტაპზე, სახელდობრ ხმის გასვლისას პირისა და ცხვირის ღრუში. რაც შეეხება ხმის სიმაღლეს, იგი მთლიანად დამოკიდებულია სახმო სიმების სიგრძეზე, სისქეზე, მათ დაჭიმულობაზე და იცვლება მეტყველების პროცესში მხოლოდ გამონათქვამის შინაარსისათვის ინტონაციური ელფერის მინიჭებისას ან ადაპიანის ემოციურ მდგომარეობასთან დაკავშირებით. ქვემოთ ცხრილში მოგვყავს სხვადასხვა ხმების კლასიფიკაცია მათი სიმაღლის მიხედვით. ცხრილიდან ჩანს, თუ როგორ იცვლება ხმის სიმაღლე ლაპარაკის ან სიმღერის პროცესში და როგორ არის დამოკიდებული იგი სახმო სიმების სიგრძეზე.

ხმები	სასიმღერო ხმების ძირითადი სახეები	ხმების ძირითადი ტონის სიხშირის ცვლილებების დიაპაზონი სიმღერის პროცესში, ჰც	ხმის ძირითადი ტონის სიხშირის ცვლილებების დიაპაზონი ლაპარაკის დროს, ჰც	სახმო სიმების სიგრძე, მმ
მაჰაყცის	ბანი ბარიტონი ტენორი	80—350 100—400 130—510	90—210	24—25 22—24 18—24
ქალის	კონტრალტო მეცო-სოპრანო სოპრანო	170—680 220—880 260—1020	160—340	18—21 18—19 14—17

ხმის ტემბრის ფორმირებაში მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება მთელ არტიკულაციურ აპარატს, დაწყებული ხორხიდან და დამთავრებული ცხვირის ნესტოებითა და ტუჩებით. მიუხედავად ამისა გადამწყვეტი როლი მაინც პირის ღრუს ეკისრება, რომელიც მეტყველების პროცესში განიცდის რთულ ცვლილებას არტიკულატორების — ყბის, სასის, ენის, თუ ტუჩების — მოძრაობის შედეგად. პირის ღრუ იცვლის ფორმას არა მხოლოდ ინტრაინდივიდუალურად, ე. ი. ერთი პიროვნების მეტყველების

პროცესში, არამედ ინტერინდივიდუალურადაც, ე. ი. ერთი პიროვნებიდან მეორე პიროვნებად. სხვადასხვა ინდივიდუუმს პირის ღრუს განსხვავებული მყარი მახასიათებლები აქვს. ასეთი მახასიათებლებია, მაგალითად, პირის ღრუს სიგრძე და განივკვეთის ფორმა მთელი სამეტყველო აპარატის გასწვრივ სახმო ნაპრალიდან მოყოლებული ტუჩებამდე. დიდ როლს თამაშობს თვით არტიკულატორების ზომაცა და ფორმაც. ყოველივე ზემოხსენებული კომპონენტი ერთად აღებული მონაწილეობას იღებს ხმის ტემბრისა და არტიკულაციის სპეციფიკის ჩამოყალიბებაში.

საინტერესოა, რომ სახმო სიმებზე და ე. ი. ხმაზეც დიდ გავლენას ახდენს ადამიანის ორგანიზმში მიმდინარე მთელი რიგი პროცესები, მაგალითად, გარდამავალ ასაკთან დაკავშირებული ცვლილებანი. ასაკთან კავშირში ხმა იცვლება როგორც მისი სიმაღლისა და ინტენსივობის, ისევე მისი ტემბრის მხრივაც.

ზემოთ ჩვენ ვახსენეთ, რომ ხმის ინდივიდუალიზაციაში მნიშვნელოვან როლს თამაშობს სამეტყველო აპარატის ანომალიები. ასეთი ანომალიების გამომწვევი მიზეზები უნდა ვეძიოთ ზოოხის კუნთების პარეზებსა და დამბლაში, ცხვირის ღრუს, სასის, სახმო სიმების, ენისა ან კბილების პათოლოგიაში და სხვ. ისინი, როგორც წესი, არსებითად ცვლიან ხმის ტემბრს, მის სიმაღლეს, ინტენსივობას და დინამიკას. ამის შედეგად, ადამიანის ხმა შეიძლება იყოს ჩახრინწული, დუღუნა, თლიფინა, ჩიფჩიფა, წრიპინა და სხვ. გარდა აქ ჩამოთვლილი სამეტყველო აპარატის პერიფერიული სისტემის ანომალიებისა, მეტყველების დეფექტები შეიძლება გამოწვეულ იქნეს ცენტრალური ნერვული სისტემის ანომალიებითაც. ტვინში მიმდინარე პროცესების დარღვევას შეიძლება მოსდევდეს ენაბორძიკობა, ზოგიერთი ბგერების ძნელად წარმოთქმა, ზესწრაფი და ამიტომ გაუგებარი მეტყველება და სხვ., და ეს ცენტრალური ნერვული სისტემიდან მომდინარე ფაქტორი შეიძლება იყოს ან სომატური (სხეულთან დაკავშირებული), ან ფუნქციური ხასიათის.

ჩვენ აქამდე ძირითადად ვეხებოდით სამეტყველო აპარატის ანატომიურ და ფიზიოლოგიურ თავისებურებებს, რომლებიც მონაწილეობენ ხმის ინდივიდუალიზაციაში. მაგრამ ხმის ხასიათზე ზემოქმედებას ახდენს არა მხოლოდ ადამიანის ბიოლოგიური ბუნება, არამედ მისი მოღვაწეობის სოციალური კანონებიც. სამეტყველო აქტივობა არის ადამიანის სპეციფიკური, მხოლოდ მისთვის დამახასიათებელი უნარი, რომელიც საფუძვლად დაედო ადამიანის სოციალურ გამოცდილებას და რომელმაც შექმნა უფსკრული ადამიანისა და ცხოველს შორის.

ინდივიდუალობა ფორმირდება ყოველთვის გარკვეული საზოგა-

დღეების პირობებში. ამ პირობებში მყარდება კონტაქტი ადამიანსა და გარე სამყაროს შორის, აქ გამომუშავდება არსებობისათვის ბრძოლის სტრატეგია, ყალიბდება ადამიანის ფსიქიკური შესაძლებლობები და მისი ინდივიდუალური აზროვნება.

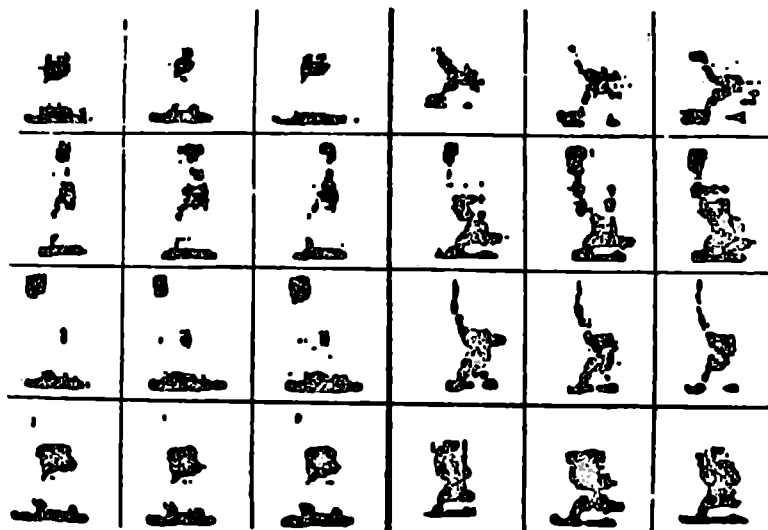
სოციალური გამოცდილების მნიშვნელოვან ან, უფრო სწორად, გადამწყვეტ პირობას წარმოადგენს ადამიანის ვერბალური (ზეპირი მეტყველების) უნარი. ამისდა მიხედვით მეტყველების მთავარ და ყველაზე მნიშვნელოვან ფუნქციას წარმოადგენს აზრობრივი ინფორმაციის გადაცემა, სწორედ ამიტომ ბგერითი ენა არის ადამიანთა შორის ურთიერთობის ძირითადი განმსაზღვრელი საშუალება. შინაარსის გარდა, როგორც უკვე ვთქვით, ბგერას გადააქვს ინფორმაცია თვით მოლაპარაკებეც, მის ასაკზე, სქესსა და მის შინაგან ფსიქიკურ მდგომარეობაზე. ასე, ხმას შეუძლია გამოამჟღავნოს პიროვნების კონკრეტული ემოციები, სიხარული, შიში, ღეპრესია. მას შეუძლია მიუთითოს, თუ როგორია მოლაპარაკის განწყობილება მოსაუბრის ან საუბრის საგნის მიმართ. მეტყველების ამა თუ იმ თავისებურებებს ძალუძთ ინფორმაცია მიაწოდოს მსმენელს მოლაპარაკის პიროვნების ხასიათზე, მის ტემპერამენტზე, მის ინტელექტზე და სხვ.

აქედან შეიძლება დავასკვნათ, რომ მეტყველების პროცესში წარმოქმნილ ბგერით სიგნალში ასახულია მოლაპარაკე ადამიანის სამეტყველო აპარატის მრავალფეროვანი ინდივიდუალური თავისებურებები, დაკავშირებული კონკრეტული პიროვნების არა მხოლოდ ბიოლოგიურ, არამედ მის ფსიქიკურ ბუნებასთანაც. ეს კი, თავის მხრივ, მიუთითებს იმაზე, რომ ადამიანის ხმის ინდივიდუალური თავისებულები უნდა ვეძებოთ სამეტყველო სიგნალის ნებისმიერ, როგორც სტატიკურ, ისე დინამიკურ, გამოვლენებში. შემდგომ პარაგრაფში ჩვენ შევეჩერდებით ბგერითი სიგნალის ზოგიერთ პარამეტრზე, რომელიც შეიძლება საფუძვლად დაედოს ადამიანის პიროვნების ავტომატური იდენტიფიკაციის პროცედურას.

§ 5.3. რაში გამოიხატება ხმის ინდივიდუალობა?

წინა პარაგრაფში ჩვენ უკვე აღვნიშნეთ, რომ ადამიანის ხმის დამახასიათებელი თავისებურებანი შეიძლება ატარებდნენ როგორც სტატიკურ ან, უფრო სწორად, კვაზისტატიკურ ე. ი. დროში თითქოსდა უცვლელს, ან პირიქით დინამიკურ ხასიათს. გარდა ამისა, ხმის ინდივიდუალურ ნიშნად შეიძლება ჩაითვალოს, აგრეთვე ლოკალიზებული, მხოლოდ გარკვეული ბგერების ან მარცვლების წარმოთქმასთან დაკავშირებული თავისებურებებიც.

ყველა ამ ნიშნის გამოყოფა სამეტყველო სივრცეებიდან და მათი შესწავლა წარმოადგენს, ალბათ, ყველაზე უფრო მნიშვნელოვან ეტაპს ხმათა ავტომატური ამოცნობის სისტემების შექმნაში. საკმე ისაა, რომ ინდივიდუალობის ეს ნიშნები, გარდა უდავო ეფექტურობისა, ხმების აღწერის თვალსაზრისით, უნდა ხასიათდებოდეს სხვა არანაკლებ მნიშვნელოვანი თვისებებითაც. პირველ რიგში ისინი უნდა იყვნენ მარტივი თავისი ბუნებით და მდგრადი გარე ხელისშემშლელი (ხმაურის) ფაქტორების მიმართ, უნდა ხასიათდებოდნენ სტაბილურობით დროში და არ უნდა ექვემდებარებოდნენ იმიტირებას (იხ. § 5.6.).

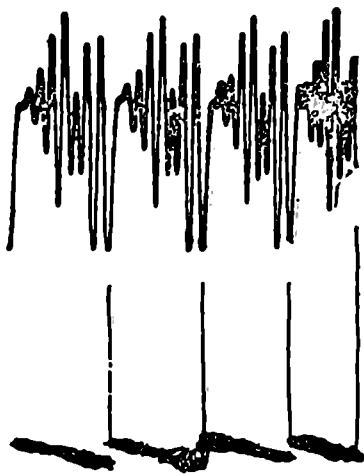


ნახ. 25. რუსული სიტყვების „ВМ“-ს (სურათის მარცხენა ნახევარი) და „Я“-ს (სურათის მარჯვენა ნახევარი) სილუეტური სპექტროგრამები. 4 დიქტორი სიტყვებს სამ-სამჯერ წარმოთქვამს

როგორც ეს მრავალმხრივმა კვლევამ აჩვენა, ინდივიდუალობის ძირითადი გამოვლინებები უნდა ვეძიოთ ბგერის სპექტრულ, ფორმანტულ, დროის და ამპლიტუდურ მახასიათებლებში.

ხმის სპექტრული სურათის ინდივიდუულისაგან დამოკიდებულების საილუსტრაციოდ შეიძლება მოვიყვანოთ სხვადასხვა ხმისათვის დამახასიათებელი დინამიკური სპექტროგრამები. ნახ. 25-ზე, ასახულია 4 დიქტორის მიერ სამ-სამჯერ წარმოთქმული რუსული სიტყვები „ВМ“ და „Я“. როგორც ფოტოდან ჩანს, ერთი და იმავე დიქტორის ხმის ამა-

ხველი სურათები საკმაოდ მსგავსია, დიქტორიდან დიქტორამდე კი იცვლება. ამ სურათების ანალიზმა უჩვენა, რომ ინდივიდუალურია არა მარტო ენერგიის განაწილება სიხშირის (ორდინატა) ღერძის მიმართ, არამედ ენერგიის მაქსიმუმების (ფორმანტთა სიხშირეების) და მათი ამპლიტუდების მდგომარეობებიც. რაც შეეხება აბსცისის ღერძს, მასზე მთლიანად აისახება ფორმანტების ტრაექტორიები იმისდა მიხედვით, თუ რა წარმოითქმება. ამდენად მას აქვს დამოკიდებულება ინდივიდუალობასთან მხოლოდ ტემპის, რიტმისა და პაუზების თვალსაზრისით. როგორც ჩანს სპექტროგრამებიდან, წარმოთქმული ფონემების სპეციფიკის დასახასიათებლად უფრო გამოდგება ორი ქვედა ფორმანტი, ხოლო ზედა ფორმანტები უკვე ინდივიდუალუმი ხმის თავისებურებებზე მიუთითებენ. სინამდვილეში სიხშირის დიაპაზონი 2500 ჰერციდან 5000 ჰერცამდე უფრო მეტად იღებს მონაწილეობას ხმის ტემბრის ჩამოყალიბებაში, ვიდრე დიაპაზონი 100-დან 2500 ჰერცამდე, თუმცა მთლიანად უგულებელყოფა არც ამ უკანასკნელის შეიძლება.



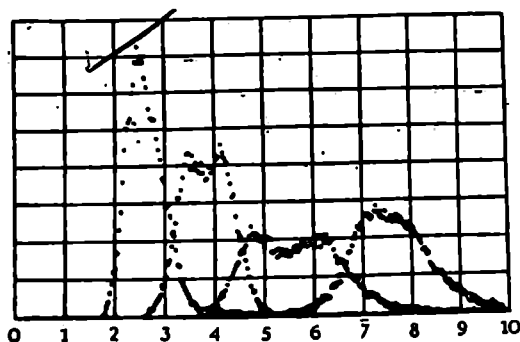
ნახ. 26. ბეჭა „ა“-ს ოსცილოგრამა და ძირითადი ტონის პერიოდების გამომხატველი იმპულსები

ზედა ფორმანტების კავშირი ხმის ტემბრთან, ე. ი. ინდივიდუალუმი ხმის ერთ-ერთ უმნიშვნელოვანეს ნიშანთან, კარგად ჩანს ხმების ინტეგრალურ სურათებში, რომლებიც მოცემულია ნახ. 30-ზე. აქ გამოხატულია ხანგრძლივი (არა ნაკლებ 30 წამის) სამეტყველო სიგნალის

ჯამური სპექტრული სურათები სხვადასხვა ხმებისათვის. უფრო დეტალურად სურათი აღწერილია § 5.5-ში.

პიროვნების ხმის არანაკლებ მნიშვნელოვან ნიშანს წარმოადგენს აგრეთვე ძირითადი ტონი. მასზე ჩვენ უკვე გვეყონდა ლაპარაკი ზემოთ. აქ კი ვეცდებით ილუსტრაციებზე ვაჩვენოთ, თუ როგორ გამოიყოფა იგი ბგერითი სიგნალიდან და როგორ ამჟღავნებს პიროვნებათა სხვადასხვაობას. ნახ. 26-ზე ნაჩვენებია ხმოვნის „ა“ შესაბამისი ბგერითი სიგნალი და მისი პერიოდულობის გამომხატველი ძირითადი ტონის იმპულსები. დროის შუალედს ორ იმპულსს შორის უწოდებენ ძირითადი ტონის პერიოდს. იმ შემთხვევაში, როცა ეს პერიოდი იმპულსებს შორის დიდია, ამბობენ, რომ ხმა დაბალია (მაგალითად — „ბანი“), ხოლო, როცა იმპულსები ახლო მდებარეობენ ერთმანეთისაგან, ხმა მაღალია (მაგალითად „კოლორატურა“).

თუ ჩვენ საუბრის მსვლელობაში დავაფიქსირებთ ხმის ძირითადი ტონის ყველა ინტერვალს, ვავსომათ მათ და მოვახდენთ მათ დაჯგუფებას მათი ხანგრძლივობის მიხედვით, შეიძლება მივიღოთ ინტერვალთა ისეთი განაწილება, რომელიც, როგორც გამოირკვეა, ახასიათებს მოლაპარაკის პიროვნებას ყველაზე ალბათური მნიშვნელობით (ე. ი.



ნახ. 27. ოთხი ხმის ძირითადი ტონის ინტერვალების განაწილება

ხმის საშუალო სიმაღლით) და დისპერსიით, ე. ი. ინტერვალთა განზნე-
ვით, რაც თავის მხრივ გვიჩვენებს, თუ რამდენად ემოციურია საუბარი.
ნახ. 27-ზე გამოსახულია ძირითადი ტონის ინტერვალთა განაწილება 4
დიქტორისათვის ცალ-ცალკე. ყოველი მათგანი კითხულობდა ერთნაირი
ხანგრძლივობის ტექსტს იმ განსხვავებით, რომ მარჯვნიდან მეორე
განაწილება გამოხატავს მხატვრული ტექსტის ისეთ მონაკვეთს, რომე-

ლიც თხოულობდა ემოციურ გამოთქმას. ამის გამო ინტერვალთა გან-
ბნევის დიაპაზონიც ფართოა და მაქსიმუმიც არ არის ერთი, რასაც
ადგილი აქვს მანერით კითხვის დროს. ქალის მაღალ ხმას შეესაბამება
უკიდურესად მარცხენა განაწილება, მამაკაცის დაბალ ხმას კი უკი-
დურესად მარჯვენა.

თუმცა ძირითადი ტონის ინტერვალთა განაწილება კარგად ასხვა-
ვებს სხვადასხვა სიმაღლის ხმებს, იგი გამოხატავს მხოლოდ სტატიკურ
სურათს და ამიტომ გამოდგება პიროვნების დასახასიათებლად მხოლოდ
სიგნალის ამ ნიშნის გასაშუალოების გზით.

არანაკლებ ეფექტურია გამოთქმის დახასიათების თვალსაზრისით
ხმის ძირითადი ტონის მელოდია საუბრის დროს. ეს პარამეტრი, რო-
მელსაც უფრო ხშირად ინტონაციას უწოდებენ, აქტიურად მონაწილე-
ობს როგორც წინადადების საკომუნიკაციო ტიპის გამოსახატავად (მა-
გალითად, ბრძანებითი წინადადება, თუ კითხვითი), ასევე სხვადასხვა
დიალექტური გამოთქმების დასადგენად. თუ როგორ მონაწილეობს
გამოთქმის ინტონაცია ამა თუ იმ დიალექტის დადგენაში, კარგად ჩანს
მაგალითიდან, რომელიც მოცემულია § 5.10-ში.

ნიშანდობლივია, რომ ხშირ საყოფაცხოვრებო ყოველდღიურ
პირობებში, ვთქვათ, ტელეფონით საუბრის დროს, საკმაოდ ძნელდება
ადამიანის ცნობა მისი ხმის ტემბრის მიხედვით. ცნობას ხელს უშლის
როგორც ტელეფონის არხის შეზღუდულობა სიხშირეთა დიაპაზონის
თვალსაზრისით, ასევე ხმაური, რომელიც მეტ-ნაკლებად ყოველთვის
თან სდევს სატელეფონო საუბარს. აი ასეთ შემთხვევაში მდგომარეო-
ბას შეეღოს ინტონაციური სურათი, რომელიც დაუბრკოლებლივ აღ-
წევს მსმენელის ყურს და თუკი იგი სპეციფიკურია მოლაპარაკის პი-
როვნებისათვის, საშუალებას გვაძლევს ვიცნოთ ეს უკანასკნელი.

პიროვნების ცნობის პროცესში ტემბრსა და ინტონაციასთან ერ-
თად აქტიურ მონაწილეობას იღებს ხმისა და გამოთქმის სხვა მახასია-
თებლებიც, მაგალითად ხმის ინტენსივობა, საუბრის ტემპი, მისი რიტ-
მიკა, პაუზების ხმარება მეტყველების პროცესში, მახვილების დასმის
სპეციფიკა. ყველა ეს ნიშანი გაერთიანებულია პროსოდიული მახასია-
თებლების სახელით. მათი სამეტყველო სიგნალიდან გამოყოფა და ანა-
ლიზი საშუალებას იძლევა შემუშავდეს პიროვნების ხმისა და მისი მე-
ტყველების ინდივიდუალური სურათი, რაც თავისთავად ობიექტურ
საფუძველს წარმოადგენს დიქტორის ავტომატური დადგენის საქმეში.

ვიდრე აღვწერდეთ პიროვნების ავტომატური ამოცნობის კონკრეტულ სისტემებს, საჭიროა მოკლედ შევჩერდეთ მათი მუშაობის ორ ძირითად რეჟიმზე: იდენტიფიკაციისა და ვერიფიკაციის ცნებაზე. პიროვნების იდენტიფიკაციას, რომელიც გულისხმობს მოლაპარაკის ვინაობის დადგენას მისი სამეტყველო აქტივობის მიხედვით, ხშირად აქვს ადგილი ჩვენს ყოველდღიურ ცხოვრებაში (ტელეფონით, რადიოში თუ სიბნელეში მოლაპარაკე ადამიანის ცნობა). ასეთ ამოცნობას მნიშვნელოვანი როლი ენიჭება კრიმინალისტიკაშიც, სადაც ხმის მაგნიტურ ფირზე ჩანაწერების მიხედვით საჭიროა გაიგივებულ იქნეს მოლაპარაკის პიროვნება ერთ-ერთ ექვმიტანილ პირთან ან საერთოდ ამოცნობილ იქნეს მისი ვინაობა. ამისათვის საჭიროა ფირზე ჩაწერილი ხმა შედარებულ იქნეს ყველა იმ ხმასთან, რომელთა შორისაც შეიძლება აღმოჩნდეს ბრალდებულის ხმა.

ამ პროცესისგან განსხვავებით, რომელშიც მოლაპარაკე არ ასახელებს თავის თავს და ხშირად, პირიქით, მალავს კიდევაც მას, ვერიფიკაცია მიზნად ისახავს დაადგინოს, ნამდვილად ეკუთვნის თუ არა წარმოთქმული ფრაზა იმ პიროვნებას, ვისი სახელითაც იგი გამოდის. ამრიგად, პირველ შემთხვევაში მანქანა ცდილობს გაიგოს ვინ არის მოლაპარაკე, ხოლო მეორე შემთხვევაში — ნამდვილად არის თუ არა მოლაპარაკე ესა თუ ის კონკრეტული პიროვნება.

პირველ შემთხვევაში შეიძლება ადგილი ჰქონდეს მოლაპარაკის მხრიდან მონდომებას, რომ ვერ იცნონ ის, მეორე შემთხვევაში კი — პირიქით, დიქტორი თანამშრომლობს მანქანასთან და, ასახელებს რა თავის ვინაობას, ცდილობს, მანქანამ დაადესტუროს ეს ფაქტი. ეს გარემოება განსხვავებულ ხასიათს აძლევს ამ ორ პროცესს.

ვერიფიკაციის ამოცანა პრაქტიკაში ემსახურება საკონტროლო — გასაშვები პუნქტების ავტომატიზაციის მიზანს. მაგალითად, ბანკში პირად ანგარიშებთან დაკავშირებული ოპერაციების ტელეფონის საშუალებით ჩატარებისას და, საერთოდ, ყველა იმ შემთხვევაში, როცა სპეციალურ დაწესებულებაში ან სპეციალური სისტემის სამართავად დაშვებულ უნდა იქნეს მხოლოდ და მხოლოდ გარკვეული პიროვნება.

განსაკუთრებულმა დაინტერესებამ ვერიფიკაციის ამოცანით თავი იჩინა უკანასკნელ ხანს აშშ-ში, სადაც ქალაქის ბიუროკრატიის შემცირების მოთხოვნილებამ წარმოშვა „უჩეკო საზოგადოების“ შექმნის კონცეფცია.

ამ ამოცანის სპეციფიკურ თავისებურებას წარმოადგენს სტანდარტული კრიტერიუმის საჭიროება გადაწყვეტილების მიღების დროს.

ყოველი კონკრეტული პროცესი აქ შეიცავს მხოლოდ ორ პასუხს: „ეს ისაა“ ან „ეს ის არ არის“, მაშინ, როცა იდენტიფიკაციის დროს გადაწყვეტილების მიღების პროცესი შეიძლება ძალიან რთული და შრომატევადი აღმოჩნდეს.

აღსანიშნავია აგრეთვე, რომ ვერიფიკაციის დროს მოლაპარაკე წარმოთქვამს ყოველთვის ერთსა და იმავე პაროლურ ფრაზას და ცდილობს ხმა არ შეიცვალოს²⁶. პირიქით, იდენტიფიკირების დროს საანალიზო სამეტყველო სიგნალი, როგორც წესი, ნებისმიერია და არც ავტომატთან თანამშრომლობას აქვს ადგილი დიქტორის მხრიდან.

ზემოთქმულიდან შედგენდება, რომ ვერიფიკაციისა და იდენტიფიკაციის რეჟიმები, მიუხედავად გარეგნული მსგავსებისა შეიცავენ პრინციპულ სხვაობას. ამასთან ერთად, ვერიფიკაციის ამოცანა უფრო რეალური და, ამდენად, პერსპექტიული უნდა იყოს. ამას ადასტურებს ის ფაქტიც, რომ ვერიფიკაციის სისტემის შეცდომაში შესაყვანად საჭიროა წარმატებით განხორციელდეს ხმათა მიმსგავსება (იმიტირება), რაც საკმაოდ რთული ამოცანაა (იხ. § 5.6).

რაც შეეხება იდენტიფიკაციის სისტემას, მისი სწორი მუშაობა მარტივად შეიძლება შეფერხდეს ხმის შეცვლით. მიუხედავად ამისა, როგორც ამას ამ თავის უკანასკნელ პარაგრაფებში (იხ. §§ 5.7—5.10) დავინახავთ, გარკვეული პირობების დაცვის შემთხვევაში ასეთ სისტემებსაც შეუძლიათ პრაქტიკული სარგებლობის მოტანა.

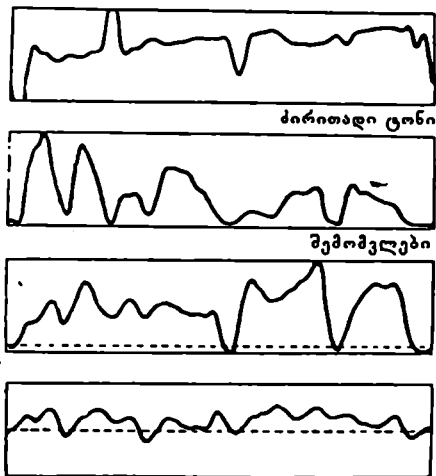
§ 5.5 ხმათა ავტომატური ამოცნობის სისტემა

მაგალითის სახით აღწერათ ორი სისტემა, რომელთაც წარმატებით გაიარეს ლაბორატორიული გამოცდა და უჩვენეს პრაქტიკულ პირობებში მათი გამოყენების კარგი შესაძლებლობა.

ქვემოთყვანილი სისტემის იდეა დაიბადა ამერიკის შეერთებულ შტატებში ბელის ლაბორატორიებში. მის სპეციფიკურ თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ იგი ეყრდნობა სამეტყველო სიგნალის ისეთ პარამეტრებს, რომლებიც გამოირჩევიან დიდი სტაბილურობით მაღალი დონის ხმაურის პირობებშიც კი. ეს გარემოება ძალიან მნიშვნელოვანია, როდესაც საქმე ეხება ვერიფიკაციის სისტემის ჩართვას ადამიანისა და გამომთვლელი მანქანის ურთიერთობის რეალურ პროცესში, მა-

²⁶ ზღაპარში „ალი-ბაბა და ორმოცი ყაჩაღი“ ფრაზა „სეზამ გაიღე“ ზუსტად იგივე როლს ასრულებს, თუმცა იქ პირიქების დადგენით კი არ ხდება ამ უკანასკნელის გამოკვამულში დაშვება, არამედ თვით პაროლური ფრაზის შინაარსის მიხედვით.

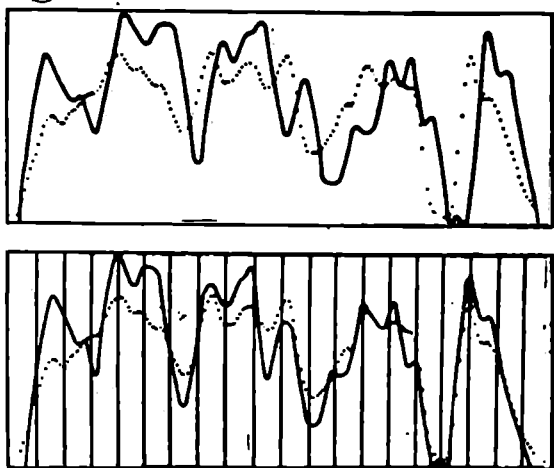
გალითად, სატელეფონო არხის გამოყენების დროს. როგორც უკვე ითქვა, სხვადასხვა სახის დაბრკოლებები, რომლებიც თავს იჩენენ სატელეფონო არხებში, დიდ ზეგავლენას ახდენენ ბგერების სპექტრულ სურათზე, მაგრამ ამავე დროს ნაკლებად მოქმედებენ პროსოდიულ მახასიათებლებზე. ამიტომ სისტემის ავტორებმა აიჩიეს დროში ნელი ტემპით ცვლადი ისეთი პარამეტრები, როგორიცაა ხმის ძირითადი ტონის მელოდია, ინტენსივობა და პირველი ორი ფორმანტის ტრაექტორიები (ნახ. 28).



ნახ. 28. ხმის ძირითადი ტონის მელოდიის, ინტენსივობისა და ორი ფორმანტის ტრაექტორიები

უკვე აღნიშნულია, ანუ სწავლების, ეტაპზე სისტემა იმახსოვრებს გამოსაცნობი პიროვნების წარმონათქვამს (ასეთ პაროლურ ფრაზად იხმარებოდა მეღერო ფონემებისაგან შემდგარი ინგლისური წინადადება *We were away a year ago*) ზემონახსენები პარამეტრების ტრაექტორიების სახით). მეორე, ანუ გამოცნობის, ეტაპზე გამოსაცნობი ფრაზა შეუდარდება დამახსოვრებულს და თანხვედრის შემთხვევაში კეთდება დასკვნა, რომ ფრაზა წარმოთქვა მან, ვისი ხმაც წინასწარ იყო შესწავლილი ავტომატის მიერ. ინდივიდუალურ ნიშანთა გამოყოფის და შედარების პროცედურა წარმოადგენს რთულ პროცესს და ხორციელდება გამომთვლელ მანქანაზე სპეციალური ალგორითმე-

ბის საშუალებით. ნახ. 29-ზე ნაჩვენებია, მაგალითისათვის, თუ როგორ ხდება ორჯერ წარმოქმნილი ერთი და იმავე ფრაზის ერთიმეორესთან დაპირისპირება ინტენსივობის ტრაექტორიის მიხედვით. როგორც ნახაზიდან (ზედა სურათი) ჩანს, ტრაექტორიები მნიშვნელოვნად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან დროში მათი ცვლილების სურათით, მაგრამ მსგავსია ფორმით. დროის ნორმალიზაციის ალგორითმი ახდენს ამ ტრაექტორიების ისეთ დაპირისპირებას (ქვედა სურათი), რომლის შედეგადაც აღმოჩნდება, რომ ისინი მსგავსეები არიან. როგორც წინასწარმა ექსპერიმენტებმა აჩვენა, სისტემას შეუძლია დიდი საიმედოობით გამოყოს „ნაცნობი“ ხმა რამდენიმე ათეული სხვა ხმებისაგან (100 ცდაზე შეცდომების რაოდენობა არ აღემატებოდა ერთს). თუმცა იგი არ აღმოჩნდა საკმაოდ მგრძნობიარე მისტიფიკატორების გამოცნობის თვალსაზრისით. ეს უკანასკნელნი ცდილობდნენ მიეზღოთ „ნაცნობი“ ხმისა-

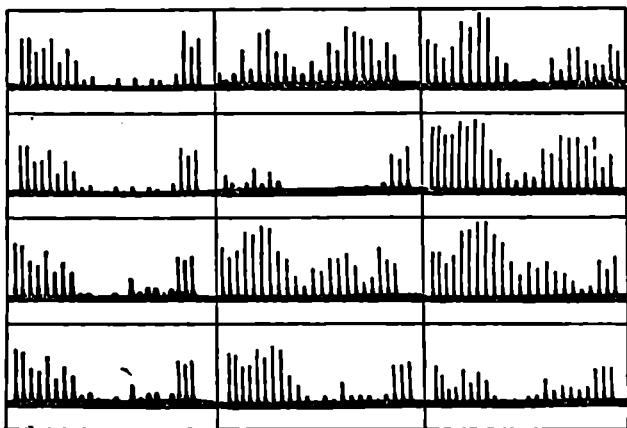


ნახ. 29. ინტენსივობის ორი კონტურის დაპირისპირება დროის მიხედვით

თვის და ხშირად (27 შემთხვევაში 100-დან) აღწევდნენ კიდეც მიზანს. ყურადსაღებია ის ფაქტი, რომ იმიტაციის ეფექტი იზრდებოდა სამეტყველო სიგნალის პარამეტრების რაოდენობის ოთხიდან ორამდე შემცირებისას (41 შეცდომა 100-დან). ყოველივე ეს მიუთითებს იმაზე, რომ გარდა იმისა, რომ პარამეტრები თავისთავად მდგრადი ანუ ძნელად მისაბადი უნდა იყოს, მათი რაოდენობა რაც შეიძლება უნდა გაიზარდოს, რათა იმიტატორს არ შეეძლოს კონტროლის გაწევა მიბადვის პროცესისათვის.

მეორე სისტემა, რომელიც საჭარბველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მართვის სისტემების ინსტიტუტში შეიქმნა, თავისუფალია ამ ნაკლოვანებებისაგან, თუმცა იგი შედარებით გართულდა სტრუქტურულად. ამ სისტემას საფუძვლად დაედო სამეცნიერო სიგნალის როგორც ინტეგრალური, ისე დინამიური მახასიათებლები. პირველთა რიგს, რომელიც აღწერილია სპეციალური პროგრამის „ინტეგრალის“ მეშვეობით, მიეკუთვნება გასაშუალებული სპექტრის 20-მდე პარამეტრი და ხმის ძირითადი ტონის, ინტენსივობისა და ტემპის საშუალო მნიშვნელობები.

ეს ნიშნები მოცემულია ნახ. 30-ზე. პირველ სვეტში მოთავსებული ოთხი სურათი შეესაბამება ერთისა და იმავე პირის მიერ ოთხჯერ წარმოთქმულ ორ სხვადასხვა შინაარსის ფრაზას, ხოლო დანარჩენი რვა — სხვადასხვა პირთა მიერ წარმოთქმულ ერთსა და იმავე ფრაზას. ფოტოზე ნათლად ჩანს პირველი სვეტის სურათების ინტრაინდივიდუალური (ერთი დიქტორის ხმის ფარგლებში არსებული) მსგავსება და სხვა სურათების ინტერინდივიდუალური (დიქტორებს შორის) განსხვავება.

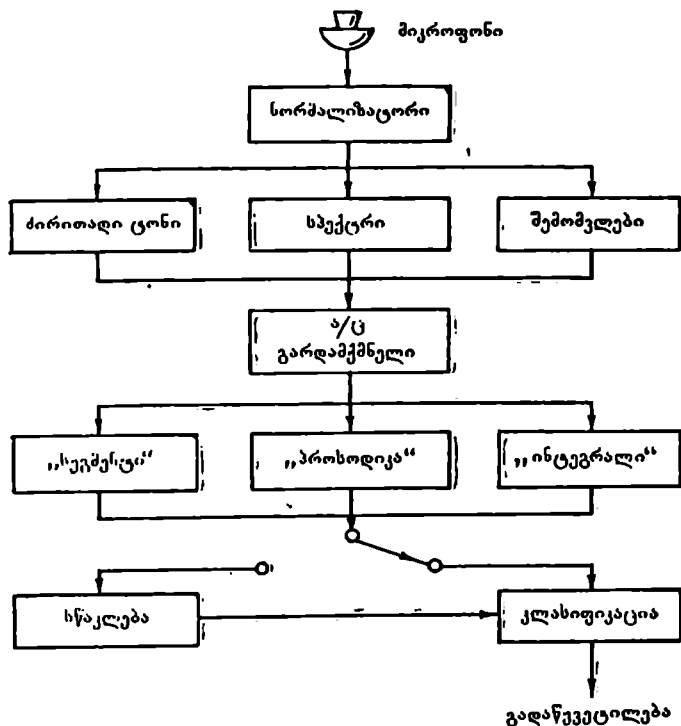


ნახ. 30. ხმის ინტეგრალური სპექტრის განაწილებები. ოთხი მარცხენა სურათი ეკუთვნის ერთსა და იმავე დიქტორს. დანარჩენი — სხვა რვა დიქტორს

აღვილი მისახვედრია, რომ ეს სისტემა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც პიროვნების ვერიფიკაციის, ისე იდენტიფიკაციის რეჟიმში, ე. ი. როგორც სტანდარტული ფრაზის, ისე ნებისმიერი, აზრობრივად და ტექსტობრივად განსხვავებული ფრაზების წარმოთქმის დროს. იმისათვის, რომ პიროვნება იდენტიფიცირებულ იქნეს ნებისმიერი

ტექსტის მიხედვით, საჭიროა განვახორციელოთ დიდი ზანგრძლივობის სამეტყველო სიგნალის ანალიზი, რომლის დროსაც ფონემათა სიხშირე გათანაბრდება და ტექსტის სხვადასხვაობა ველარ იჩენს თავს.

იმ შემთხვევაში, როდესაც სისტემის მიზანს შეადგენს პიროვნების დადასტურება ფიქსირებული ფრაზის მიხედვით და არა მისი იდენტიფიცირება ნებისმიერი შინაარსის სამეტყველო მონაკვეთის საფუძველზე, ზემოჩამოთვლილ ინტეგრალურ ნიშანთა სიას ემატება წარმოთქმული ფრაზის პროსოდიული მახასიათებლები (პროგრამა „პროსოდიკა“) და კონკრეტული სეგმენტების სპექტრული სურათები (პროგრამა „სეგმენტი“).



ნახ. 31. პიროვნების ავტომატური ვერიფიკაციის სისტემის სტრუქტურული სქემა

პირველ მათგანში შევიდა ფრაზის ინტონაციური სურათი, ინტენსივობის ტრაექტორია, მეტყველების რიტმი, პაუზების ზანგრძლივობა ფრაზის შიგნით, სინტაგმებს (ინტონაციურად დასრულებულ მონაკვე-

თებს) შორის და სხვ. ეს ნიშნები ნაწილობრივ წარმოდგენილია ზე-
ვით ნახ. 28-ზე.

პროგრამა „სეგმენტის“ მიერ მიღებული შედეგების საილუსტრა-
ციოდ გამოდგება როგორც ადრე ნაჩვენები სიტყვების სპექტრული
სურათები (იხ. მაგალითად ნახ. 5), ისე ნახ. 25-ზე მოცემული გამარტი-
ვებული დინამიკური სპექტროგრამები, რომლებშიც მოცემულია
ინტენსივობის მხოლოდ ორი („არის“ ინტენსივობა და „არ არის“
ინტენსივობა) დონე, რის გამოც ასეთ სურათებს სილუეტურ სპე-
ქტროგრამებს უწოდებენ.

აღწერილი სისტემა წარმოადგენს სპეციალიზებული მოწყობილო-
ბებისა და გამომთვლელი მანქანის ჰიბრიდს (ნახ. 31). წინასწარი ოპე-
რაციები ბგერითი სიგნალის მიღების, მათი გარდაქმნისა და ანალიზის
მიზნით ტარდება სპეციალურ ანალიზატორებზე. მიღებული ფიზიკუ-
რი მახასიათებლები შემდეგ ანალოგ-ციფრული გარდაქმნელების
საშუალებით შედის გამომთვლელ მანქანაში, რომელსაც ევალება ინდი-
ვიდუალურ ნიშანთა გამოყოფა (პროგრამები „ინტეგრალი“, „პროსო-
დიკა“ და „სეგმენტი“), მათი ეფექტურობის შეფასება და ნიშანთა
ინფორმაციული სისტემის შექმნა. მანქანაზე განხორციელებული ალგო-
რითების წყალობით ხდება აგრეთვე დიქტორთა ხმების შესწავლა
(სწავლების ეტაპი), მათი ეტალონიზაცია, ხოლო შემდეგ ხმათა მსგავ-
სების დადგენა მანქანის მეხსიერებაში შენახულ ეტალონებთან გამოსა-
ცნობ ხმათა შედარების საფუძველზე (გადაწყვეტილების ეტაპი).

სისტემის ეფექტურობის გამოცდამ დაადგინა, რომ სისტემას შე-
უძლია საკმაოდ მაღალი საიმედოობით ხმის მიხედვით გააჩიოს რამდე-
ნიმე ათეული პიროვნება და დაადასტუროს ნამდვილად გარკვეულ პი-
როვნებასთან გვაქვს საქმე, თუ იგი, ვთქვათ, მისტიფიკატორია.

როგორც უკვე აღვნიშნეთ, ამ სისტემას მთელ რიგ უპირატესობებ-
თან ერთად გააჩნია ნაკლიც. პირველ რიგში ამ ნაკლს მისი სირთულე
შეადგენს.

§ 5.6. შეიძლება თუ არა ხმის იმიტირება?

მიუხედავად იმისა, რომ ხმის იმიტირების ფაქტი საკმაოდ ხშირად,
გვხვდება ცოცხალი სამყაროს მრავალ წარმომადგენელთა (განსაკუთრე-
ბით, ფრინველთა) შორის, მისი ბუნების ღრმა შესწავლას პრაქტიკული
აზრი მიენიჭა მხოლოდ უკანასკნელ დროს, მოლაპარაკე პიროვნებათა
ხმების იდენტიფიკაციისა და ვერიფიკაციის ავტომატურ სისტემათა
შექმნასთან დაკავშირებით. მართლაც, ასეთ სისტემათა დამუშავების

საკითხმა შეიძლება სრულიად დაკარგოს აზრი, თუ გამოირკვევა, რომ სხვები ხმის იმიტირება საკმაოდ იოლი ამოცანაა და რომ იმიტირების შედეგად მიღებული სამეტყველო სიგნალი წარმოდგენს მისაბამი ხმის ზუსტ ასლს. ამასთან დაკავშირებით დგება რამოდენიმე ისეთი საკითხი, რომელიც მოითხოვს მათზე პასუხის გაცემას. პირველ რიგში აუცილებელია შესწავლილ იქნეს ის მექანიზმი, რომელიც საფუძვლად უძევს ხმების ინდივიდუალურ თავისებურებათა სმენითი აღქმის პროცესს. რა ფიზიკურ მახასიათებლებს გადააქვს ინფორმაცია ინდივიდის შესახებ? რომელი ხმები აღიქმება უფრო მეკეთრად სხვა ხმებს შორის? შეიძლება თუ არა ვილაპარაკოთ ორდინალურ ხმებზე? და ბოლოს, შეიძლება თუ არა მიზანდასახულად ვცვალოთ ჩვენი ხმა და, თუკი ეს შესაძლებელია, რამდენად რთულია ეს ამოცანა?

როგორც გვიჩვენა ექსპერიმენტებმა, ადამიანის სმენითი აღქმა, მიუხედავად მისი დიდი შესაძლებლობებისა ხმის ანალიზის თვალსაზრისით, გამოთქმის სპეციფიკის გამოყოფას ახორციელებს უფრო ხმის ხარისხობრივად გამორჩეული თავისებურებების ფიქსირების მეშვეობით (უკეთეს ასეთი თავისებურებები მოცემულია) და არა სიგნალის წვრილმანი კომპონენტების რაოდენობრივი შესწავლის გზით. ეს საფუძველს იძლევა ვიფიქროთ, რომ სხვა ადამიანის ხმის უნაკლო მიბადვა, რასაც ხშირად ადგილი აქვს პროფესიონალი იმიტატორების შემთხვევაში, შესაძლებელია მხოლოდ მაშინ, როდესაც მისაბამი ხმა ხასიათდება მეკეთრად გამოხატული ტემბრალური თავისებურებებით (დაგუდული, ჩახრჩნული, თლიფინა და სხვა), ინდივიდუალური ინტონაციური სურათით ან მეტყველების დეფექტით. ასეთი მოსაზრების სისწორე მტკიცდება თუნდაც იმ ფაქტით, რომ პროფესიონალი იმიტატორებიც კი სრულიად უძლურნი არიან მიბადონ ისეთ ხმას, რომელიც არაერთგვაროვანად განსაკუთრებული თავისებურებებით არ გამოირჩევა და მიეკუთვნება ე. წ. ორდინალური ხმების ჯგუფს. ამ შემთხვევაში მსმენელები ადვილად ადასტურებენ იმიტაციის წარუმატებლობის ფაქტს და ვერ ადგენენ, თუ ვისი ხმის იმიტირების ცდა იყო გათვალისწინებული.

ხოლო იმ შემთხვევაში, როდესაც მისაბამი პიროვნება ხასიათდება მეკეთრი სპეციფიკით ხმის მხრივ, აუდიტორები, რომელთა რიცხვს შეიძლება მივაკუთვნოთ ყოველდღიურ ცხოვრებაში რადიომსმენელებისა და ტელემაყურებლების ფართო მასები, ადვილად ექცევიან იმიტატორთა ილუზიის გავლენის ქვეშ. აქ მნიშვნელობა აქვს იმ გარემოებას, რომ ისინი განწყობილნი არიან წარმატებით ჩაატარონ ამოცანობის პროცესი და ამით ხელს უწყობენ მას.

რაც შეეხება ავტომატებს, როგორც გამოირკვა, ისინი არ არიან აღჭურვილი ასეთი უნარით და უფრო სიგნალის მრავალმხრივ რაოდენობრივ ანალიზს ეყრდნობიან, რაც იმის საფუძველს იძლევა, რომ სულ სხვა კუთხით „დაინახონ“ ინდივიდუალობა და არ „ენდონ საკუთარ ემოციებს“. იყენებენ რა ხმების მსგავსების შეფასებისას „არაადამიანურ“ კრიტერიუმებს, ავტომატური სისტემები წარმოადგენენ ადამიანის ხმას თავისი ნიშნების საშუალებით, რაც ხელს უშლის იმიტატორებს, მიიღონ წაბაძვის ისეთივე ეფექტი, როგორსაც ისინი ახდენენ აუდიტორებზე თავისი ხელოვნებით, გრატესკულად გაუსვან ხაზი მისაბაძი პიროვნების ხმის რაიმე განსაკუთრებულ თავისებურებას.

იმისდა მიხედვით, რაც უფრო რთული და „გაუგებარი“ იქნება იმ ნიშანთა ბუნება, რომლითაც აღჭურვილია ხმათა ვერიფიკაციის ავტომატური სისტემა, მით უფრო ძნელად მისაბაძია იგი იმ მისტიფიკატორთათვის, რომელთაც მისი შეცდომაში შეყვანა აქვთ განზრახული (ე. ი. უნდათ ავტომატური გასასვლელი პუნქტის შემთხვევაში გავიდნენ სხვის ნაცვლად).

მაგრამ როგორი ბუნების უნდა იყოს ეს ნიშნები? ანუ სიგნალის რა პარამეტრების ანალიზი უნდა მივაწოდოთ სისტემას, რათა იგი სამედიოლ ახდენდეს საჭირო პირთა ვერიფიკირებას და მისტიფიკატორთა გამოძღვარებას?

როგორც გამოირკვა, ყველა პროსოდიული მახასიათებელი უკლებლივ (ხმის ძირითადი ტონი, მელოდია, ტემპი, რიტმი, ინტენსივობა და სხვ.) ადვილად ექვემდებარება პიროვნების შეგნებულ თვითკონტროლს, ადვილად გამოიყოფა ცნობიერებით და ამიტომ ადვილად იმიტირებადიცაა. საკმაოდ მარტივია, აგრეთვე, მეტყველების დეფექტებისა და ტემბრის ზოგიერთი თავისებურების მიბაძვა.

პირიქით, მეტად რთული აღმოჩნდა და, შეიძლება ითქვას, შეუძლებელიც სამეტყველო სიგნალის ისეთი პარამეტრების იმიტირება, რომელთა წარმოშობას საფუძველად უძევს არამართვადი (არანების-მიერი და რეფლექტორული) მექანიზმი. ასეთია ყველა ის პარამეტრი, რომელიც სიგნალის მიკროსტრუქტურაში შედის (სიგნალის ფორმანტები, ნულებისა და ექსტრემუმების განაწილება და სხვ.).

საჭიროა კიდევ ერთხელ აღინიშნოს, რომ იმიტირების ფაქტი ამ შემთხვევაში აუცილებლობით გულისხმობს ხმის არა უბრალოდ შეცვლას (ეს საკმაოდ ადვილად შეიძლება მიღწეულ იქნეს სიგნალის ნებისმიერი ზემოაღნიშნული ფიზიკური მახასიათებლის მიმართ), არამედ მის მიზანდასახულ მიმსგავსებას რაიმე კონკრეტული ხმისადმი. აი, სწორედ ეს შედეგი, ე. ი. მანქანის შეცდომაში შეყვანა კონკრეტული ხმის თითქოს სრული იმიტირებით, აღმოჩნდა საკმაოდ ძნელად მი-

საღწევები, როცა ვერიფიკაციის სისტემას საფუძვლად ნიშნათა მრავალფეროვანი და რთული ერთობლიობა უძევს. ამიტომაც შეგვიძლია დავასკვნათ, რომ ვერიფიკაციის სისტემებს აქვთ მომავალი და პრაქტიკულად მათი გამოყენება უდავოდ ეფექტური იქნება.

§ 5.7. ადამიანის ხმის კრიმინალისტიკური ექსპერტიზა

მოლაპარაკე პიროვნების ობიექტური იდენტიფიკაციის პრობლემა მისი ხმის ინდივიდუალური თავისებურებების მიხედვით, როგორც უკვე ითქვა წინა პარაგრაფებში, პირველ რიგში წარმოიშვა მეტყველების აზრობრივი შინაარსის ავტომატური ამოცნობის ზოგად ამოცანასთან დაკავშირებით.

რაც შეეხება პიროვნების ხმის კრიმინალისტიკურ ანალიზს, ამ ამოცანის გადაწყვეტა მთელი რიგი სპეციფიკური თავისებურებების გამო, ყურადღების მიღმა მოექცა და არსებითად დაყოვნდა. მიუხედავად მოჩვენებითი მსგავსებისა, რომელიც არსებობს ამ ამოცანასა და საკონტროლო პუნქტებში პიროვნების ვერიფიკაციის ამოცანას შორის, ამ მიმართულებით დადასტურდა ღრმა და პრინციპული ხასიათის განსხვავებები. თუმცა ეს საკითხი უშუალოდ არ არის დაკავშირებული დიალოგური სისტემების პრობლემასთან, ადამიანის მეტყველების ანალიზი ამ ასპექტითაც არ იქნებოდა უინტერესო მკითხველისათვის, მით უმეტეს, რომ ზეპირი მეტყველების კრიმინალისტიკური გამოკვლევა მეტად საინტერესო და პერსპექტიულია. მან შეიძლება თვალსაჩინო ადგილი დაიკავოს საგამომძიებლო და სასამართლო პრაქტიკაში. ამის საფუძველს წარმოადგენს ის ფაქტიც, რომ დაკითხვისა და საქმის მასალების ფონოდოკუმენტირება უკვე ორი ათეული წელია რაც მიღებულია პრაქტიკაში სამოქალაქო საქმეების წარმოებისას, როგორც დამატებითი საშუალება წერილობითი, ფოტო და კინოდოკუმენტურ მასალებთან ერთად. მაგნიტურ ფირზე ხმის ჩაწერით მიღებული მასალა უკანასკნელ ხანს სულ უფრო ხშირად გამოიყენება გამოძიებისას. ასეთ მასალას სტენოგრაფიულ ჩანაწერთან შედარებით მრავალი უპირატესობა აქვს. პირველ რიგში ეს არის შინაარსობრივი ანუ სემანტიკური ინფორმაციის დიდი სიზუსტით დაფიქსირება. გარდა ამისა, ფონოგრაფზე ხმის გამომსახველ მოძრაობათა მეშვეობით ავტომატურად აღიბეჭდება ექვმიტანილის ემოციური მდგომარეობა, რომელსაც შეუძლია შუქი მოჰფინოს მის პიროვნულ თვისებებს, სოციალურ და ეროვნულ წარმოშობას და ამავე დროს მის დამოკიდებულებას დაკითხვის საგნისადმი. ჩვენებების ჩაწერა მაგნიტურ ფირზე გამორიცხავს სტენო-

გრაფისტის შესაძლო სუბიექტურ დამოკიდებულებას საქმის მსვლელობისადმი, მის კვალიფიკაციას, სტილს, დადლილობას და სხვა ხელის შემშლელ მომენტებს გამოძიების სწორად წარმართვის თვალსაზრისით.

დაბოლოს, დაკითხვის ფონოგრაფირების შედეგად მიღებული ინფორმაცია ექვემდებარება ხმის ინდივიდუალური თავისებურებების შესახებ შეიძლება უაღრესად სასარგებლო აღმოჩნდეს დანაშაულის ადგილზე შემთხვევით თუ მიზანდასახულად ჩაწერილი ხმების მიხედვით გარკვეულ პიროვნებათა დასადგენად (ამ ჩანაწერების შედარებისა და ურთიერთდაპირისპირებით).

ყოველივე ზემოთქმული მიუთითებს ფონოგრაფების შესწავლისა და მათი სასამართლო და საგამომძიებლო პრაქტიკაში გამოყენების აუცილებლობაზე.

მაგრამ რა არის ამ მიმართულებით კვლევის განვითარების ხელის შემშლელი მიზეზები? რა თავისებურებები და სირთულეები ახასიათებს ადამიანის ხმის კრიმინალისტიკური ექსპერტიზის და მის მიხედვით პიროვნების იდენტიფიკაციის ამოცანებს?

ხმის იდენტიფიკაციის სხვა არაკრიმინალისტიკური ამოცანების დროს (სეიფების გაღება მხოლოდ გარკვეული ხმების მიხედვით, საკონტროლო გასაშვებ პუნქტებში პირადობის მოწმობის მაგივრად ხმის „წარდგენა“, ბანკში ოპერაციების წარმოება ავტომატურად ტელეფონის საშუალებით) ხმის ჩაწერა და დადგენა ხდება ბევრად უფრო მარტივ პირობებში (ადგილი არა აქვს ემოციურად დაძაბულ სიტუაციას და გამორიცხულია ხმის შეცვლის განზრახვა), მაშინ როდესაც კრიმინალისტიკურ პრაქტიკაში ფონოგრაფების გამოყენებას მრავალი სახის სპეციფიკური სიძნელეები ელოდება.

მაგნიტური ფონოგრაფის ანალიზის დროს აუცილებელია გათვალისწინებულ იქნეს ფირის შესაძლო ფალსიფიკაცია, რაც შეიძლება მოხდეს ხმების მონტაჟით, ფირების გადაწებებით, სხვისი ხმების გადაფარვით და სხვ. ყოველივე ეს, პირველ რიგში მოითხოვს ფირების ტექნიკურ დიაგნოსტიკას და ფონოგრაფის ნატურალურობისა თუ ადეკვატურობის დადგენას, ანუ მის სრულ შესატყვისობას შესასწავლ ობიექტთან — დამნაშავის ბუნებრივ ხმასთან.

ხმის ჩამწერი აპარატურა, როგორც წესი, არ არის სტანდარტული და ხასიათდება ცალკეული კვანძების ფიზიკური მაჩვენებლების სხვადასხვაობით. მაგალითად, აკუსტიკური სიგნალის ელექტრულ სიგნალად გარდაქმნელების — მიკროფონების ამპლიტუდურ — სიხშირულ მახასიათებლებს თუ შევადარებთ, შევამჩნევთ, რომ ისინი იმდენად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან, რომ იწვევენ ბგერითი სიგნალის არ-

სებით დეფორმაციას. მართალია, ხმების სუბიექტური აღქმის დროს ეს დეფორმაცია ხშირად არ იგრძნობა და სმენა ვერც კი ამჩნევს მას, მაგრამ ამ ვარიაციებს არსებითი მნიშვნელობა ენიჭება, როცა საქმე ეხება სხვადასხვა მიკროფონის საშუალებით მაგნიტოფონზე ჩაწერილი ხმების ავტომატურ შედარებას გამომთვლელი მანქანების მიერ.

ანალოგიური ცვლილებები შეაქვს სამეტყველო სიგნალში მაგნიტოფონის თავებს, ფირს, გამაძლიერებელს და სხვ. ყოველი ამ ჩამოთვლილი კვანძის კონკრეტული მახასიათებელი იწვევს სიგნალის ნატურალურობის ცვლილებას, რაც ქმნის დაპატებით სიძნელეებს პიროვნების ავტომატურად დადგენაში.

იდენტიფიკაციის პროცედურა დამოკიდებულია რომ არ იყოს ჩამწერი მოწყობილობებისა და ფირების ტიპებზე, საჭიროა მოხდეს ამ მახასიათებლების წინასწარი შესწავლა და მათი შესაბამისი კორექტირება შესაძარებელი ფონოგრამების ნორმირების მიზნით.

ანალოგიური ნორმალიზაცია უნდა განხორციელდეს იმ აკუსტიკური გარემოს მიმართაც, რომელშიც მოხდა ფონოგრამის ჩაწერა. მაგალითად, შესაძლებელია ხმების კონსპირაციული ფიქსირება შესრულდეს ისეთ შენობაში, სადაც დიდი ხმაურია, ადგილი აქვს რევერბერაციას და სხვ. ასეთ შემთხვევაში საჭიროა მიემართოთ ფირის ხმაურისაგან გაწმენდის სხვადასხვა ხერხს (თუ ხმაურის დონე და მისი ბუნება იძლევა ამის საშუალებას) და შენობის აკუსტიკური მახასიათებლების შესწავლას,

ტექნიკური სიძნელეების გარდა, ადამიანის ხმის კრიმინალისტიკურ ექსპერტიზას ხვდება აგრეთვე სხვა სახის დაბრკოლებებიც: მაგალითად, ხშირად დანაშაულის ჩადენის პროცესში ადამიანი უნებლიედ იცვლის ხმას სიტუაციის დაძაბულობის გამო, რის შედეგადაც ასეთ პირობებში ჩაწერილი ხმის შედარება დაკითხვის ატმოსფეროში ჩაწერილ ხმათან არ იძლევა სასურველ ეფექტს.

ამას ემატება ის გარემოებაც, რომ ექვმიტანილ პიროვნებას შეუძლია ხელოვნურად შეიცვალოს ხმა (თუკი იგი შეამჩნევს, რომ გამოძიება დაინტერესებულია მისი ხმის ანალიზით), რათა შეცდომაში შეიყვანოს გამოძიება.

ასეთი შესაძლებლობის დაფიქსირება უნდა მოხდეს სპეციალური აუდიტორული ექსპერტიზის შედეგად. ფონოგრამა საანალიზოდ დაიშვება მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ ექსპერტიზა დაადგენს, რომ ექვმიტანილი პიროვნების ხმას არ განუცდია არც უნებლიე და არც ხელოვნური ცვლილებები.

ფონოგრამების კრიმინალისტიკური ექსპერტიზის წარმატებით ჩა-

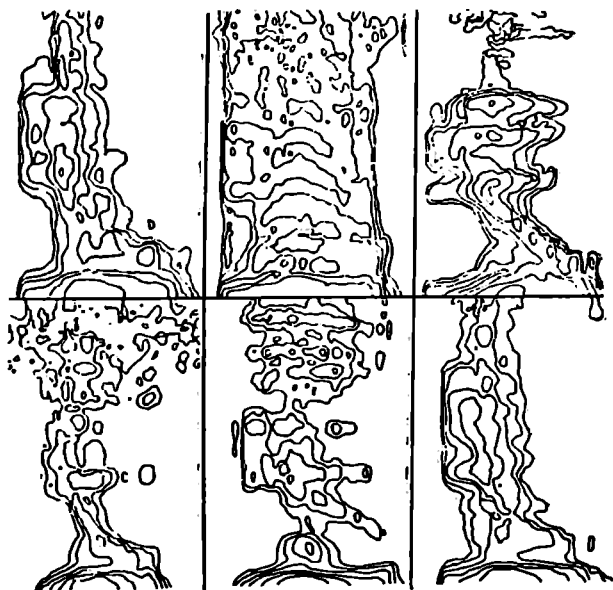
ტარებას მოლაპარაკე პიროვნების დადგენის მიზნით ხელს უშლის აგრეთვე ის გარემოება, რომ შესაღებელი ფონოგრამები, ჩვეულებრივ, შეიცავს ერთმანეთისაგან განსხვავებულ მასალას შინაარსობრივი თვალსაზრისით. ამის თავიდან ასაცილებლად საჭიროა დაკითხვის დროს სიტყვასიტყვით იქნეს აღდგენილი ჩაწერილი საუბრის შინაარსი. ამის მიღწევა იმის გარეშე, რომ დასაკითხმა პიროვნებამ ეპვი არ შეიტანოს იმაში, რომ მისი ხმით დაინტერესებული არიან და არ შეეცადოს ხმის შეცვლას, შეუძლებელია. რაც შეეხება ტექსტობრივ და სხვადასხვა მასალის ანალიზს, ის შესაძლებელი ხდება სუბიექტური მეთოდების საშუალებით (მაგალითად, სმენით), მაგრამ მნიშვნელოვნად ჯართულებულია ხმის ავტომატური (მანქანური) იდენტიფიკაციის შემთხვევაში. სირთულის მიზეზს წარმოადგენს ის ფაქტი, რომ დღესდღეობით ჯერ კიდევ არ არის ზუსტად დადგენილი, თუ რა ფიზიკურ მახასიათებლებს ეყრდნობა ადამიანის სმენა, როცა მოლაპარაკეს ცნობს ხმით ნებისმიერი სამეტყველო მონაკვეთის მოსმენის დროს, ე. ი. როგორია ის ინვარიანტული ნიშნები, რომლებიც ახასიათებს პიროვნების ხმას მეტყველების შინაარსის განსხვავებულ პირობებში. რასაკვირველია, ცალკეული ასეთი ნიშნები დღეს უკვე ცნობილია მეცნიერებისათვის, მაგრამ მათი სრული სახით წარმოდგენა და, ამრიგად, ხმათა ამოცნობის პროცესის სრული ალგორითმიზაცია ჯერჯერობით ვერ ხერხდება. ამის გამო, იდენტიფიკაციის პროცესის ავტომატიზაციის მიზნით, ხშირად მიმართავენ ხელოვნურ მეთოდებს შესაღებელი სამეტყველო მონაკვეთების სტანდარტიზაციის გზით.

ა 5.8. პიროვნების დადგენა ხმის „ანაბეჭდებით“

ამჟამად სხვადასხვა ქვეყანაში, მათ შორის საბჭოთა კავშირშიც, წარმოებს ხმის „ანაბეჭდებით“ პიროვნების დადგენის მეთოდის შეუმუშავებისა და საგამომძიებლო პრაქტიკაში სხვა ნივთიერ საბუთებთან ერთად მათი კომპლექსური გამოყენების ცდები. ცხადია, ამ მიმართულებით გადაღებული ნაბიჯები ჯერ კიდევ არ შეიძლება ჩაითვალოს სრულყოფილად და დამაკმაყოფილებლად. ამიტომ მათი გამოყენება ძალიან დიდ სიფრთხილეს მოითხოვს.

მიუხედავად ამისა, დასავლეთის ზოგიერთ ქვეყანაში ხმის კრიმინალისტიკური ექსპერტიზის ცალკეული მეთოდებით უკვე კარგა ხანია სარგებლობენ და ფართო რეკლამასაც უკეთებენ მას. ასე, მაგალითად, აშშ-ში უკვე 20 წელიწადია გამოიყენება წარმოთქმული სიტყვების ეგრეთ წოდებული კონტურული სპექტროგრამების ვიზუალური ექს-

პერტიზის მეთოდი. ამ მეთოდმა დიდი ყურადღება მიიპყრო და ფართო რეზონანსი გამოიწვია მას შემდეგ, რაც 60-იანი წლების დასაწყისში იგი აღმოაჩინა ბელის ლაბორატორიის თანამშრომელმა რ. კერსტამ. ხმის გამობატულების მიღების ეს ორიგინალური მეთოდი საშუალებას გვაძლევს წარმოვიდგინოთ წარმოთქმული სიტყვები ან ფრაზები სამგანზომილებიან სივრცეში (სიხშირე, დრო, ინტენსივობა) გარეგნულად ისეთივე კონტურების სახით, როგორსაც ჩვენ ვიღებთ რელიეფების გამოსახვის დროს რუკებზე (იხ. § 2.6). ორი ამ სამი პარამეტრიდან, კერძოდ, სიხშირე და დრო იცვლება უწყვეტად, ხოლო ინტენსივობა განისაზღვრება ერთისა და იმავე დონის კონტურების სახით, რომლებიც ერთიმეორისაგან 6 დბ-ით არის დაშორებული და ჯამში სამეტყველო სიგნალის საკმაოდ დიდ დინამიკურ დიაპაზონს (42 დბ) მოიცავს. ნახ. 32-ზე მოცემულია ინგლისური სიტყვა „you“-ს კონტურული



ნახ. 32. ინგლისური სიტყვა „you“-ს დინამიკური სპექტროგრამები. პირველი და მეექვსე სურათი ერთი და იმავე პიროვნების ორ გამოხატვას გამოხატავს

სპექტროგრამა, სადაც პირველი და მეექვსე ერთსა და იმავე პიროვნებას ეკუთვნის. წარმოთქმული სიტყვების კონტურული სურათების დიდი თვალსაჩინოება და გამოკვეთილობა ისეთი ეფექტური აღმოჩნდა,

რომ სპეციალისტების ერთმა ჯგუფმა სრულიად დაკარგა ზომიერების გრძნობა მათი შესაძლებლობების შეფასებაში და ფანტასტიკური მომავალი უწინასწარმეტყველა მათ. ისინი ამტკიცებდნენ, რომ გარკვეული სიტყვის „ანაბეჭდების“ დამახასიათებელი მოხატულობა უცვლელი დარჩებოდა ერთი წარმოთქმიდან მეორემდე მაშინაც კი, თუ პიროვნება მოინდომებდა ხმის შეცვლას დაბოხების, ჩურჩულით თუ აქცენტით წარმოთქმის გზით, კბილებისა ან ადენოიდების მოცილებით, პირის კენჭებით ავსებით და სხვ. ამავე დროს მათ განაცხადეს, რომ ერთისა და იმავე პიროვნების კონტურული სპექტროგრაფები არ შეიცვლება ასაკთან ერთად. ყოველივე ეს იმედის მომცემი იყო, რომ ხმის „ანაბეჭდებით“ პიროვნების დადგენა უფრო ფექტური იქნებოდა, ვიდრე ამას ადგილი აქვს დაქტილოსკოპიაში (თითების ანაბეჭდებით პიროვნების დადგენა) ან ხელწერით პიროვნების დადგენაში.

მოგვიანებით გამოიჩინა, რომ ამ მეთოდს არ გააჩნია ასეთი უპირატესობა. უფრო მეტიც, ხმის „ანაბეჭდებით“ ერთი და იმავე ხმის იდენტიფიცირება შესაძლებელი აღმოჩნდა მხოლოდ იმ შემთხვევაში, როდესაც ხმების ჩანაწერები სრულდებოდა ერთსა და იმავე დროს და ერთსა და იმავე ვითარებაში. მიუხედავად ამ დიდი შეზღუდვებისა ეს მეთოდი მიიღეს გამოსაყენებლად მთელმა რიგმა სასამართლო და საგამომძიებლო ორგანოებმა. ასე მაგალითად, როგორც ოფიციალური ცნობები მოწმობს, უკვე 1970 წლისათვის ამერიკისა და ევროპის 48 სხვადასხვა იურიდიულ დაწესებულებაში მოსმენილ იქნა 250 საქმე, რომლებშიც განაჩენი თითქოს უშეცდომოდ იქნა გამოტანილი სპექტროგრაფიული მეთოდით ხმის ანალიზის შედეგად²⁷.

უკეთებენ რა კომენტარს ამ შემთხვევებს, ცნობილი ამერიკელი მეცნიერები გამოთქვამენ საკმაოდ სკეპტიკურ აზრს:

1. ამ მეთოდის მიხედვით მიღებული შედეგების გამეორება შეუძლებელი აღმოჩნდა. ამიტომ ვერ ხერხდება მათზე კონტროლის დაწესება.

2. შედეგები შეიძლება ნაკარნახევი იყო სხვა იურიდიული საბუთებით, რომლებიც საქმეში იმყოფებიან.

3. არც სასამართლოს ვადაწყვეტილება და არც ბრალდებულის აღიარება არ არის საკმარისი ამ მეთოდის შრომისუნარიანობის დასამტკიცებლად.

²⁷ იმავე წყაროებში ციტირებულია მონაცემები იმის შესახებ, თითქოს მარტო ერთმა პოლიციელმა ოფიცერმა 25 შემთხვევაში მიახლოება პიროვნებათა იდენტიფიცირება ხმის მიხედვით. ყველა ბრალდებულმა აღიარა თავისი დანაშაული, სხვა 37 შემთხვევაში ასევე ირწმუნებოდნენ, რომ ამავე მეთოდით დადასტურდა ექვმიტანის მცდარობა, რის შედეგადაც ექვმიტანილები გამართლებულნი იქნენ.

4. არ იყო შესწავლილი ხმათა იმიტაციის საკითხი.

მიუხედავად ასეთი არგუმენტაციისა და საერთო უნდობლობისა, რომელიც ავტორიტეტულ პირთა მიერ იყო გამოთქმული ხმის „ანაბეჭდების“ შესაძლებლობების მიმართ, ეს მეთოდი უკვე 1977 წლისათვის გამოიყენებოდა აშშ-ის 25 შტატში. მან გავრცელება პოვა კანადის ორ სასამართლოშიც და მზადდებოდა დასაწერად დასავლეთ ევროპის ქვეყნებში, აგრეთვე, ისრაელში, იაპონიაში და სამხრეთ აფრიკის რესპუბლიკაში. ლაპირთა აღინიშნოს, რომ ძალიან ხშირად ამ ქვეყნებში პიროვნების იდენტიფიკაციის განხორციელება ფონოგრაფების საფუძველზე არ წარმოადგენს იურიდიულად უფლებამოსილ საშუალებას, თუმცა გამოძიების პრაქტიკაში ისინი მაინც ფიგურირებენ²⁸.

²⁸ ფონოგრაფების მიხედვით პროცენტაა დადგენის აუცილებლობის საკითხი მწვავედ დადგა 70-იანი წლების ბოლოსა და 80-იანი წლების დასაწყისში იტალიაში გავრცელებულ ტერორისტულ აქტებთან დაკავშირებით.

როგორც ცნობილია, იტალიის სხვადასხვა ქალაქებში, კერძოდ, ტურინში, მილანში, რომა და ნეაპოლში, ყოველთვისად აღვილი ჰქონდა ასობით პოლიტიკურ ბოროტმოქმედებას, რომელთაც, როგორც წესი, დიდი მსხვერპლი მოსდევდა. საინტერესოა, რომ ყოველ ასეთ ტერორისტულ აქტს თან სდევდა გაზეთების რედაქციასა და პოლიციის უბანში ტელეფონის ზარი და ანონიმური ხმა, რომელიც „ხელს აწერდა“ ამ ბოროტმოქმედებას. აფეთქებებისა და მკვლელობების ორგანიზაციის; ავტორებად აცხადებდნენ თავის თავს, ხან „წითელი ბრიგადები“, ხან „რევოლუციური უჯრედები“, ხან „შეიარაღებული პოლიტიკური რაზმები“ და სხვათა წარმომადგენლები.

ასე მოხდა იტალიის ყოფილი პრემიერის, კრისტიან-დემოკრატიული პარტიის ლიდერის ალდო მოროს მორტაცების შემდეგაც. ტელეფონის საუბრები, რომლებიც ამ აქციას სდევდა თან „უღრმობათმების“ წარდგენის მიზნით, ჩაწერილ იქნა მაგნიტურ ფირზე, რომლის ანალიზის საფუძველზე წარმოიშვა ვარაუდი, რომ ანონიმი იყო იტალიის ქ. პადუის უნივერსიტეტის სახელმწიფოებრივი სამართლის პროფესორი ანტონიო ნეგრი. ა. ნეგრი, რომელიც სხვებთან ერთად ექვმიტანილი იყო ტერორისტულ ორგანიზაციათა ხელმძღვანელობაში, დააპატიმრეს. ამან იტალიაში დიდი სენსაცია გამოიწვია. განსაკუთრებით დიდძალ მდგომარეობა, როდესაც ა. ნეგრის ამ საქმეში მონაწილეობის ძირითადი მხარამდებელი, მილანის გამომძიებელი ალესანდრინი მალე მოკლეს. ამას დაემატა ისიც, რომ ალდო მოროს მკვლელობის მათწყებელი სატელეფონო საუბრის ანალიზმა ანონიმის ხმა მაშსგავსა ა. ნეგრის მარჯვენა ხელის გ. ნიკოტრის ხმას.

პროცესის მსვლელობაში საზოგადოებრიობის ინტერესი გამოიწვია ძირითადად პროცენტათა ინდენტიფიკაციის საკითხმა მათი ხმების ჩანაწერების მიხედვით. მაგრამ, როგორც სასამართლომ უჩვენა, ძიების ძირითადი მამხილებელი მასალები ვერ იქნა საქმეში გამოყენებული, ვინაიდან მათ კანონით არ ჰქონდათ მინიჭებული სათანადო ძალა. სენსაციების მოყვარულმა პრესამ მოიყვანა მავალითები აშშ-ში მსგავსი ფაქტების ჩვენებით, გერმანელებსა; და იაპონელების წარმატებები პროცენტათა ინდენტიფიკაციის ხაზით, მაგრამ ამაოდ. პროცესმა სხვა მიმართულება მიიღო და მაგნიტური ფირები საქმეში გამოყენებული არ აქნა,

წინამდებარე წიგნის ავტორი 1984 წლის გაზაფხულზე იტალიის სამეცნიერო ცენტრებში მოვლინების დროს დაინტერესდა გაზეთებში გამოქვეყნებული ამ ინფორმაციის.

ამ მდგომარეობამ გამოიწვია დიდი კამათი. მეთოდის მოწინააღმდეგეებმა გამოთქვეს სამართლიანი გაკვირვება და განგაშიც კი ატეხეს. იმის გამო, რომ მის დანერგვას შეიძლება მოჰყოლოდა მძიმე სოციალური შედეგი და მის გავრცელებას ხსნიდნენ მხოლოდ იმით, რომ აქ საქმეს სათავეში ედგნენ არაკვალიფიციური, სპეციალური ლიტერატურის არამცოდნე, მაგრამ სენსაციების მოყვარული პირები. ადარებენ რა ვიზუალური ექსპერტიზის მეთოდს დაქტილოსკოპიურ საშუალებებს, სპეციალისტებს მიაჩნიათ, რომ წარმოთქმული სიტყვების სპექტროგრაფია არ არის ისეთი კატეგორიული ხასიათის, როგორადაც შეიძლება მიჩნეულ იქნეს დაქტილოსკოპიური სურათები. თითების ანაბეჭდები და მისი მოყვანილობის სხვადასხვა თავისებურებები უშუალოდ და მყარად არის დაკავშირებული ადამიანის ანატომიასთან, თითქმის არ იცვლება ასაკის მიხედვით და არ ექვემდებარება იმიტირებას. ყოველივე ეს უზრუნველყოფს ძალიან სტაბილურ სურათს ყოველი ცალკეული ინდივიდუუმისათვის მაშინ, როცა სხვადასხვა პიროვნებათა მიხედვით სურათი საკმაოდ იცვლება. ამყამად დამუშავებულია მეთოდიცა, რომლის მიხედვითაც რამოდენიმე ათეულ დაქტილოსკოპიურ ნიშანზე დაყრდნობით შეიძლება ზუსტად იქნეს იდენტიფიცირებული ნებისმიერი პიროვნება. იმის ალბათობა, რომ ორ პიროვნებას ექნება თითების ზუსტად ერთნაირი ანაბეჭდები, ძალიან მცირეა და თითქმის ნულის ტოლი. ეს თვალსაჩინოდ მეტყველებს იმაზე, თუ რა პოტენციური შესაძლებლობები გააჩნდა დაქტილოსკოპიურ მეთოდებს და რა უპირატესობები ენიჭება მათ ხმის მიხედვით პიროვნების ამოცნობის მეთოდებთან შედარებით.

როგორც სპეციალისტთა უმეტესობას მიაჩნია „ხმის ანაბეჭდების“ მეთოდი ჩამოუვარდება თავისი მაჩვენებლებით არა მარტო დაქტილოსკოპიის მეთოდს, არამედ ხმის მიხედვით პიროვნების დადგენის აუდიტორულ (სმენითი აღქმის) მეთოდსაც. ყოველივე ეს განსაკუთრებით შედარება, როდესაც საანალიზოდ წარმოდგენილია არა ნატურალური ხმა, არამედ მისი ჩანაწერები მაგნიტურ ფირზე, რაც დამა-

სიზუსტით. გამოარკვა, რომ სინამდვილეში ა. ნეგრის ხმის ფონოგრამის ანალიზი განხორციელდა არა ტექნიკური საშუალებებით, როგორც ეს შეიძლება წარმოედგინოს მკითხველმა, არამედ აუდიტორულად, ე. ი. სმენით. ანალიზი მიენდო იტალიის ფონეტიკოსებს და დიალექტოლოგებს, რომლებიც ბერნარდ შოუს „პიგმალიონი“ გმირის პროფესორ ხიგინის მსგავსად კარგად ერკვეოდნენ კუთხური გამოთქმებისა და ინტონაციების ნიუანსებში. მათი დასკვნის მიხედვით ფონოგრამაზე ჩაწერილი ხმა ეკუთვნოდა იმ ტერიტორიის პეკედრს, რომელსაც ა. ნეგრი განეკუთვნებოდა.

ტებითი დამახინჯებისა და ცვალებადობის ზემოქმედების წყაროს წარმოადგენს.

ამის გამო, პიროვნების იდენტიფიკაციის მეთოდოლოგია მისი ხმის ინდივიდუალური თავისებურებების მიხედვით არ შეიძლება ეყრდნობოდეს მხოლოდ სიგნალების ვიზუალური სურათის სუბიექტური აღქმის მეთოდს. აუცილებელ ეტაპს დადებითი შედეგის მიღების გზაზე წარმოადგენს აგრეთვე მეტყველების შეფასება სმენით და, რაც მთავარია, ისეთი ავტომატური საშუალებებით გამოთვლითი მანქანების გამოყენების ბაზაზე, რომლებიც შექმნიან კრიმინალისტიკური ექსპერტიზის ობიექტურ საფუძველს და სათანადო მონაცემების ერთობლიობის გამოყენების შემთხვევაში მოგვცემენ კატეგორიულ დასკვნასთან მიახლოებული გადაწყვეტილების გამოტანის შესაძლებლობას.

§ 5.9. ფონოგრაფიის ანალიზის მეთოდოლოგია

წინა ორი პარაგრაფიდან ჩვენ დავინახეთ, რომ ადამიანის ხმა — ეს რთული და მრავალკომპონენტური ობიექტი — განსაკუთრებული შესწავლის საგნად უნდა იქცეს კრიმინალისტიკური ექსპერტიზის მიზნით ჩატარებული ანალიზის შემთხვევაში. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ამ ვითარებაში ხმა განიცდის მრავალი ხელისშემშლელი ობიექტური თუ სუბიექტური ფაქტორების გავლენას, ე. ი. ისეთი ფაქტორების ზემოქმედებას, რომლებიც არ არიან ჩართულნი ვერიფიკაციის პროცესში. ერთ-ერთ ასეთ ფაქტორს წარმოადგენს ის, რომ ადამიანის ხმა აქ ძირითადად წარმოდგენილია მაგნიტურ ფირზე ჩანაწერის სახით და ამდენად მისი ხარისხი დამოკიდებულია როგორც მაგნიტოფონის სხვადასხვა კვანძების მახასიათებლებზე, ისე გარემოზე, ან იმ სათავესოს აკუსტიკურ თავისებურებებზე, რომლებშიც ის იყო ჩაწერილი, არხის ამპლიტუდურ-სიხშირულ მახასიათებლებზე, რეჟიმზე, რომელშიც იქნა შესრულებული ჩაწერა და სხვ.

ამრიგად, კრიმინალისტიკურ პრაქტიკაში ფონოგრაფიის წარმატებით გამოსაყენებლად საჭიროა ზემოჩამოთვლილ დამბრკოლებათა დაძლევის მიზნით მთელი რიგი წინასწარი რთული და კომპლექსური სამუშაოების ჩატარება. ამისათვის კი აუცილებელია შეიქმნას ფონოგრაფია ჩაწერის, ნორმალიზაციის, ანალიზისა და, ბოლოს, მათი იდენტიფიკაციის სწორი და მრავალმხრივი მეთოდოლოგია.

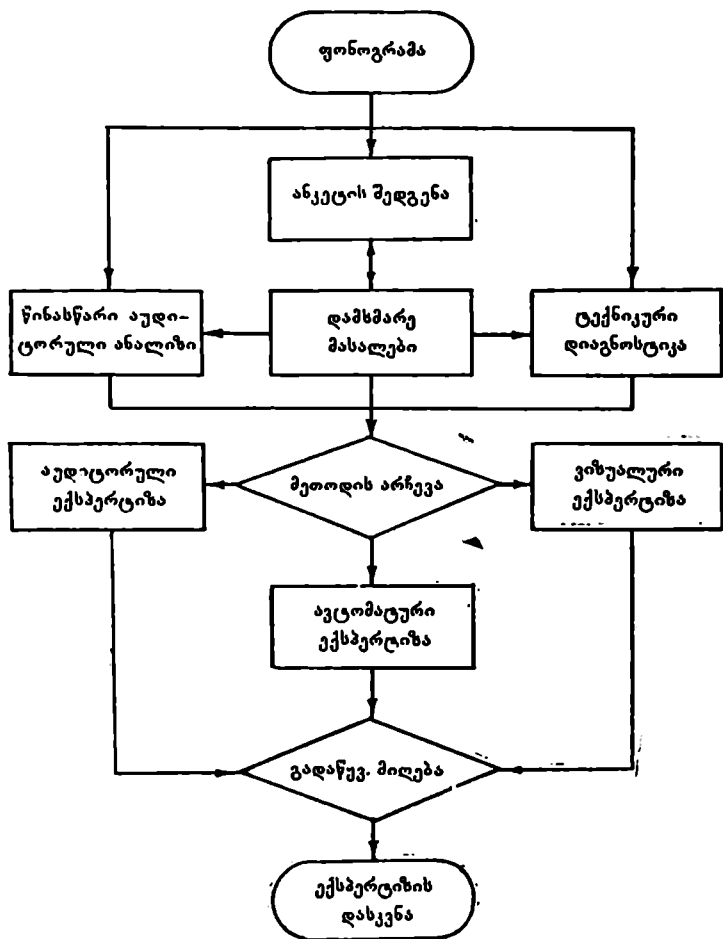
ხმის მიხედვით პიროვნების იდენტიფიკაციის ეს მეთოდოლოგია უნდა ემყარებოდეს სამეტყველო სიგნალის კომპლექსურ ანალიზს, რომელიც შეიცავს ბგერითი სიგნალის როგორც ინტეგრალური (ტემბრული)

და დინამიკური (პროსოდიული) ნიშნების მრავალმხრივ შესწავლას, ისე ბგერათა ინდივიდუალურ წყაროს ისეთი ლოკალური თავისებურებების გათვალისწინებას, რომლებიც დაკავშირებულია ცალკეული ფონემებისა და მათ ერთიანობათა სპეციფიკურ გამოთქმასთან. ამასთან, ფონოგრამათა ანალიზი უნდა იყოს უზრუნველყოფილი როგორც სუბიექტური (ვიზუალური და აუდიტორული), ისე ავტომატური მეთოდების გამოყენებით.

პირველ რიგში აუცილებელია დადგინდეს საანალიზო სამეტყველო ტექსტის შინაარსი. შემდგომ უნდა ჩატარდეს მაგნიტოფირის, ე. ი. ფონოგრამის, ტექნიკური დიაგნოსტიკა. ეს პროცედურა მთავარ მიზნად ისახავს შემოწმებას, არის თუ არა წარმოდგენილი ფონოგრამა საჭირო ინფორმაციის ჰეშმარიტი მატარებელი, თუ იგი ხელოვნურად არის დამონტაჟებული. განსაკუთრებით მნიშვნელოვან ეტაპს ფონოგრამის ანალიზის ხაზით წარმოადგენს იმის დადგენა, ჩაწერილია თუ არა ფირზე საკუთრივ ამოსაცნობი პიროვნების ნორმალური მეტყველება, თუ იგი სახე შეცვლილია ხელოვნურად ან იმიტირებულია სხვის მიერ. შემდგომ, საჭიროა განხორციელდეს ფონოგრამის კორექტირება იმის გათვალისწინებით, თუ როგორი აპარატურა იყო გამოყენებული ხმის ჩასაწერად და როგორი სახის ნიშნულთან დაგვეკირდება ამ გამოსაკვლევი ფონოგრამის შედარება პიროვნების იდენტიფიცირების მიზნით. ყველა აუცილებელი საფეხურის გავლისა და ზემოხსენებული ანალიზის შედეგების შეჯამების შემდეგ, საჭიროა გამოტანილ იქნეს დასკვნა, რომელშიც ნაჩვენებია იქნება მისი საიმედოობის დონე. ეს მოთხოვნა ნაკარანხევია იმ მდგომარეობით, რომ ხმის ფონოგრაფიული მონაცემები მათი ბუნების გამო არც ერთ შემთხვევაში არ შეიძლება მიჩნეულ იქნეს კატეგორიული ხასიათის მქონედ და, ამიტომ, უნდა გამოიყენებოდეს საბოლოო დასკვნის გამოტანისას მხოლოდ და მხოლოდ სხვა ნივთმტკიცებებთან ერთად როგორც აუცილებელი ერთობლიობის შემადგენელი ნაწილი.

ეს მეთოდიკა სტრუქტურულად შეიძლება გამოიხატოს შემდეგი სქემით (ნახ. 33). აქ ეტაპებად მოყვანილია ყველა ის პროცედურა, რომელიც საჭიროა ჩატარდეს ფონოგრამის კრიმინალისტიკური ექსპერტიზის მიზნით. ამ სქემაში ანკეტის შედგენა გულისხმობს ყველა იმ მონაცემის აღნუსხვას, რომლის პირობებშიც მოხდა ფონოგრამის ჩაწერა. მაგალითად, ფონოგრამის საბოლოო ანალიზისათვის საჭიროა ცნობები, თუ სად და როგორი აკუსტიკის მქონე სათავსოში წარმოებდა ხმის ჩაწერა, პირდაპირ მიკროფონიდან თუ სატელეფონო არხით იყო შესრულებული იგი, როგორი ტიპის ხმაური ახლდა თან ჩაწერას, რა მაგნიტოფონზე და როგორი კვალიფიკაციის ოპერატორის მიერ იყო იგი განხორციელებული და სხვ.

მოყვანილ სქემაზე ყოველი ბლოკი გულისხმობს რთულ პროცედურას, რის გამოც ჩვენ ყოველ მათგანზე აქ ვერ შევჩერდებით. ვახსენებთ მხოლოდ, რომ აუდიტორული ექსპერტიზის მოვალეობაში



ნახ. 33. ზმის კრიმინალისტური ექსპერტიზის მეთოდები

შედის, ერთი მხრივ, მეტყველების ნატურალობის, მისი ხარისხის, ხანგრძლივობისა და შინაარსის დადგენა, ხოლო, მეორე მხრივ, პიროვ-

ნების ჯგუფური დიაგნოსტიკა მისი სქესის, ასაკის, ნაციონალობის, პროფესიისა და სხვა ნიშანთა მიხედვით (არ არის გამორიცხული თვით კონკრეტული პიროვნების ვინაობის დადგენაც). შემდეგ პარაგრაფში ჩვენ შედარებით დაწვრილებით შევჩერდებით ჯგუფური დიაგნოსტიკის ერთ-ერთ საინტერესო ნიშანზე — დიალექტურ გამოთქმებზე.

აქ საჭიროა ხაზგასმით აღინიშნოს, რომ პიროვნების აღნიშნული ჯგუფური ნიშნებით დახასიათების უნარი არ გააჩნიათ დაქტილოსკოპიისა და ხელწერის მიხედვით პიროვნების დადგენის მეთოდებს. საქმე ისაა, რომ შესადარებელი ნიმუშების (ეტალონების) უქონლობის პირობებში ვერც დაქტილოსკოპიური და ვერც ხელწერის ნიმუშების მიხედვით ვერ ხერხდება პიროვნების ისეთი, შედარებით სრულყოფილი, სურათის დახატვა, როგორიც შესაძლებელია განხორციელდეს მეტყველების აკუსტიკური და ლინგვისტიკური (ლექსიკური, სინტაქსური, სტილისტიკური და სხვ.) ანალიზის საფუძველზე.

§ 5.10. დიალექტური გამოთქმები და კრიმინალისტიკა

ზემოგანხილულ მთელ რიგ ინდივიდუალურ თავისებურებებთან ერთად ამა თუ იმ პიროვნების მეტყველებას შეიძლება ახასიათებდეს ისეთი ნიშნებიც, როგორიც არის კუთხური არალიტერატურული ენით მეტყველება (დიალექტური ან „პარაზიტული“ სიტყვების ხმარება, ბგერითი ჩვევები, გარკვეული ფრაზეოლოგიური ერთეულების ხშირი და თავისებური გამოყენება, არქაიზმების ან უცხო სიტყვათა ინდივიდუალური წარმოთქმა და სხვ.) და დიალექტური ინტონაციები.

მიუხედავად იმისა, რომ თანამედროვე ადამიანები ცივილიზაციის მაღალი დონის პირობებში სულ უფრო სწორად და ლიტერატურულად მეტყველებენ, ჯერ კიდევ საკმაოდ ხშირია ისეთი ადამიანები, რომელთა ლაპარაკის მანერა მკიდროდ არის დაკავშირებული იმ კუთხესთან, რომლის მკვიდრადაც ისინი ითვლებიან. უფრო მეტიც, თვით დახვეწილი ლიტერატურული ენით მოსაუბრე პიროვნებაც კი გარკვეულ, ემოციურად დაძაბულ ვითარებაში უნებლიეთ ამჟღავნებს იმ კუთხისათვის დამახასიათებელი მეტყველების დიალექტურ ნიშნებს, სადაც ჩამოყალიბდა მისი ენობრივი ჩვევები. მხოლოდ საქართველოში შეიძლება გამოიყოს რამდენიმე ათეული ტერიტორიალური დიალექტი. მათ მიეკუთვნება, მაგალითად, ქართლური, მესხური, ჯავახური, ქიზიყური, კახური, იმერული, გურული, აჭარული, იმერხევული, რაჭული, ლეჩხუმური, ხევსურული, მთიულური, თუშური, მოხევური, ფშავეური და სხვ. საქართველოს გარეთ გავრცელებულია ორი სახის ქართული

ენის დიალექტი: ინგილოური (აზერბაიჯანში) და ფერეიდნული (სპარსეთში).

ენისა და მეტყველების მანერის ამ თავისებურებებს, ცხადია, შეუძლია დიდი როლი ითამაშოს იურისპრუდენციაში, კერძოდ, კრიმინალისტიკაში. აქ სპეციალისტებს შესაძლებლობა აქვთ ფონოგრამათა შესწავლის საფუძველზე მოახდინონ ისეთი ნიშნების გამოყოფა, როგორიცაა ერთი მხრივ, გამოყენებული ენის ლექსიკა, ფრაზეოლოგია და სპეციფიკური გრამატიკული ფორმები (ფონეტიკური, მორფოლოგიური, სინტაქსური), ხოლო მეორე მხრივ, მეტყველების პროსოდიული მახასიათებლები, კერძოდ, გამოთქმის მელოდია, მახვილი, მეტყველების მიმდინარეობის რიტმი, ტემპი და სხვ. აქ არ შევჩერდებით ზემოჩამოთვლილ თავისებურებებთან მჭიდროდ დაკავშირებულ ისეთ ნიშნებზე, რომლებიც ყოველდღიურად გვხვდება ცალკეული ინდივიდების მეტყველებაში და აგრეთვე გამოდგება პიროვნების იდენტიფიცირების ან მისი ჯგუფური დიაგნოსტიკის საქმეში. ასეთებია: აქცენტი (საკუთარი ენის ჩვევების ჭადატანა სხვა ენაში), ჟარგონი (ჭურღების, პროფესიონალური მათხოვრების ან სხვა სახის სოციალური ფენისათვის დამახასიათებელი ლექსიკა), პიროვნების მეტყველების პათოლოგიური ცვლილებები (ჩლიფინი, ბლუქუნი, ენაბორძიკობა და სხვ. მათზე ჩვენ გვექნადა საუბარი § 5.2.-ში), პიროვნების მეტყველების ბგერითი ხასიათის ჩვევები (ჩახველება, ტუჩების წკლაპუნი, ცხვირით ქსუტუნი) და სხვ.

უნდა აღინიშნოს, რომ მეტყველების დიალექტურ თავისებურებათა დადგენასა და გამოყოფას განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება იმ შემთხვევაში, როდესაც ძიების საწყის სტადიაში მამხილებელ საბუთად საქმეშია მხოლოდ მაგნიტოფირზე ჩაწერილი მეტყველება და ხმის მფლობელის ენაობის შესახებ ეჭვიც კი არ არის წამოყენებული. ასეთ შემთხვევაში ფონოგრამის ანალიზის შედეგად შეიძლება გარკვეული სიზუსტით ლოკალიზებულ იქნეს ის გეოგრაფიული რაიონი, რომელსაც ეკუთვნის (დაიბადა ან ხანგრძლივად ცხოვრობს) გამოსაყვევი პიროვნება.

სამწუხაროდ, თუ ქართულ დიალექტოლოგიას, როგორც ენათმეცნიერების ერთ-ერთ დარგს, საკმაოდ კარგად აქვს შესწავლილი ცალკეული დიალექტების ლექსიკური ფონდი და გრამატიკული ფორმები, ამას ვერ ვიტყვით იმ პროსოდიულ ნიშნებზე, რომლებიც ასეთი დიდი მრავალფეროვნებით გვხვდება ქართულ ზეპირმეტყველებაში და რომლებიც ასე ხატოვნად ახასიათებენ საქართველოს ცალკეულ ეთნოგრაფიულ თუ გეოგრაფიულ ერთეულებს.

აქ საკითხი არ ეხება მხოლოდ იმას, რომ მათ შესწავლას შეიძლე-

ბა მთელი რიგი პრაქტიკული გამოყენება მოჰყვეს. მთავარია ის რომ ძირითადად ამ ნიშნებითაა განპირობებული ქართული ენის დიალექტების დაყოფა კილოკავებად, თქმებად, ქცევებად და ამდენად მათი კვლევა საშუალებას მისცემს სპეციალისტებს უკეთ იქნეს გაგებული თანამედროვე სალიტერატურო ენის განვითარების რიგი მოვლენები.

დავუბრუნდეთ ახლა კვლავ საკითხის კრიმინალისტიკურ მხარეს. იმისათვის, რომ ექსპერტიზა სრულფასოვნად ჩატარდეს, საჭიროა წინასწარ შემუშავდეს მეთოდთა, რომელიც მოგვცემს ფონოგრამის ობიექტური ანალიზის განხორციელების შესაძლებლობას და არსებითად შეამცირებს იმ განუსაზღვრელობას, რომელიც თავიდანვე ახასიათებს ფონოგრამების მიხედვით პიროვნების დადგენის პროცესს.

ასეთი მეთოდის პირველ ნაბიჯს უნდა წარმოადგენდეს ფონოგრამაზე მოცემული სამეტყველო მონაკვეთის საზრისის ანუ შინაარსის ჩაწერა. ტექსტის ანალიზის შედეგად უნდა მოხდეს ლექსიკური მასალის შესწავლა და იმ სიტყვების ამოწერა, რომლებიც ლიტერატურულ ენაში არ გვხვდება. ასევე უნდა იქნეს გაანალიზებული ენის გრამატიკული კონსტრუქციები და ამოწერილ იქნეს ისეთი ფრაზები, რომელთა სინტაქსური სტრუქტურა დიალექტურ ჩარჩოებშია მოქცეული.

სპეციალური დიალექტური ლექსიკონების დახმარებით ხდება აღნიშნული მასალის გაიგივება ამა თუ იმ დიალექტებთან. დავუშვათ, რომ ტექსტში ნახმარი იყო ასეთი სიტყვები: „ელანძე“, „პწყალა“, „გავჩიჩინდი“ და „აბდალი“. ექსპერტს ადვილად შეუძლია დაადგინოს დიალექტური ლექსიკონების საშუალებით, რომ ეს სიტყვები ჯამოიყენება მხოლოდ გურულ დიალექტში.

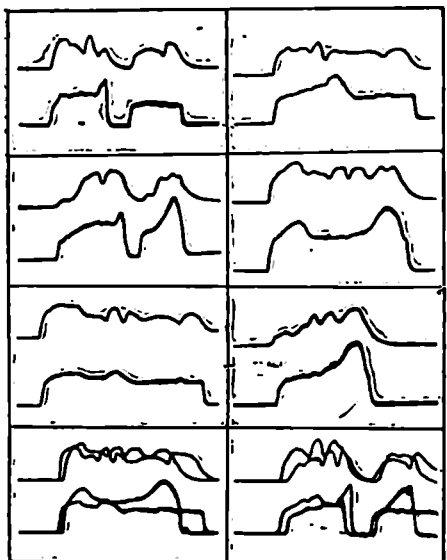
თუ ტექსტში შეგვხვდა სიტყვები: „ბურქალი“, „გატიტიკება“ ან „ძუძგი“, მაშინ საქმე გვექნება იმერულ დიალექტთან და ა. შ.

თუკი აღმოჩნდა, მაგალითად, რომ ტექსტში ნახმარია სიტყვა „ბანდი“ მაშინ აუცილებელია, უპირველეს ყოვლისა, გაირკვეს კონტექსტი, რომელშიც არის იგი ნახმარი, რადგან ქართლურ დიალექტში იგი ნიშნავს საქონლის ზენს, ზემო იმერულში — ჩვარს, რომლითაც თიხის გამოუწვავ ნედლ ჭურჭელს ასწორებენ, გურულში — ცუდს, ხოლო მთიულურში — ნახველს.

ფონოგრამების გრამატიკული ანალიზის დროს ექსპერტი იკვლევს სიტყვათა ფონემატურ შემადგენლობას, ბგერათა ცვალებადობას, მათ გადაადგილებას და გამოტოვებას, აგრეთვე ახდენს ტექსტის მორფოლოგიურ და სინტაქსურ განხილვას, რის შედეგადაც გრამატიკული სახელმძღვანელოების საფუძველზე აკეთებს სათანადო დასკვნებს გამოსაკვლევი ტექსტის ამა თუ იმ დიალექტთან კავშირის შესახებ.

ანალიზის ბოლო ეტაპს წარმოადგენს მეტყველების პროსოდიული

ზასიათის ნიშნებიდან დიალექტური ელემენტების გამოყოფა და დადგენა. ეს ნიშნები, რომლებიც ხშირად ინტონაციის ცნებით არის გაერთიანებული, როგორც ვთქვით, ჯერ კიდევ არ არის კარგად შესწავლილი სხვადასხვა დიალექტურ გამოთქმებთან მათი კავშირის მხრივ. ამდენად, ექსპერტებს, რომლებსაც ევალებათ ასეთი ტიპის ლინგვისტიკური ანალიზის ჩატარება, მოეთხოვებათ ენის გრამატიკული ნორმებისა და დიალექტოლოგიის კარგი ცოდნა და, როგორც ჩანს, გარკვეული ინტუიციაც. ამ დროს ხორციელდება ფონოგრამათა როგორც სმენითი დამუშავება, ისე ობიექტურიც. ეს უკანასკნელი გულისხმობს ტექსტიდან სათანადო მონაკვეთების გამოყოფას და მათ ინსტრუმენ-



ნახ. 34. ფრაზის „არ გინდა და ნუ გინდა“ ინტენსივობისა და ძირითადი ტონის ფელოიდის გამომხატველი ტრაექტორიები სხვადასხვა ტიპის გამოთქმებისათვის

ტულ ანალიზს. ძირითად ხელსაწყოს ასეთი ანალიზისათვის წარმოადგენს ინტონომეტრი, რომელიც ახორციელებს ინტონაციისა და ინტენსივობის ჩაწერა-გადაღებას ან მათ შეყვანას გამომთვლელ მანქანაში. იმ შემთხვევაში, როდესაც გვექნება სხვადასხვა კუთხის ინტონაციური სურათების ფორმალიზების საშუალება, ე. ი. შესაძლებელი გახდება მათი ნიმუშების დადგენა და მათი ალგორითმული აღწერა, ცხადია, შეიქმნება იმის პირობა, რომ მოხდეს ინტონაციების ობიექტური შეფა-

სება და მათი ავტომატური მიკუთვნება ამა თუ იმ დიალექტისათვის. საილუსტრაციოდ მოვიყვანოთ ინტენსივობისა (ზედა მრუდი) და მელოდიის (ქვედა მრუდი) რვა სურათი, რომელნიც ეკუთვნიან ტექსტს „არ გინდა და ნუ გინდა“, წარმოთქმულს ქალაქელის (ლიტერატურული სტილი, ზედა რიგის ორი სურათი), გურულის, იმერლის, კახელისა და მეგრელის მიერ (მომდევნო ორი რიგის ოთხი სურათი მარცხნიდან მარჯვნივ და ზემოდან ქვემოთ). ქვედა რიგის ორ სურათზე დაპირისპირებულია ორი წყვილი კახურ-იმერული და გურულ-ლიტერატურული გამოთქმები (ნახ. 34).

როგორც ჩანს, გურულსა და იმერულს ახასიათებს ძირითადი ტონის მკვეთრი აწევა ფრაზის ბოლოში, მაშინ როცა ლიტერატურულს და კახურს ეს ნიშანი არ გააჩნია. გარდა ამისა, იმერულ დიალექტში არ შეინიშნება პაუზა სინტაგმებს (ინტონაციურად დასრულებული მონაკვეთები ფრაზაში) შორის, ხოლო ძირითადი ტონის საშუალო დონე შედარებით მაღალია, ვიდრე, ვთქვათ, კახურში.

სამწუხაროდ, ჩვენ არ გავაჩნია საკმარის რაოდენობის ცნობები დიალექტოლოგიის ამ მნიშვნელოვან და საინტერესო დარგიდან, ამიტომ აქ ვერ გავაკეთებთ თუნდაც ამ ერთი მაგალითის დაწვრილებით ანალიზს. უნდა მოველოდეთ, რომ ფონოგრაფიამა თესწავლა ამ თვალსაზრისით უდავოდ მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანს მეტყველებისა და ხმის თავისებურებების მიხედვით პიროვნების დადგენაში.

§ 5.11. ტყუილის დეტაქტორი

ადამიანის ხმის კრიმინალისტიკურ ექსპერტიზასთან და მისი მეშვეობით პიროვნების იდენტიფიკაციასთან დაკავშირებულია ეგრეთ წოდებული „ტყუილის დეტექტორის“ შექმნის საკითხიც.

წინა პარაგრაფში ჩვენ ვილაპარაკეთ იმაზე, რომ ბრალდების თავიდან აცილების მიზნით ექვმიტანილი ხშირად მიზანდასახულად იცვლის ხმას, რის გამოც კითხვის ნიშნის ქვეშ აყენებს ფონოსკოპიური ექსპერტიზის წარმატებას. ამ შემთხვევაში მნიშვნელოვანია დადგინდეს ექვმიტანილის მიერ ხმის შეცვლის ფაქტი მაშინაც კი, როდესაც ბრალდებული ყოველნაირად ცდილობს მისი ეს მოქმედება არ იყოს შემჩნეული. ეს საშუალებას მისცემდა საგამომძიებლო ორგანოებს უკვე გარკვეული პოზიცია გამოემუშავებინათ ექვმიტანილის მიმართ და ხმის გამიზნულად შეცვლის ფაქტის დადასტურების შემთხვევაში განსაკუთრებული ზომებისათვის მიემართათ ბრალდებულის დანაშაულებრივი მონაწილეობის გამოსამზეურებლად სხვა ნივთმტკიცებათა გამოყენების დახმარებით.

ექსპერიმენტებმა აჩვენეს, რომ ადამიანის სმენა ხშირად კარგად გრძნობს მოლაპარაკის ცდას შეცდომაში შეიყვანოს მსმენელი თავისი ხმის შეცვლით. უფრო მეტიც, დაკვირვებული მსმენელი ხმის შეცვლასთან ერთად ხშირად ატყობს და ასკვნის იმასაც, სიმართლეს ლაპარაკობს ბრალდებული, თუ იგი ცრუობს.

ამ უკანასკნელ საკითხს, რომელსაც პირდაპირი კავშირი აქვს ხმის მთელი რიგი ნიშნების ცვალებადობასთან, დიდი გამოხმაურება მოჰყვა 70-იან წლებში²⁹.

ცრუობს ადამიანი, თუ იგი გულწრფელად ლაპარაკობს?

ინტერესი ამ პრობლემისადმი ადამიანს გაუჩნდა ჯერ კიდევ უძველესი დროიდან. იმისათვის, რომ გამოველინათ ტყუილის თქმის ფაქტი ექვემდებარება ძველ ჩინეთში აღწევდნენ საღებავად ბრინჯის მშრალ ფქვილს. თუ ბრალდებული ვერ ჩაყლაპავდა მას (ფიქრობდნენ, რომ ადამიანი ტყუილის თქმისას ვერ გამოყოფს ნერწყვს და ამიტომ ვერც გადაყლაპავს მშრალ ფქვილს) იგი სამჯავროს წინაშე აღმოჩნდებოდა. შუასაუკუნეების ევროპაში ბრალდებულს ხელი უნდა ჩაეყო მღუ-ღარეში. თუ კანი დაიდულრებოდა და თავს იჩენდა დამწვრობა, მისი ჩვენება სიცრუედ იყო მიჩნეული.

მე-20 საუკუნეში „ტყუილის დეტექტორის“ აგებას საფუძვლად დაედო ადამიანის ფიზიოლოგიური ფუნქციის კვლევითი მიმდინარეობები: გულის ძგერა, არტერიული წნევა, სუნთქვის რიტმი, ოფლის დენა. ერთ ხანს ფიქრობდნენ, რომ სტრესულ მდგომარეობაში მყოფ ადამიანს ზემოჩამოთვლილ ნიშნებთან ერთად უჩნდება სპეცი-ფიკური სუნიც, მაგრამ ეს მაჩვენებელი პრაქტიკულად არ დადასტურ-და და ვერც გამოიყენეს. მოგვიანებით ამ ნიშნებს დაემატა ადამიანის სახის ცალკეული მონაკვეთების ტემპერატურის არათანაბარი განაწი-ლება, თვალების მოძრაობა და გუგის შევიწროება, სუნთქვის რიტმის უმნიშვნელო ვარიაციები, სპეციალურ კამერაში მოთავსებული ადამიანის ტანის გარშემო მნათი ელექტრული განმუხტვის ინტენსივობა და ფერის ცვალებადობა, დაბოლოს, ხმის ტემბრის ცვლილება და მისი მიკროკანკალი.

განსაკუთრებული აღიარება პოვა ამ უკანასკნელმა ნიშანმა, რომლის საფუძველზეც 60-იანი წლების დასაწყისში შეიქმნა ხმის სპეციალური „ანალიზატორი“. ამ ხელსაწყოს ერთ-ერთ მთავარ უპირატესო-ბად მიიჩნევდნენ დისტანციურად (შეიძლება ტელეფონით და მაგნიტო-ფონის ჩანაწერებით) მისი გამოყენების შესაძლებლობას და პასუხის

²⁹ საინტერესო დისკუსია ამ საკითხთან დაკავშირებით გაიმართა ჯაზეთ „ლიტერატურაშია გაზეთის“ 1980 წლის 26 მარტის ფურცლებზე.

მყისიერ ფორმირებას. მიუხედავად მთელი რიგი სიძნელეებისა, რომლებიც ამ დეტექტორის გამოყენებას ახლდა თან, იგი ვითომცდა „წარმატებით“ გამოიყენებოდა და ახლაც გამოიყენება სხვადასხვა ქვეყანაში, როგორც კრიმინალისტიკური მიზნებისათვის, ისე დიდ ფირმებსა და უნივერსიტეტებში თანამშრომელთა აყვანის დროს ან თუნდაც ადრე აყვანილ თანამშრომელთა პატიოსნების დასადგენად, აგრეთვე აეროპორტებში ან საზღვარზე საბაჟო გასინჯვისას და სხვ³⁰. ასეთ აზრსაც გამოთქვამდნენ, რომ თანამშრომელთა ასეთი ხასიათის პერიოდული „შემოწმება“ დიდ აღმზრდელობით ფაქტორსაც წარმოადგენს და ამავე დროს ხელს უწყობს სავაჭრო ორგანიზაციებში დანაკარგების არსებით შემცირებას.

როგორი აზრიც არ უნდა არსებობდეს „ხმის ანალიზატორისა“ და ტყუილის სხვა დეტექტორების წარმატებით გამოყენების შესახებ, ერთი ცხადია, რომ ისინი ვერც ერთ შემთხვევაში ვერ გამოდგებიან მამხილებელ საბუთად. საქმე ისაა, რომ მოჩვენებითი ობიექტურობის მიუხედავად, ისინი იძლევიან ინფორმაციას არა პასუხის სიყალბესა ან ქეშმარიტებაზე, არამედ გამოსაცდელი პირის ფსიქოფიზიოლოგიურ რეაქციაზე და მდგომარეობაზე. საბოლოო გადაწყვეტილების მიღება შედეგების ინტერპრეტაციის საფუძველზე, როგორც ჩანს, მთლიანად ბინდობილი აქვს ოპერატორს. ყოველივე ამასთან საჭიროა საცდელი პირის ინდივიდუალური თავისებურებების გათვალისწინება, ვინაიდან ემოციური ხასიათის გამოვლინებები სუბიექტურ ხასიათს ატარებენ.

ამრიგად, განხილული დეტექტორები ვერც ერთ შემთხვევაში ვერ ჩაითვლება „სიმართლის მანქანებად“, როგორც მას სარეკლამოდ უწოდეს. უკეთეს შემთხვევაში ისინი არიან მოლაპარაკე პიროვნების ნერვული დაძაბულობის მაჩვენებლები, ე. ი. „სტრესის დეტექტორები“. ჩვენ ვამბობთ უკეთეს შემთხვევაში, ვინაიდან ბევრი ნიშანი, რომელთა საფუძველდაც მოქმედებს „დეტექტორი“, ძნელად გამოსაყოფია სამეტყველო სიგნალიდან და მათი დიფერენცირება და დაკავშირება ადამიანის ამა თუ იმ მდგომარეობასთან საკმაოდ ძნელად განსახორციელებელია ავტომატურად. ასე, მაგალითად, ხმის ტემბრული სურათის „ობიექტური“ ანუ მანქანური შეფასება გართულებულია მრავალი ფაქტორის გამო (რა ფონემები წარმოითქვა, რა ინტენსივობით და რა.

³⁰ როგორც იაპონური გაზეთი „ნიჰონ კეიზიში“ იტყობინება, ტოკოს 1000-ზე მეტ ფირმასა და დაწესებულებაში უკვე დადგმულია „ტყუილის დეტექტორი“ და მასზე მოთხოვნილება სულ უფრო იზრდება. ამ ელექტრონულ ხელსაწყოს იყენებენ ყიდვა-გაყიდვის, შეთანხმების დადების და სამუშაოზე ახალი თანამშრომლის მიღების დროს.

ემოციური დატვირთვით, რა კონტექსტში და რა აზრობრივი ინფორმაციის ფონზე და სხვ). ყველა ამ ფაქტორის გათვალისწინება და გამოყოფა ჭერჯერობით მხოლოდ ადამიანის სმენას შეუძლია და არა მანქანას. ამდენად, ჩვენ მიგვაჩნია, რომ ობიექტური დასკვნის გამოტანა ხმის ისეთი ზოგადი ხასიათის შესახებ, რომელიც დაკავშირებულია ადამიანის ამა თუ იმ ემოციურ მდგომარეობასთან, ღღესღღეობით უფრო შეუძლია ექსპერტთა ჯგუფს, ვიდრე ამჟამად შექმნილ „დეტექტორებს“.

შედარებით ადვილად ემორჩილება ავტომატიზაციას ხმის კანკალი. ეს ნიშანი, მართლაც, შეიძლება გამოყოს „დეტექტორმა“, თუმცა აქაც სმენითი აღქმის საფუძველზე მიღებული ექსპერტების დასკვნა არანაკლებ საიმედოდ უნდა ჩაითვალოს.

არსებობს ერთი ფაქტორი, რომელსაც ზემოხსენებულ დისკუსიაში არ დაეთმო ადგილი, თუმცა იგი საკმაოდ მნიშვნელოვნად მიგვაჩნია. სახელდობრ, არ არის გამორიცხული, რომ „ტყუილის დეტექტორი“ თავისთავად ფსიქოლოგიურ ზემოქმედებას ახდენს გამოსაცდელზე და ამდენად აჩქარებს ბრალდებულს აღიაროს თავისი დანაშაული.

დავუბრუნდეთ ახლა კვლავ „ტყუილის დეტექტორების“ რეალურ შესაძლებლობათა ანალიზს. ცნობილი ნეიროფიზიოლოგი, აკადემიკოსი პ. ანოხინი თვლიდა, რომ ემოციები არ ემორჩილება ვონებას და ამიტომ მათი დათრგუნვა ადამიანს შეგნებულად არ შეუძლია. ამისდა მიხედვით, რაც არ უნდა თავშეკავებული და გარეგნულად დაწყნარებული იყოს ბოროტმოქმედი, მისი ემოციური მდგომარეობა, გამოხატული ხმაში, პულსში, სუნთქვის რიტმში, სისხლის წნევაში ალბათ მაინც შეიცვლება, როდესაც მას მნიშვნელოვან სამხილებელ ფაქტებს წარუდგენენ. მაგრამ შეიძლება თუ არა ამას მიენიჭოს იმაზე მეტი მნიშვნელობა, რომ ადამიანი ღელავს და რომ ის სტრესის მდგომარეობაში იმყოფება? შეიძლება თუ არა მას ამის გამო ბრალდება წაყენოს, რომ იგი ტყუის, როცა ამტკიცებს, რომ მას არ მიუძღვის დანაშაული? რასაკვირველია არა. როგორც ამას ამტკიცებს პროფ. ი. კარპეცი, ზოგიერთი პიროვნება შეიძლება აღელდეს მხოლოდ იმიტომ, რომ იგი გამოიძახეს მილიციაში, მეორე იმიტომ, რომ მას მიკროფონი მიუტანეს პირთან, მესამე კი მეტად ანერვიულდეს მხოლოდ იმის გამო, რომ იგი რაღაც დანაშაულშია ეჭვმიტანილი. გამოცდილი ბოროტმოქმედი კი შეიძლება დარჩეს სრულიად დაწყნარებული ნებისმიერი შეკითხვისა და ბრალდების მიმართ.

იმის მაგალითად, თუ როგორ შეიძლება შეიყვანოს შეცდომაში „ტყუილის დეტექტორმა“ საგამომძიებლო ორგანოები, მოვიყვანოთ ორი შემთხვევა, რომელიც ციტირებულ იქნა ზემოხსენებულ დისკუსიაში.

სიაში. ტყუილის ერთ-ერთმა დეტექტორმა დაადასტურა იმ პირთა გულწრფელობა, რომლებიც ამტკიცებენ, რომ ისინი მოტაცებული იყვნენ „მფრინავი თევზების“ მიერ და კიდევ შემდეგი ფაქტი. ერთ-ერთმა ჟურნალისტმა „ხმის ანალიზატორის“ დემონსტრაციის მიზნით გამოიკვლია ლი ჰარვი ოსვალდის (პრეზიდენტ კენედის მკვლელის) ჩვენებები, ჩაწერილი მაგნიტოფირზე დალასში მომხდარი მკვლელობის შემდეგ, და დაადასტურა, რომ იგი ამბობს ჭეშმარიტებას, როცა ამტკიცებს, რომ მას არავინ არ მოუკლავს.

ამრიგად, დასავლეთში ფართოდ რეკლამირებულ „სიმართლის მანქანას“ არა თუ არ შეიძლება მიენიჭოს იურიდიული ძალა, არამედ იგი არ შეიძლება დაუშვან საგამომძიებლო პრაქტიკაში, როგორც არაეთიკური საშუალება, რამდენადაც მას თვით შეუძლია შეიტანოს არსებითი შეცდომები გამოძიების პროცესში.

დიალოგური სისტემები ცხოვრებაში

§ 6.1. დიალოგი დიდ მანძილზე

ვიდრე გადავიდოდეთ საკუთრივ დიალოგური სისტემების აღწერაზე და მათ როლზე საზოგადოებრივ ცხოვრებაში, შევჩერდეთ ერთ მეტად მნიშვნელოვან საკითხზე, კერძოდ, იმ არხზე, რომელიც ადამიანსა და მანქანას შორის შესაძლებელი კავშირის დამყარებას უნდა ემსახურებოდეს.

ვინაიდან დიალოგის ძირითად დანიშნულებას ინფორმაციის გადაცემა და მიღება წარმოადგენს, ბუნებრივია დადგეს საკითხი დიალოგის დიდ მანძილებზე განხორციელების შესახებ. მართლაც, დიალოგი დღეს უკვე აღარ ნიშნავს მხოლოდ საუბარს ქუჩაში შეხვედრილ ორ პირს შორის ან თუნდაც მაგიდასთან პირისპირ მჯდომ ორი ქვეყნის წარმომადგენელს შორის. ტექნიკის განვითარებასთან ერთად ფართოვდება სამეტყველო ურთიერთობის საზღვრები და აღწევს უკვე ათეული ათასობით კილომეტრს არა მარტო დედამიწაზე, არამედ დედამიწის გარეთაც კი. ამის თვალნათლივი დადასტურებაა მყისიერი კავშირის დამყარება საერთაშორისო სატელეფონო ხაზებით მსოფლიოს ნებისმიერ ორ სხვადასხვა ქალაქში მყოფ ორ ნებისმიერ აბონენტს შორის ან რადიოკავშირის საშუალებით დედამიწასა და კოსმოსურ ხომალდს შორის.

დიდ მანძილზე ინფორმაციის გადაცემასა და მიღებას თუმცა ჩვენ თემასთან პირდაპირი კავშირი არა აქვს, მაგრამ იგი ემიჯნება მას მთელი რიგი საკითხებით და, როგორც ორ მომდევნო პარაგრაფში დავინახავთ, მისი განხორციელება წარმოებს ზუსტად იმ მეთოდებით, რომლებიც აღწერილი იყო III და IV თავებში.

ვიდრე ამ საკითხებს შევეხებით, წინასწარ მოკლედ შევჩერდეთ იმაზე, თუ როგორ ვითარდებოდა დიდ მანძილზე დიალოგის განხორციელების ცდები და რა სიძნელეების გადალახვა უხდებოდა მეცნიერებას ამ დარგში.

აქუსტიკური რხევა, რომელიც წარმოიქმნება ადამიანის მიერ ბგე-

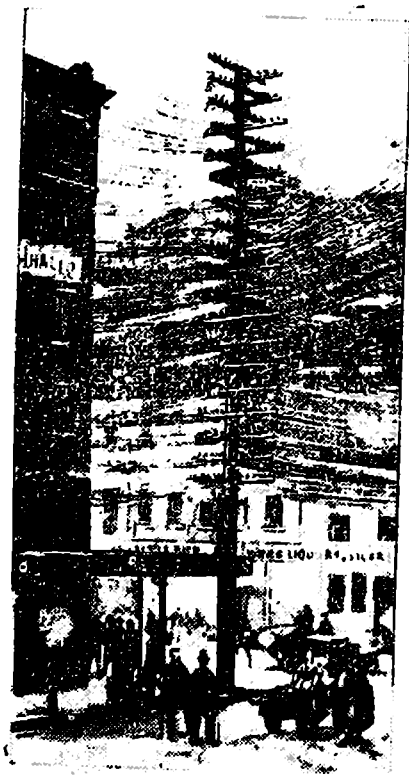
რათა წარმოთქმის დროს, როგორც ცნობილია, ძალზე მიღევადია პა-
ურში და უკვე რამდენიმე ათეულ მეტრზე შეუგრძნებადი ხდება ჩვენი
ყურისათვის. თავის მხრივ, ჩვენი სმენაც ხასიათდება შეზღუდული შე-
საძლებლობებით სიგნალის შეგრძნების სიზუსტის თვალსაზრისით. ყო-
ველივე ამის გამო უკვე დიდი ხანია წამოიჭრა საკითხი სამეტყველო
ცნობის შორეულ მანძილზე სწრაფად და საიმედოდ გადაცემის შესახებ.

საერთოდ ცნობების შორ მანძილზე გადაცემის პირველი და უმარ-
ტივესი გადაწყვეტის ცდები უძველეს დროს მიეკუთვნება, როდესაც
ის მორბენალთა ესტაფეტის საშუალებით ხორციელდებოდა. შემდგომ,
როდესაც ასეთი წელი და რთული ფორმა ვეღარ აკმაყოფილებდა სა-
ზოგადოებრივ მოთხოვნებს, VI საუკუნეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე
ბერძნებმა და სპარსელებმა შემოიღეს ერთმანეთისაგან გარკვეული მან-
ძილით დაშორებულ შემალლებებზე განლაგებული ეგრეთ წოდებული
„მოლაპარაკე კოშკები“, რომლებშიც ძლიერი ხმის მქონე მაუწყებლე-
ბი ისხდნენ. მტრის თავდასხმის ან სხვათა ცნობებს ისინი ყვირილით
გადასცემდნენ ერთმანეთს, რის შედეგადაც ცნობა აღწევდა სამეფო
კარს. პირველთან შედარებით ეს უფრო სწრაფი ფორმა ამავე დროს
ხასიათდებოდა სირთულით და ნაკლები საიმედოობით.

არსებითი გაუმჯობესება არ შეუტანია შემდგომ პერიოდში გამო-
გონილ ცნობათა გადაცემის ახალ ფორმებსაც, სახელდობრ, რუპორე-
ბით ან მილებით გაძლიერებული ხმის გადაცემის მეთოდებს, რომლე-
ბიც ძირითადად გამოიყენებოდა გემებსა და ნავსადგურებში ბრძანე-
ბების გავრცელებისას (სხვათა შორის ისინი ახლაც გამოიყენებიან).
საინტერესოა, რომ ცნობის გადაცემის სიჩქარის გასაზრდელად მიმარ-
თავდნენ მილების გაზებითა და წყლით შევსების მეთოდსაც კი (წყალ-
ში ბგერა ვრცელდება არა ისეთი სიჩქარით როგორც ჰაერში (333 მ/წმ),
არამედ დაახლოებით 10-ჯერ უფრო სწრაფად), თუმცა ეს საშუალებაც
მოუხერხებელია და რთული.

შორეულ მანძილზე კავშირის დამყარების რეალური და ეფექტუ-
რი საშუალებები წარმოიშვა ელექტრობის გამოყენებასთან ერთად,
როდესაც 1876 წელს 29 წლის ალექსანდრე გრეხემ ბელმა განახორციე-
ლა ბგერების წარმოთქმისას წარმოშობილი ჰაერის ტალღების გარდა-
სახვა პროპორციულ ელექტრულ რხევებად. ამ პრინციპზე შექმნილი
სატელეფონო კავშირი, რომელიც ახლა თანამედროვე საზოგადოების
სიმბოლოდ იქცა, აღმოჩნდა იმდენად სწრაფი, საიმედო და ადამიანის
ხმის ყველა თავისებურებათა მომცველი, რომ მისი პრინციპი დღემდე
წარმატებით გამოიყენება ადამიანის ყოველდღიურ მოღვაწეობაში. სა-
ტელეფონო კავშირგაბმულობამ სწრაფად დაიწყო განვითარება და
უკვე 10—15 წლის შემდეგ მათეულების ხშირმა ქსელმა დაფარა ევ-

როპისა და ამერიკის შეერთებული შტატების ქალაქების სახურავები (ნახ. 35). ტელეფონების რაოდენობა, მათ შორის გაბმული ქსელის სიგრძე და საუბართა რიცხვი სწრაფად იზრდებოდა წლიდან წლამდე. XIX საუკუნის 80-იანი წლების დასაწყისში აშშ-ში არ იყო ქალაქი 10 000-ზე მეტი მოსახლეობით, რომ მას არ ჰქონოდა თავისი საკუთარი სატელეფონო სადგური.



ნახ. 35. ქალაქი მანჩესტერის ქსელით დაიფარა

საინტერესოა, რომ იქიდან მოყოლებული დღემდე, როდესაც: მსოფლიოში ნახევარ მილიარდამდე აბონენტია, ტელეფონებით სარგებლობის მსურველთა რიცხვი ყოველთვის უსწრებს ტექნიკის შესაძლებლობებს, დააკმაყოფილოს ეს მოთხოვნები.

უკვე ჩვენი საუკუნის მიჯნაზე დადგა საკითხი, საჭიერო მანქანა-

ბით კავშირი შეიცვალოს რაიმე სხვა უფრო კომპაქტური საშუალებებით. წარმოდგენილი გახდა ასეთ დიდ მანძილებზე მავთულების გაკიშვა და მათი დაცვა დაზიანებებისაგან. მთელი ამერიკის კონტინენტის სიგრძეზე ნიუ-იორკიდან სან-ფრანცისკომდე, რომელიც დაახლოებით 5700 კმ-ს უდრის, გაკიშული იყო მავთული, რომელიც დროის ყოველ მომენტში რეალურად მხოლოდ ერთ საუბარს უზრუნველყოფდა. შემდეგი საუბარი შეიძლებოდა დაწყებულიყო მხოლოდ პირველის დამთავრების შემდეგ. სატელეფონო კავშირი გახდა ძალიან ძვირადღირებული.

გამოსავალი ამ მდგომარეობიდან გამოინახა კაბელების გამოგონებით. ახლა ერთი კაბელი, რომელიც მიწაში იდებოდა, უზრუნველყოფდა უკვე 60 საუბარს ერთდროულად. მაგრამ არც კაბელმა გადაჭრა მზარდი მოთხოვნილების პრობლემა.

ტრანსოკეანული კაბელები და გამაძლიერებელთა სისტემა უზრუნველყოფდა სავსებით დამაკმაყოფილებელ კავშირს, რის გამოც მოთხოვნა ტრანსოკეანულ სატელეფონო დიალოგებზე ძალზე გაიზარდა და არსებითად გაუსწრო კაბელების გამტარუნარიანობას. ახალი საკაბელო ხაზების ვადება კი ოკეანეში ძალიან რთულ სამუშაოებთან არის დაკავშირებული. ამიტომ კავშირგაბმულობის სპეციალისტები ეძებენ სულ ახალ და ახალ გზებს, განახორციელონ დიდ მანძილებზე შედარებით იაფადღირებული კავშირი.

რადიოტელეფონიამ და ხელოვნური თანამგზავრების გამოყენებამ გარკვეული სახით ახალი სიტყვა თქვა სამეტყველო კავშირის დამყარებაში ორ ერთმანეთისაგან ნებისმიერად დაშორებულ წერტილს შორის დედამიწაზე. ასე მაგალითად, მსგავსი სატელეფონო კავშირი ულტრა-მოკლე რადიოტალღების საშუალებით განახორციელა თანამგზავრმა „ეხო-1“-მა, რომელმაც დააკავშირა ამერიკისა და ევროპის ქვეყნები.

მაგრამ არც ასეთი კავშირია იაფი. საქმე ისაა, რომ იმ შემთხვევაში, როცა თანამგზავრი არ იმყოფება ერთდროულად ორი დასაკავშირებელი პუნქტის ხედვის არეში, კავშირი წყდება. უწყვეტი კავშირი მთელი დედამიწის სივრცეში მოითხოვს ბევრი საშუალოდ თანამგზავრის ჩართვას თანმიმდევრობით.

კავშირგაბმულობის ახალი ტიპის არხების ძიებასთან ერთად მათი გამტარუნარიანობის გაზრდის მიზნით მეცნიერებმა მიმართეს სხვა საშუალებებსაც. კერძოდ, დადგა საკითხი, ხომ არ შეიძლება კავშირგაბმულობის ხაზების ქსელის გაფართოების ნაცვლად ზემოქმედება მოგვეხდინა თვით გადასაცემი ცნობის ფიზიკურ აგენტზე — სამეტყველო სიგნალზე და, ამრიგად, ერთ ხაზში როგორმე მოგვეთავსებია ბევრი ცნობა ერთდროულად. ნაწილობრივ ამ მიზანს საკმაოდ ეფექტურად მოემსახუ-

რა ეგრეთ წოდებული მრავალარხიანი კავშირგაბმულობა, რომელმაც რამდენიმე გადასაცემი სამეტყველო სიგნალის მოდულირების საშუალებით შეძლო მათი ერთდროულად გაშვება კავშირგაბმულობის ერთ ხაზში ისე, რომ ერთმანეთს ხელს არ უშლიდნენ და მიმღებ ბოლოზე სელექტორების (დემოდულატორების) საშუალებით პირველყოფილ ფორმას იღებდნენ.

მაგრამ უსაზღვროა შეცნიერების შესაძლებლობები, და კიდევ იქნა აღმოჩენილი კიდევ ერთი ახალი საშუალება, რომელმაც მნიშვნელოვნად გაზარდა კავშირგაბმულობის არხების გატარების უნარი სამეტყველო სიგნალის მოცულობის არსებითი შემჭიდროვების საფუძველზე.

ჩვენ აქ არ ვგულისხმობთ ბგერითი სიგნალის შეზღუდვას სამი ძირითადი პარამეტრის — სიხშირის ზოლის, ამპლიტუდისა და დროის — მიხედვით. მხედველობაში გვაქვს შეზღუდვები, ცნობილი კავშირგაბმულობის თეორიაში სიგნალის კომპრესიის უშუალო მეთოდების სახით, რომლებიც ითვალისწინებენ შემდგომ ძირითად ოპერაციებს სამეტყველო სიგნალზე:

1. მთელი ბგერითი დიაპაზონის (20 ჰც—20 000 ჰც) შეზღუდვას 300 ჰც-დან 3400-მდე.

2. სიგნალის დინამიკური დიაპაზონის, ე. ი. ამპლიტუდების ნორმალიზაციას, მუდმივი დონის სიგნალის მიღების გზით.

3. დროის კომპრესიას, რომელიც გულისხმობს არხებში პაუზების შეესებას სხვა საუბრებით და სხვ.

ასეთი შეზღუდვები თუმცა გარკვეულ ეკონომიას იძლევიან არხების განტვირთვის სახით, მაგრამ ისინი არ შეიცავენ საკმაოდ დიდ შესაძლებლობებს და ამიტომ შეიძლება ითქვას, რომ ფაქტიურად მათ ამოწურეს თავიანთი თავი.

სულ სხვა ეფექტის მოცემა შეუძლია სამეტყველო სიგნალის ეგრეთ წოდებულ პარამეტრული შეზღუდვის მეთოდს, რომელიც პრინციპულად ახალია და უპირისპირდება ბელის მეთოდს. სწორედ ამ მეთოდის აღწერას დავუთმობთ შემდეგ ქვეთავსს.

§ 6.2. ვოკოდერული ტელეფონია

თუმცა ბელის პრინციპი, რომელიც საფუძვლად უდევს თანამედროვე ტელეფონიას და რომლის თანახმადაც ჰაერის რხევების სურათი უცვლელად უნდა იქნეს გარდაქმნილი ელექტრულ რხევებში, ძალიან უბრალო და ამავე დროს საიმედო მეთოდია სამეტყველო სიგნალის დიდ მანძილებზე გადასაცემად, იგი მაინც არ შეიძლება ჩაითვალოს

ძირითად და ეფექტურ საშუალებად. ამაზე ჩვენ უკვე გვქონდა საუბარი § 2. 8-ში, სადაც ვაფასებდით ადამიანის როგორც ინფორმაციის წყაროსა და მიმღების დიდ შესაძლებლობებს და ამავე დროს აღვნიშნავდით მათ აშკარა შეუთავსებლობას ჩვეულებრივი ტელეფონის არხის გამტარუნარიანობასთან. ამიტომ, ბუნებრივია, დაისვა საკითხი, ხომ არ შეიძლება მოხდეს სამეტყველო სიგნალის ისეთი სახით წარმოდგენა (კოდირება), რომ მასში სრულად იყოს მოცემული გადასაცემი აზრობრივი ინფორმაცია და ამავე დროს იგი შემჭიდროვებული სახით იყოს წარმოდგენილი არხების განტვირთვის მიზნით.

მართლაც აღმოჩნდა, რომ საწყისი სამეტყველო სიგნალის უწყვეტი სახით არხებში გადაცემის ნაცვლად, შეიძლება ამ გზითვე გადაცემულ იქნეს ბგერების მსახველი ცალკეული ნიშნები. ამ ნიშანთა რაოდენობა და მათი ბუნება, ცხადია, მეტნაკლებად სრულად უნდა ასახავდეს ბგერის ხასიათს და ამავე დროს იძლეოდეს მიმღებ ბოლოზე პირველადი სიგნალის აღდგენის შესაძლებლობას. ამ მეთოდს „ხელოვნური მეტყველების“ მიღება ანუ მეტყველების სინთეზი ჰქვია, გადაცემის მთელ სისტემას კი „ვოკოდერული“ სისტემა. სიტყვა ვოკოდერი წარმოდგება ინგლისური სიტყვებისაგან voice coder და ნიშნავს მოწყობილობას ხმის კოდირებისათვის.

ამრიგად, ვოკოდირების დანიშნულებას წარმოადგენს სამეტყველო სიგნალის ანალიზი სატელეფონო კავშირგაბმულობის გადამცემ ბოლოზე და მიღებული შედეგის კომპაქტური კოდირება, ხოლო მიმღებ ბოლოზე-გადაცემული კოდის გაშიფვრა (დეკოდირება) და მისი საშუალებით გადასაცემი სიგნალის თავდაპირველი სახით აღდგენა.

ცხადია, ვოკოდერების ხარისხი მთლიანად დამოკიდებული იქნება იმაზე, თუ რამდენად სრულყოფილად და კომპაქტურად მოხდა, ერთი მხრივ, სიგნალის ანალიზი და მისი პარამეტრული სახით წარმოდგენა და, მეორე მხრივ, რამდენად ეფექტურად განხორციელდა მეტყველების სინთეზი.

ამჟამად ცნობილია ვოკოდერული ტელეფონიის ან სინთეტური ტელეფონიის საშუალებათა განხორციელების რამდენიმე გზა. მათი შეშევებით შესაძლებელი ხდება გადასაცემი სამეტყველო სიგნალების სინშირეთა სპექტრის 5—15-ჯერ შევიწროება, რაც, ცხადია, დიდ ეკონომიას მისცემს სატელეფონო კავშირგაბმულობას. ამავე დროს აღსანიშნავია, რომ ვოკოდერების მიერ მიღებული ხელოვნური მეტყველება არ ჩამოუვარდება პირველად სიგნალს არც გარჩევის უნარიანობით, არც ნატურალობით, თუკი ამ უკანასკნელის განხორციელებით ვიქნებით დაინტერესებული. ზემოაღნიშნულ ღირსებებთან ერთად სინთეზირებული მეტყველება გამოირჩევა ხმაურის, დამახინჯებების და

სხვა ხელისშემშლელი ფაქტორების მიმართ დიდი მდგრადობით, ვინაიდან ამ უკანასკნელთა დონე, როგორც წესი, პირდაპირ დამოკიდებულიებაშია არხის გამტარუნარიანობის ზოლთან. ვოკოდერულ ტელეფონიას აქვს კიდევ ერთი უპირატესობა ამჟამად მოქმედ უწყვეტ ტელეფონიასთან შედარებით. სახელდობრ, ვოკოდერები უზრუნველყოფენ შინაარსის გადაცემის გარანტირებულ კონსპირაციას, ვინაიდან კავშირგაბმულობის არხებში ხდება გადაცემა არა უშუალოდ ბგერითი სიგნალის, არამედ მისი კოდის, რომელიც ბგერად იქცევა მხოლოდ მისი სპეციალური დეკოდირებისა და სინთეზის შედეგად. ამ ფაქტორს დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ვოკოდერების სამხედრო საქმეში გამოყენების თვალსაზრისით.

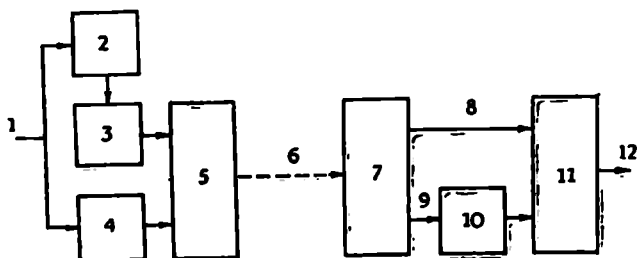
ყოველივე ზემოაღნიშნულის მიუხედავად, სინთეტური ტელეფონია მძიმედ იკიდებს ფეხს პრაქტიკაში. პირველ რიგში ამის მიზეზი უნდა იმაში ვეძოთ, რომ ვოკოდერების პარალელურად ვითარდება კავშირგაბმულობის სრულყოფის ისეთი საშუალებებიც, როგორიც არის კოაქსიალური კაბელები და ქსოვილური ოპტიკა. მათი გამოყენების ფართო პერსპექტივებმა ერთგვარად შეაფერხეს ინტერესი ვოკოდერების მიმართ, თუმცა ამ უკანასკნელთა დანერგვის უპირატესობები ამ შემთხვევაშიც ექვს მაინც არ იწვევს.

ახლა გავეცნოთ უფრო დაწვრილებით იმ პროცესებს, რომლებიც საფუძვლად უძევს ვოკოდერულ ტელეფონიას. როგორც სმენითი ტრაქტის პერიფერიული აპარატის შესწავლამ ცხადყო, ბგერითი სიგნალის სპექტრული ანალიზის შედეგად ყური ბგერებიდან გამოჰყოფს მხოლოდ მისთვის მნიშვნელოვან ინფორმაციას და არ ითვალისწინებს ბგერის უსარგებლო, ჭარბ ნაწილს. ვოკოდერების განზოციელებას საფუძვლად სწორედ ასეთი პროცესი უძევს. ბგერის ანალიზსა და მისი ინფორმაციული ნიშნებით აღწერის წარმატებაზეა დამოკიდებული არხის საჭირო შემჟიდროვების ამოცანის გადაწყვეტაც.

თანამედროვე ვოკოდერის განზოგადებული ფუნქციური სქემა წარმოდგენილია ნახ. 36-ზე.

როგორც ქვევით შევეცდებით ვუჩვენოთ, ვოკოდერების ტიპები ერთმანეთისაგან ძირითადად განსხვავდებიან მე-2 და მე-3 ბლოკების მიხედვით, ე. ი. იმით, თუ რა პროცესები უძევს საფუძვლად ბგერის ანალიზს. რაც შეეხება სხვა ბლოკებს, მათი მუშაობის პრინციპი შეიძლება იყოს ინდივიდუალური, მაგრამ ძირითადად მათი ფუნქციები დეტერმინირებულია. მაგალითად, მე-4 და მე-10 ბლოკები ნებისმიერი ტიპის ვოკოდერის შემთხვევაში, გულისხმობს ძირითადი ტონის

ინფორმაციის გამოყოფასა და გათვალისწინებას, თუმცა თვითონ ეს პროცესები შეიძლება შესრულდეს სხვადასხვა პრინციპების გამოყენებით. ასევე სინთეზის ბლოკიც. მისი სტრუქტურა და დანიშნულება ძირითადად დამოკიდებულია ანალიზატორის ბუნებაზე და ამდენად იგი თავისთავად არ განსაზღვრავს ვოკოდერის ტიპს.



ნახ. 36. ვოკოდერების განზოგადებული სტრუქტურული სქემა. 1—ბგერითი სიგნალი; 2—სპექტრული ანალიზატორი; 3—ანალიზის შედეგების დამუშავება და გადასაცემი პარამეტრების გამოყოფა; 4—ძირითადი ტონის გამომყოფი ბლოკი; 5—მართვისა და კოდირების ბლოკი; 6—კავშირგაბმულობის არხი; 7—დეკოდირების ბლოკი; 8—ინფორმაცია სპექტრის შესახებ; 9—ინფორმაცია ძირითადი ტონის შესახებ; 10—აღგზნების წყარო; 11—ბგერითი სიგნალის სინთეზატორი; 12—ხელოვნური მეტყველება

გადავიდეთ ცალკეული ვოკოდერების მუშაობის პრინციპთა აღწერაზე და მათი შესაძლებლობების დახასიათებაზე. ვოკოდერების ურთიერთშედარება და მათი დაპირისპირება სატელეფონო გადაცემის არსებულ საშუალებებთან ხდება სხვადასხვა მაჩვენებლების მიხედვით. ასეთი მაჩვენებლებია: მეტყველების გარჩევის უნარიანობა, მისი ნატურალობა, კომპრესიის ხარისხი და გარდაქმნის პროცესებით გამოწვეული დამახინჯებების დონე. ყველა ამ მაჩვენებლის შეფასება ხდება სპეციალურად დადგენილი ტესტების მიხედვით. ითვლება, რომ მეტყველების გარჩევა იდეალურია, თუ სიტყვათა გარჩევა აღწევს 100 %-ს, უმაღლესი ხარისხისაა, თუ გარჩევის საზღვრებია 99—98 % კარგია, თუ ეს საზღვრებია 98—93 % და ა. შ. კავშირგაბმულობა და უშეცხველია, თუ გარჩევა ეცემა 75 %-მდე და უფრო ქვევით. ასევე ფასდება სინთეზირებული მეტყველების ნატურალობაც და ის დამახინჯებები, რომლებიც ხელს უშლიან როგორც მეტყველების გარჩევას, ისე მოლაპარაკე პიროვნების ვინაობის ცნობასა და ლაპარაკის ინტონაციური სურათის აღქმას. ბევრ შემთხვევაში ნატურალობის

შეფასების აუცილებლობა არ დგას, რადგან კავშირგაბმულობის ძირითად მიზანს მეტყველების აზრობრივი დეშიფრაცია წარმოადგენს. რაც შეეხება გადაცემის კომპრესიის მაჩვენებლებს, მისი აღნუსხვა წარმოებს სამეტყველო სიგნალის აღწერისათვის საჭირო ინფორმაციის რაოდენობის მიხედვით.

ამჟამად არსებულ სატელეფონო ქსელში, რომლის გატარების ზოლი დაახლოებით 3000 ჰერცს უდრის, ბევრითი სიგნალი გადის ბინარული სიჩქარით 36000 ბიტი/წმ. მაგრამ, როგორც უკვე ითქვა § 2.8-ში, ჯერ ერთი, აღმიანის აღქმითი არხის გამტარუნარიანობა განსაზღვრულია და დაახლოებით ფასდება როგორც 50 ბიტი/წმ. და შემდეგ, როგორც ვოკოდერების გამოცდილება ადასტურებს, მაღალხარისხოვანი მეტყველების მისაღებად საკმარისია ბევრად ნაკლები გატარების ზოლი, ვიდრე ეს თანამედროვე ტელეფონიას ახასიათებს.

მართლაც, ამჟამად შექმნილია ვოკოდერები, რომლებსაც უკავიათ მთელი ზოლის მხოლოდ $1/15—1/5$ ნაწილი, ე. ი. გააჩნიათ უნარი $15—5$ -ჯერ გაზარდონ სატელეფონო არხის გამტარუნარიანობა.

განვიხილოთ ერთ-ერთი ყველაზე უფრო აღრინდელი ვოკოდერი — ზოლური ვოკოდერი (იხ. § 4.2). ზოლური ვოკოდერი, ისევე როგორც საერთოდ სხვა ვოკოდერები, შედგება ორი ძირითადი ნაწილისაგან, ანალიზატორისა და სინთეზატორისაგან. ანალიზატორში მიკროფონიდან მოხვედრილი ბგერა იყოფა რამდენიმე (8—16) ზოლური ფილტრის საშუალებით შემადგენელ ნაწილებად, რომელთა სიგანე არ აღემატება 200—400 ჰერცს. ყველა ეს ზოლი ჯამში ფარავს ბგერათა ძირითად დიაპაზონს 300-დან 3400 ჰერცამდე. ყოველი ფილტრის გამოსავალი შემდეგ საფეხურზე უნდა გაიმართოს და გასწორდეს გამმართველისა და დაბალი სიხშირის ფილტრის საშუალებით. ამ გზით მიღებული სიგნალები ჩვეულებრივად წარმოადგენენ ნელა ცვლად სიგნალებს, რომელთა ცვლის სიხშირე დაახლოებით 25—50 ჰერცია, ხოლო ამპლიტუდა იზომება 3 ბიტით.

გარდა ამისა, ზოლური ვოკოდერი, როგორც წესი, იყენებს ინფორმაციას ბევრითი სიგნალის კიდევ ორი მნიშვნელოვანი პარამეტრის შესახებ. ეს არის, ჯერ ერთი, სიგნალის ძირითადი ტონი, რომელიც ხმის სიმაღლესა და ინტონაციურ სურათს გამოხატავს, და შემდეგ უღერადობის ნიშანი, რომელიც მიუთითებს, თუ როგორი ხასიათის ბგერა წარმოიქმნება ამჟამად: ყრუ თუ მჟღერი. ამ ორი ნიშნის გადაცემა ფასდება ჩვეულებრივად 200 ბიტი/წმ. საბოლოოდ 12 ზოლური ფილტრის ვოკოდერისათვის ყველა პარამეტრის გადასაცემად იხარჯება $(1,2 \times 50 \times 3) + 200 = 2000$ ბიტი/წმ, რაც მნიშვნელოვნად ნაკლებია, ვიდრე 36 000 ბიტი/წმ.

დაახლოებით ასეთივე კომპრესიას ე. ი. შემჭიდროვებას, იძლევა ფორმანტული ვოკოდერები, რომლებიც ზოლური ფილტრების ნაცვლად ეყრდნობიან ბგერების სპექტრიდან 4 მაქსიმუმის (ფორმანტების) გამოყოფის პრინციპს. ეს 4 ნიშანი ძირითადი ტონისა და ულერალობის ნიშანთან ერთად მიმღებ ბოლოზე უზრუნველყოფს მეტყველების მაღალხარისხიან აღდგენას.

ამჟამად ცნობილია სხვადასხვა სახის ნახევარვოკოდერებიც, რომლებიც წარმოადგენენ ზოლური ვოკოდერებისა და თანამედროვე მეთოდებით ბგერათა გადაცემის ჰიბრიდს. თუმცა ასეთი ვოკოდერები ვერ იძლევიან დიდ ეკონომიას (ისინი თხოულობენ დაახლოებით 1000 ჰერცის სიგანის არხს, რაც მხოლოდ 3—4-ჯერ ნაკლებია არსებული არხის სიგანეზე), მაგრამ სამაგიეროდ ასეთი ვოკოდერებით გადაცემული მეტყველება ხასიათდება გარჩევისუნარიანობისა და ნატურალობის მაღალი ხარისხით.

§ 6.3. ფონემური ვოკოდერი ანუ ბგერითი ტელეგრაფი

განსაკუთრებულ შემთხვევას წარმოადგენს ეგრეთ წოდებული ფონემური ვოკოდერი. მეტყველების კომპრესიის ფონემური მეთოდი, რომელიც საფუძვლად უძევს ამ ვოკოდერს, როგორც ჩანს, წარმოადგენს ყველაზე დიდ მიახლოებას მეტყველების ზღვრულ კომპრესიასთან. ამ ვოკოდერის ძირითად ნაწილს ხშირად ბგერით ტელეგრაფს უწოდებენ.

მართლაც, განვიხილოთ ჩვეულებრივი ტელეგრაფის საშუალებით ამა თუ იმ ინფორმაციის გადაცემის პროცესი და შევადაროთ იგი სამეტყველო სიგნალის აღწერისათვის საჭირო ინფორმაციის რაოდენობას. წერილობითი ტექსტის (მაგალითად, დეპეშების) ტელეგრაფით გადაცემის დროს, როგორც ცნობილია, საჭიროა ხუთნიშნა ორობითი კოდის, ე. ი. 5 ბიტი ინფორმაციის, გამოყენება ყოველი ასოს აღსაწერად. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ასოების რაოდენობა როგორც ქართულ ენაში, ისე რუსულში არ აღემატება 32-ს (კოდის ფუძე 2, აყვანილი მე-5 ხარისხში, იძლევა 32-ს). თუ გავითვალისწინებთ, რომ ყოველ ერთ წამში ტელეგრაფისტი დაახლოებით 4 ასოს ბეჭდავს, გამოვა, რომ ტელეგრაფით ტექსტის გადაცემა ხდება სიჩქარით 20 ბიტი/წმ.

მეორე მხრივ, წინა პარაგრაფში ჩვენ ვახსენეთ, რომ სატელეფონო არხში ამ ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარე აღწევს დაახლოებით 36 000 ბიტს წამში.

ირკვევა, რომ სამეტყველო სიგნალში ძალიან დიდი მოცულობით არის მოცემული ჭარბი, ცნობის გადაცემის თვალსაზრისით არასაკმარის ინფორმაცია. ზოგიერთი სპეციალისტის გამოკვლევების შედეგად ტელეფონში გადაცემული სასარგებლო ინფორმაცია, ე. ი. ცნობის შინაარსი, დაახლოებით 50-ჯერ ნაკლებია იმ სიდიდესზე, რომელიც ჩვენ თეორიულად მივიღეთ სიგნალის აღწერის მიღებული მეთოდების გამოყენებით.

ამრიგად, სატელეფონო კავშირის დამახასიათებელი მარგი ქმედების კოეფიციენტი შეადგენს მხოლოდ 2 %-ს. ჭარბ ინფორმაციაში, ცხადია, ექცევა ყველაფერთან ერთად ადამიანის მეტყველების პროცესში მონაწილე ხმის ინდივიდუალური თავისებურებები, ტემბრი, ხმის სიმაღლე, სიძლიერე, ინტონაცია, ემოციური მდგომარეობა და მრავალი სხვ.

შევაფასოთ ახლა, თუ რა რაოდენობის ინფორმაციაა მოქცეული სამეტყველო სიგნალში, როგორც ადამიანის სამეტყველო აპარატის ფუნქციონირების პროდუქტში. უნდა ვიფიქროთ, რომ სამეტყველო ტრაქტის არტიკულატორების (ენის, ბაგეების, სასისა და სახმო სიმების) გარკვეულ მოძრაობაში მოსაყვანად, ე. ი. მეტყველების გენერირების უზრუნველსაყოფად, არ უნდა იყოს საჭირო ცენტრალური ნერვული სისტემის მიერ დიდი რაოდენობის ინფორმაციის გადაამუშავება. საქმე ისაა, რომ მეტყველების წარმოქმნისას არტიკულატორთა მოძრაობა საკმაოდ ნელა მიმდინარეობს და არ საჭიროებს რთული პროგრამების განხორციელებას. ამ მიმართულებით არაერთჯერის ჩატარებულმა სპეციალურმა კვლევამ უჩვენა, რომ ამ პროგრამებში მოქცეული ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარე აღემატება 50 ბიტს/წმ. ეს სწორედ ის ინფორმაციაა, რომელიც საჭიროა გარკვეული შინაარსის გადასაცემად. რაც შეეხება სამეტყველო სიგნალში მოქცეულ სხვა სახის მონაცემებს აპარატის ინდივიდუალური ანატომიური თავისებურებების შესახებ, ისინი ქვეცნობიერად და მექანიკურად არიან ჩართული სამეტყველო სიგნალის მოცულობაში, როგორც კონკრეტული აპარატის მოქმედების პროდუქტში.

ახლა მივუღებთ ზეპირ მეტყველებას სხვა კუთხით. მაგალითად, მეტყველებაში ფონემათა რაოდენობა ოდნავ მეტია ასოების რაოდენობაზე (ზოგიერთ ენაში, მათ შორის ქართულში, ისინი ემთხვევიან ერთმანეთს). სწორედ ამიტომ ყოველი ფონემის ინფორმაციული აღწერისათვის საკმარისია 6-ნიშნა კოდი. არის მოსაზრება, რომ უწყვეტ სამეტყველო სიგნალს ადამიანი აღიქვამს დისკრეტული სეგმენტების, სახელდობრ ფონემების სახით. მაშინ საკმარისია უწყვეტი მეტყველების დაყოფა ფონემებად და მათი კოდირება იმისათვის,

რომ მივიღოთ ფონემური ტელეგრაფი. თუ გავითვალისწინებთ, რომ ადამიანი მეტყველების პროცესში წამში წარმოთქვამს საშუალოდ 10 ფონემას, მაშინ ინფორმაციული ნაკადი წამში იქნება 60 ბიტის ტოლი, რაც ემთხვევა ზემომოყვანილ ჩვენებებს და იმავე მონაცემებს ამელავენებს, რაც ჩვეულებრივი ტელეგრაფის შემთხვევაში გვექონდა.

ამრიგად, მეტყველების მაქსიმალური კომპრესიის განსახორციელებლად საჭიროა ბგერითი სიგნალის ისე დაშუშაება, რომ იგი წარმოდგენილ იქნეს როგორც ფონემების გამომხატველი ისეთი კოდების თანმიმდევრობა, რომლებიც მხოლოდ ფონემების რაობას ასახავენ და თავისუფალი იქნებიან სხვა სახის ინფორმაციებისაგან. ცხადია, კოდების გადაცემა სიჩქარით 60 ბიტი/წმ 600-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე ტელეფონის არხში გატარებულ სამეტყველო სიგნალის აღწერისათვის საჭირო ინფორმაცია (36000 ბიტი/წმ). აღვილი წარმოსადგენია, თუ რა დიდი მნიშვნელობის ეფექტთან გვექნებოდა საქმე, რომ ჭაგვეხორციელებინა ფონემური ვოკოდერი. სხვა ვოკოდერებისაგან განსხვავებით ფონემური ვოკოდერი არსებითად განტვირთავდა არხს და შესაძლებელია მოხსნიდა კიდევაც დღის წესრიგიდან კავშირგაბმულობის ამ უმნიშვნელოვანეს პრობლემას.

მაგრამ ფონემური ვოკოდერის განხორციელება მთელ რიგ სიძნელეებთანაა დაკავშირებული და ზოგიერთი ნაკლოვანებებითაც ხასიათდება.

პირველ რიგში უნდა აღინიშნოს, რომ მეცნიერებამ ჯერ კიდევ ვერ მიაკვლია უწყვეტი მეტყველების ფონემებად დაყოფის მარტივი და საიმედო მეთოდი. უფრო მეტიც, როგორც III თავში იყო ლაპარაკი, ეს საკითხი ჯერ საკმაოდ შორს არის გადაწყვეტისაგან და ამდენად ფონემური ვოკოდერიის გადამცემი ნაწილის კონსტრუირებაც მხოლოდ თეორიულ ინტერესს წარმოადგენს.

აქ საჭიროა აღინიშნოს, რომ ვოკოდერი არ მოითხოვს მეტყველების ავტომატურ ამოცნობას, როგორც ეს დიალოგის საერთო სქემით ივლისსხმება. ვოკოდერი ახორციელებს სიგნალის მხოლოდ ანალიზს და შემდგომ მის აღდგენას გადაცემული კოდების საშუალებით. ავტომატისაგან განსხვავებით მეტყველების ამოცნობა-გაგებაშიმღებ ბოლოზე მსმენელი ადამიანის ფუნქციაში შედის.

მეორე სიძნელე, რომელიც წინ ედობება ფონემური ვოკოდერის შექმნას, არის ფონემების გადაცემული კოდების მიხედვით ნატურალური მეტყველების აღდგენა, სინთეზატორის მეხსიერებაში შენახული ცალკეული ბგერების (ფონემების) ნიმუშების მიხედვით. ასეთი წესით სინთეზირებული მეტყველების ხარისხი არ შეიძლება იყოს მაღალი, ვინაიდან ფონემათა შეპირაპირების დროს გარდაუვალია მათ

შორის არაბუნებრივი გადასვლები, ტყაუნი და ხმაური. ფონემების ხელოვნური კომპილაცია-შეკავშირება ხშირად ისეთ შედეგს იძლევა, რომელიც სრულიად გაუგებარ ხასიათს ატარებს მაშინ, როდესაც დამოუკიდებლად ცალკეული ბგერა ზუსტად პასუხობს ამა თუ იმ ფონემას. იმისათვის, რომ მეტყველება ბუნებრივი იყოს თავის უწყვეტ ნაკადში, საჭიროა იგი ერთიანი იყოს ინტონაციურად, ინტენსივობის მიხედვით, რიტმის, ტემპისა და მახვილის დასმის მიხედვით და სხვა³¹. ცნობილია, რომ სმენას შეუძლია დაიჭიროს მეტყველებაში ნებისმიერი არარეგულარობა და დარღვევის უმნიშვნელო ნიუანსიც კი. ამის მაგალითს წარმოადგენს მეტყველების სულ მცირედი დეფექტების შეგრძნება.

ფონემათა სტანდარტული ჩანაწერების უბრალო შეკავშირება იმდენად დიდ უწყესრიგობას იწვევს სამეტყველო სიგნალის ზოგად სტრუქტურაში, რომ ადამიანის სმენას არ ძალუძს საერთო შედეგის ადეკვატური აღქმა. ხშირ შემთხვევაში საქმეს ვერ შველის ვერც ყოველი ცალკეული ფონემის წარმოდგენა რამდენიმე ფონოიდის, ანუ: სხვადასხვა გარემოცვაში მოქცეული ფონემების ნაირსახეობათა საშუალებით. სინთეზი ასეთ შემთხვევაში ტექნიკურად ძალიან რთულდება, ვინაიდან მან უნდა ერთი კოდის მიხედვით მოახდინოს შესატყვისი ფონემის იმ ვარიანტის პოვნა, რომელიც ამ კონკრეტულ შემთხვევაში ყველაზე ბუნებრივი იქნება საერთო შედეგის მიღების თვალსაზრისით.

ეს პროცესი სირთულის გარდა არასინქრონულია და საჭიროებს გარკვეულ დროს.

აქ აღარ არის ლაპარაკი იმაზე, რომ, რაც არ უნდა გასაგები გაეხადოთ მიმღებ ბოლოზე ხელოვნური მეტყველება, იგი ვერც ერთ შემთხვევაში ვერ იქნება ნატურალური, ე. ი. ვერ გადმოსცემს იმ ინდივიდუალურ თავისებურებებს, რომლებიც ახასიათებდნენ პირველად სიგნალს გადამცემ ბოლოზე. რასაკვირველია, შეიძლება ფონემურ ვოკალერში ფონემათა კოდთან ერთად არხში გადავცეთ ზოგიერთი მონაცემი ხმის ინტონაციისა და სხვა პროსოდიულ თავისებურების შესახებ, მაგრამ ყოველი ნაბიჯი, მიმართული მეტყველების უღერადობის გაუმჯობესებისაკენ, იწვევს არხის დამატებით გადატვირთვას და ამრიგად კომპრესიის ხარისხის შემცირებას.

³¹ კოდების მიხედვით მეტყველების ხელოვნურ სინთეზზე ჩვენ უკვე გვექონდა ლაპარაკი IV თავში, სადაც განვიხილეთ მეტყველების სინთეზის საკითხები ტექსტის მიხედვით.

ავტომატი-სტენოგრაფისტის შექმნა უკვე დიდი ხანია ადამიანის ოცნებას წარმოადგენს. მართლაც, წარმოიდგინეთ, რა დიდი სარგებლობა შეიძლება მოუტანოს ადამიანს საბეჭდო მანქანამ, რომელიც თვითონ უშუალოდ დაბეჭდავს ნაქარნახე ტექსტს. რასაკვირველია, ზეპირი მეტყველება შეიძლება ჩაიწეროს მაგნიტოფონზე (ან როგორც მას ამ შემთხვევაში უწოდებენ დიკტოფონზე), ასეთი სახის სტენოგრაფირება ხშირად გამოიყენება პრაქტიკაში, მაგრამ ცნობილია, რომ მხედველობის საშუალებით ინფორმაციის აღქმა ბევრად უფრო ტევადია სმენითი არხის საშუალებით მიღებულ აღქმასთან შედარებით. გარდა ამისა, ვიზუალურად საერთოდ უფრო მოხერხებულია ტექსტის საჭირო მონაკვეთების მონახვა და მასზე „თვალის გადავლება“, ვიდრე ეს მაგნიტური ფირის ჩანაწერების მოსმენით შეიძლება მოხდეს. ამას ადასტურებს თუნდაც III—IV თავებში მოყვანილი ვიზუალური სპექტროგრაფების სურათები, რომელთა მხედველობით განხორციელებული ექსპერტული ანალიზი ხშირად ძალიან ხელსაყრელია და დადებით შედეგს იძლევა.

იმისდა მიხედვით, თუ რა მიიღება ასეთ ავტომატებში ამოცნობის ერთეულად — სიტყვა, მარცვალი თუ ფონემა — ისინი არსებითად განსხვავდებიან ერთმანეთისაგან.

ნაქარნახევი მეტყველების მთლიანი სიტყვებით ბეჭდვას, ცხადია, აზრი აქვს მხოლოდ მაშინ, როდესაც ლექსიკონი, რომელსაც თქვენ ხმარობთ, არ არის დიდი და არ აღემატება რამდენიმე ასეულ სიტყვას. წინააღმდეგ შემთხვევაში საჭირო იქნება ათასობით სიტყვების დამახსოვრება და მათი გამოცნობა, რაც ერთობ რთულ ამოცანას წარმოადგენს (იხ. თავი III). მარცვლების სახით ბეჭდვის შემთხვევაში შეიძლება დამახსოვრებულ იქნეს რამდენიმე ასეული ტიპური მარცვალი, რომელთა საშუალებით შეიძლება ნებისმიერი მასშტაბის ლექსიკონის აღწერა.

მანქანა, რომელიც აღიქვამს ფონემებს და დაბეჭდავს მათ ნიშნების—ასოების სახით, შედარებით კიდეც უფრო მარტივი იქნება კონსტრუქციულად, ვინაიდან ფონემების რიცხვი ნებისმიერ ენაში ჩვეულებრივად არ აღემატება 50-ს. ასეთი ავტომატი თავისი მოქმედების პრინციპით არაფრით არ განსხვავდება ბგერითი ტელეგრაფისაგან (იხ. წინა პარაგრაფი), ვინაიდან აქაც მეტყველების ანალიზატორის ძირითად მიზანს შეადგენს მისი სეგმენტირება ცალკეულ ფონემებად.

მაგრამ ასეთი ავტომატის განხორციელება, რომელსაც პირობითად შეიძლება ფონეტოგრაფი ეწოდოს, ისევე, როგორც ბგერითი

ტელეგრაფისა, გართულებულია იმით, რომ, სიტყვებისა და მარცვლების ამოცნობისაგან განსხვავებით, ფონემების საიმედოდ გამოყოფა უწყვეტი მეტყველებიდან და მათი ზუსტი კლასიფიცირება დღეისათვის ჯერ კიდევ მიუღწევლ ოცნებას წარმოადგენს.

გარდა ამისა, ფონემების ამოცნობას ფონეტიკაში უნდა მოჰყვეს მათი გადაყვანა შესაბამის ასოებში ტრანსკრიბირების რთული ალგორითმული პროცედურების გამოყენებით, რადგან ფონემური ჩაწერა ერთობ რთულია წასაკითხად. იმ ენებში სადაც ფონემები და ასოები ემთხვევა ერთმანეთს ეს პრობლემა არ დგას. მაგრამ მდგომარეობა შედარებით რთულდება რუსულ ენაში, ხოლო ინგლისური ენის შემთხვევაში ჩვენ ძალიან შორსა ვართ იმ იდეალური შემთხვევისაგან, როდესაც ყოველ ბგერას შეესაბამება ერთი ასო, ხოლო ყოველ ასოს კი მხოლოდ ერთი ბგერა. ინგლისურში ხშირად საჭირო ხდება სიტყვების და დაწერილის ბრმად, უფრო ზუსტად, ზეპირად დამახსოვრება, ვინაიდან ასოების მიხედვით მათი ჩაწერა არ ექვემდებარება არავითარ კანონს. მართლაც, ინგლისურში ერთი და იგივე ბგერა შეიძლება განსხვავებული ასოებით იქნეს გამოხატული სრულიად გაუგებარი წესების საფუძველზე და, პირიქით, ერთმა და იმავე ასომ ან მათმა ერთობლიობამ გამოსახოს სრულიად სხვადასხვა ბგერები (იხ. § 2. 8).

ინგლისური ენის ასეთი სპეციფიკური სირთულეები, რასაკვირველია, პრინციპულ სიძნელეს ქმნის არა მხოლოდ ხმით საბეჭდი მანქანის დამუშავებისათვის, არამედ წამკითხავი ავტომატის შექმნის შემთხვევაშიც. ასეთი ავტომატების დანიშნულებაა ნაბეჭდი ტექსტის წაკითხვა და მისი გადაყვანა ბგერით ენაზე. ასეთი ავტომატებისა და მათი გამოყენების შესახებ (განსაკუთრებით უსინათლოთათვის დახმარების მიზნით) ჩვენ უკვე გვქონდა ლაპარაკი III თავში. ქართული ენის შემთხვევაში წამკითხავი ავტომატი ისევე, როგორც ხმით საბეჭდი მანქანა, უფრო ადვილად რეალიზებადია ზემოაღნიშნული ფაქტორების თვალსაზრისით. რაც შეეხება ტექნიკურ სიძნელეებს, რაც დაკავშირებულია უწყვეტი სიგნალის დისკრეტულ ელემენტებად დაყოფასთან და, პირიქით, იზოლირებული ფონემების შეპირაპირებით ნატურალური ელერადობის გაბმული მეტყველების მიღებასთან, აქაც იმავე ხასიათს ატარებს.

ამრიგად, როგორც წამკითხავი მანქანის, ისე განსაკუთრებით ავტომატი — სტენოგრაფისტის შექმნა ჯერ კიდევ შორსაა საბოლოო მიზნიდან. მათი რეალიზება დიდ სარგებლობას მოუტანდა სახალხო მეურნეობის ნებისმიერ სფეროს და საერთოდ ადამიანის საზოგადოებრივ ყოფას.

აქვე უნდა აღინიშნოს, რომ პოპულარული სტატიების ზოგიერთ არაკომპეტენტურ ავტორსა და განსაკუთრებით ჟურნალისტების ისეთ რიგს, რომლებსაც არასოდეს არ ჰქონიათ საქმე დიალოგური სისტემებისა და ამ სისტემების შექმნასთან დაკავშირებული საკითხების კვლევასთან, ხშირად ძალზე მარტივად აქვთ წარმოდგენილი ამ დარგში დასმული პრობლემების გადაჭრა. ისინი ხან სრულიად უსაფუძვლოდ წინასწარმეტყველებენ მათ სწრაფ გადაწყვეტას, ზოგჯერ კი, ასე განსაჯეთ, უკვე ვადაწყვეტილადაც მიიჩნევენ მათ. სხვადასხვა ქვეყნის მეცნიერების მიღწევების ჰიპერბოლიზაციის მაგალითები ჩვენ გვხვდება ყოველ ფეხის ნაბიჯზე. მაგრამ საგაზეთო მონაპოროსა და, შეიძლება ითქვას, უმეტერების საოცარი ნიმუშია ჟურნალ „Молодежь мира“-ს 1957 წლის № 5-ში მოთავსებული სტატია „რა არის „ელექტროსტილი?“ „ასე ჰქვია ახალ საბეჭდ მანქანას. მისი შექმნა მოასწავებს ნამდვილ რევოლუციას მეტყველების ჩაწერაში. მსგავსი აქამდე არაფერი არ არსებობდა. მანქანა აწარმოებს სიტყვების ჩაწერას იმავე სიჩქარით, როგორც გამოითქმება, რაც სტენოგრაფიას ხდის არასაპიროდ და უსარგებლოდ. ამრიგად, ადამიანს, რომელიც კარნახობს ტექსტს, შეუძლია მაშინვე მოაწეროს მას ხელი, როგორც კი წარმოთქვამს უკანასკნელ სიტყვას.

ამგვარად ეს არის, მართლაც, ახალი მანქანა, რომელიც წერს და სტენოგრაფირებას ახდენს ერთდროულად, თანაც ორთოგრაფიის ყველა წესების დაცვით. რაც შეეხება კონსტრუქციის „უბრალოებას“, აქ საქმე შემდეგშია: მანქანა შედგება 50 ტირატრონისაგან, დიდი რაოდენობის გადამრთველი რელეებისაგან, 45 ინდუქციური კოჭისაგან და რამდენიმე ასეული წინააღმდეგობისა და კონდენსატორისაგან. სამაგიეროდ რა შედეგია“.

როგორც იტყვიან, კომენტარი ზედმეტია.

§ 6.5. ადამიანისა და მანქანის დიალოგის უმარტივესი სისტემა

აქ ჩვენ შევჩერდებით დიალოგის ისეთ ფორმაზე, როდესაც შეკითხვა მანქანისადმი (ავტომატისადმი) არ ხდება მეტყველებით და გულისხმობს მის მექანიკურ გამოძახებას, როგორც ეს, მაგალითად, ტელეფონის დისკოს აკრეფით ხდება.

ამდენად ეს სისტემები არ შეიძლება ჩაითვალოს დიალოგურ სისტემებად იმ გაგებით, როგორც ეს ამ წიგნშია ნაგულისხმევი, თუმცა წარმოგვიდგენს სინთეზური მეტყველების პრაქტიკაში გამოყენების კარგ მაგალითებს.

დავიწყეთ მოლაპარაკე საათებიდან, ანუ ზუსტი დროის მაუწყებელ სატელეფონო სამსახურიდან. ამ სამსახურის ისტორია იწყება სატელეფონო კომპუტატორების იმ დროიდან, როდესაც აბონენტები ხშირად არასაქმიან საუბარს უმართავდნენ კომპუტატორთან მჯდომ ქალებს და დრო და დრო საათსაც ეკითხებოდნენ მათ (ასეთ საკომპუტატორო დაბაზებში ჩვეულებრივად ზუსტი საათები იდგა). მალე ყველა მიეჩვია სატელეფონო სადგურის ასეთ არაოფიციალურ სამსახურს და სადგურის პატრონი იძულებული გახდა ასეთი ფუნქცია სპეციალურ მომსახურესათვის დაევალებინა. შემდგომ წარმოიშვა იდეა, ასეთი სამსახური ავტომატისათვის ენდოთ. ფირები, რომელზედაც კინოფირების განმოვანების პრინციპის მიხედვით ჩაწერილი იყო აღაზიანის ხმით საათები და წუთები (ერთი პერიოდი წამებიც კი), შემოკრული იყო შუშის ცილინდრებზე. ცილინდრები ტრიალებდა და სინათლის წყარო ყოველ მომენტში ანათებდა იმ ნაწილს, რომელზედაც ჩაწერილი იყო ამ მომენტის შესატყვისი დრო.

ასეთი ავტომატები, ზოგჯერ განსხვავებული მეთოდით განხორციელებულნი, ახლაც მოქმედებენ ზოგიერთ ქალაქში.

ეს მაგალითი გამოდგება დიალოგის საილუსტრაციოდ, ვინაიდან იგი თავსდება სქემაში: „თქვენ შეეკითხეთ, მან გიპასუხათ“.

ასეთივე სქემით ხორციელდება და სამეტყველო პასუხის პრაქტიკაში გამოყენების თვალსაზრისით მაგალითს წარმოადგენს აბონენტების მომსახურე სისტემა, რომელიც ავტომატურად აღრიცხავს საქალაქთაშორისო ლაპარაკს და მასთან დაკავშირებულ ხარჯებს.

საქალაქთაშორისო ლაპარაკის ავტომატიზირებული სისტემის ფართოდ დანერგვამ ძალიან გაამარტივა და სწორედ ამიტომ ძალიან გაზარდა დალაპარაკების მსურველთა რიცხვი. დღეს ყოველი ბინიდან შეიძლება მარტივად დაუკავშირდე ათობით ქალაქს საბჭოთა კავშირის მთელ ტერიტორიაზე. მოხმარების ამ უპირატესობამ, თავის მხრივ, ძალიან გაართულა კავშირგაბმულობის მუშაკთა შრომა, გადატვირთა ამ უწყების გამოთვლითი ცენტრების მუშაობა და, ბუნებრივია, გამოიწვია აღრიცხვისა და აბონენტებისათვის მათი დავალიანების შეტყობინებასთან დაკავშირებული შეცდომები. ამასთან ერთად, მიუხედავად იმისა, რომ განხორციელდა ლაპარაკის აღრიცხვის ავტომატიზაცია, აღრიცხულ პრიმიტიულ დონეზე დარჩა ქვითრების დარიგება აბონენტებისათვის და კონტროლიც დავალიანებების გადახდაზე.

ამჟამად მთელი ეს პროცესი შემდეგნაირად გამოიყურება. თქვენ კოდის საშუალებით რეკავთ სხვა ქალაქში; გამოთვლითი მანქანა აფიქსირებს ამ ლაპარაკს და გამოითვლის შესაბამის თანხას. ყოველი ახა-

ლი ლაპარაკის დროს თქვენი ნომრის მისამართით გამოთვლით მანქანაში გროვდება თქვენი დავალიანება.

აი, აქ მთავრდება ავტომატიზაცია და იწყება ხელით შრომა. აბონენტების დავალიანებათა მანქანიდან ამობეჭდვის შემდეგ ქვითრებს ან, უფრო სწორად, მათ სქელ დასტას სპეცმუშაკები აგზავნიან საფოსტო განყოფილებაში, სადაც ხდება მათი დახარისხება და ფოსტალიონის ხელით დაგზავნა აბონენტებისათვის. ამის შემდეგ აბონენტი ამ ქვითრით მიდის სალაროში, იხდის ფულს, ხოლო, სალარო სვამს რა ქვითარზე თავის შტეპპელს, უკან აგზავნის გამოთვლით ცენტრში, სადაც წარმოებს დავალიანების დაფარვათა აღრიცხვა.

შეტყობინებას ამ გრძელ გზაზე შეიძლება მრავალი დაბრკოლება შეხვდეს. იგი შეიძლება დაიკარგოს გზის ნებისმიერ მონაკვეთზე. საინტერესო კი ის არის, რომ დამკარგავის აღმოჩენა ძალიან ძნელია და პასუხისმგებლობაც არავის არ აკისრია. შეტყობინება იგზავნება არადაკვეთილი წერილით და კონკრეტული დამნაშავეს მონახვა შეუძლებელია.

გარდა ამისა, აუცილებელია ამ შეტყობინების კონტროლი სხვა თვალსაზრისითაც. მაგალითად, შეიძლება შეიცვალოს აბონენტის მისამართი, ტელეფონის ნომერი, დავალიანება მანქანიდან ამოიბეჭდოს არასწორად, შტეპპელი შეტყობინებაზე დაისვას შეცდომით და სხვ.

ამ მდგომარეობიდან გამოსავლის ძიების დროს მრავალი წინადადება წარმოიშვა, მაგალითად, ინდივიდუალური პრიცხველის დაყენება ყოველი ტელეფონის ხაზზე, ისე როგორც ეს დახარჯული ელექტროენერგიის აღრიცხვის დროს ხდება. მაგრამ ტელეფონის შემთხვევაში სხვადასხვა ქალაქთან ლაპარაკის სხვადასხვა სატარიფო სისტემისა და სხვა მრავალი ტექნიკური ხასიათის ფაქტორების გამო ამის განხორციელება ძალიან ძნელი აღმოჩნდა. ერთი რამ კი ყველასათვის ცხადი გახდა — ყოველმა მომხმარებელმა უნდა თვითონ დაადგინოს თავისი დავალიანება და დროდადრო იხადოს ფული ისევე, როგორც ეს ხდება ელექტროენერგიით სარგებლობის შემთხვევაში. მაგრამ როგორ განხორციელდეს ეს პრიცხველების გარეშე? როგორ მოახდინოს მან გამოთვლითი ცენტრიდან მისი დავალიანების შესახებ ინფორმაციის მიღება? რასაკვირველია, შეიძლება ტელეფონით დაუკავშირდე სპეციალურ მუშაკს, რომელიც გამოიძახებს მანქანიდან თქვენს „საქმეს“ და მოგცემთ პასუხს. მაგრამ ბევრად უფრო ეფექტური და, მით უმეტეს, საიმედო იქნებოდა თუ ეს ყველაფერი ავტომატურად მოხდებოდა. წარმოიდგინეთ ასეთი სურათი:

თქვენ აკრიფეთ სატელეფონო გამოთვლითი ცენტრის ნომერი, ხოლო სპეციალური ზუმერის გაგონების შემდეგ კრეფთ თქვენს ნო-

მერს. რამოდენიმე წამის შემდეგ თქვენ გესმით ხელოვნური ხმით განხორციელებული პასუხი „აბონენტ ამას და ამას (ასახელებს ნომერს) აქის დავალიანება ექვსი მანეთი და ორმოცი კაპიკი სამი საქალაქთაშორისო ლაპარაკისათვის იენისის თვეში“. თქვენ ყოველგვარი ვაგზაუნა-გამოგზავნის გარეშე იხდით თანხას. ეფექტი სახეზეა.

ასეთი სისტემები უკვე შექმნილია მრავალ ქვეყანაში, თუმცა მათი პრაქტიკული გამოყენება ჯერ კიდევ ფერხდება. მაგალითად, კიევში ჯერ კიდევ 1976 წელს ასეთმა სისტემამ გაიარა გამოცდა და სპეციალისტთა მოწონება დაიმსახურა, მაგრამ ტექნიკური სრულყოფისა და კომპაქტური ავტომატების — სინთეზატორების სერიულად გამოშვებასთან დაკავშირებული სიძნელების გამო მათი დანერგვა გადაიდო.

§ 6.6 დიალოგი საინფორმაციო-საცნობარო სისტემაში

ზოღვაძეებული ინფორმაციის ეპოქაში დღითიდღე იზრდება სამეცნიერო-ტექნიკური ან სხვა სახის ცნობათა სწრაფი მიღებისა და დამუშავების აუცილებლობა. ამჟამად, როგორც საზღვარგარეთ, ისე ჩვენშიც ცდილობენ სრულყოფილი საძიებო მომსახურება და მაქსიმალურად შეამცირონ დრო ინფორმაციის მოთხოვნასა და პასუხს შორის. როგორც სამეცნიერო-ტექნიკური და ტექნიკურ-ეკონომიკური კვლევის საინფორმაციო ცენტრები იტყობინება, მსურველთა მოთხოვნები მოიცავს შეკითხვების ძალიან ფართო სპექტრს. მათ აინტერესებთ როგორც ფაქტოგრაფიული ცნობები დაწესებულებების მისამართების, პროდუქციის, დანერგვების, კვლევითი და საკონსტრუქტორო სამუშაოების, ლიტერატურის, ბიბლიოგრაფიის და სხვათა შესახებ, ასევე მონაცემები საერთაშორისო, საკავშირო თუ რესპუბლიკური კონფერენციების, კონგრესების, სიმპოზიუმებისა თუ სემინარების მოწყობის თარიღებისა და ჩატარების შესახებ. საინფორმაციო-საძიებო სისტემას შეუძლია აგრეთვე გასცეს დაკვეთით სხვადასხვა დოკუმენტი, ასლები, სტატიების ამონაბეჭდები და სხვ.

ცხადია, ასეთი საცნობარო-საინფორმაციო და საინფორმაციო-საძიებო სისტემების მუშაობის რეჟიმი „მოთხოვნა-პასუხი“ მთლიანად მოქცეულია დიალოგის სქემაში და ჯვერდს ვერ აუვლის მის ავტომატიზაციას. პრობლემა მხოლოდ ის არის, თუ როგორ შეიძლება მოხდეს კითხვის ფორმალიზება, რომ სისტემა არ აღმოჩნდეს მოუმზადებელი ძალიან დიდი სამეტყველო მასალის ავტომატურად ამოცნობის ამოცანისათვის. სხვა სიტყვებით, ასეთი სისტემის მუშაობის ხარისხი

დამოკიდებულა იმაზე, თუ რამდენად ზუსტად არის ჩამოყალიბებული კითხვა. საქმე ისაა, რომ სხვა ისეთი ამოცანებისაგან განსხვავებით, სადაც დიალოგი წარმოებს შედარებით შეზღუდული ლექსიკონის ბაზაზე (100—200 სიტყვა), აქ მოსალოდნელია საქმე გქონდეს შეკითხვების ძალიან დიდ მრავალფეროვნებასთან, რაც შესამჩნევად გაართულებს მანქანასთან ურთიერთობას. საჭიროა ისიც აღინიშნოს, რომ ასეთი სისტემების სპეციფიკა გულისხმობს კავშირის დამყარებას კლიენტურის დიდ კონტიგენტთან, რაც დამატებით სიძნელეებს უქმნის დიალოგური სისტემის იმ ქვესისტემას, რომელსაც მეტყველების ავტომატური ამოცნობა აკისრია.

ზემოთქმულიდან გამომდინარეობს, რომ ასეთი საცნობარო-საინფორმაციო სისტემა მიზანშეწონილია, თუკი ის შედარებით ვიწრო პროფილისაა და კონკრეტული ობიექტის მომსახურებას ეყრდნობა.

განვიხილოთ კიდევ ერთი მაგალითი.

წარმოვიდგინოთ ერთიანი ენერგოსისტემის ცენტრალური სადისპეტჩერო სამსახური. აქედან ხდება დიდი რეგიონის, ხშირად რამდენიმე რესპუბლიკის სხვადასხვა ელექტროსადგურებისა და ქვესადგურების მუშაობის მართვა. დისპეტჩერი, უზარმაზარი ფარის წინ დგას სადისპეტჩერო პუნქტში თვალყურს ადევნებს ამ ფარზე მოკიაფე ნათურებს და აკონტროლებს ასობით ელექტროსადგურის, ქვესადგურის, ხაზისა თუ ავტოტრანსფორმატორის მუშაობას. ეს არის რთული მექანიზმი, სადაც ყველა პროცესი ერთმანეთთან არის დაკავშირებული. მისი მიზანია უზრუნველყოს საიმედო და, რაც მთავარია, ოპტიმალური ენერგომომარაგება მომხმარებლისათვის. მომხმარებლები კი არიან ქარხნები, ფაბრიკები, ქალაქები, სოფლის რაიონები და სხვ. ამოცანა ძალიან რთულია და შეიძლება გადაწყვეტილ იქნეს მხოლოდ გამოთვლილი ტექნიკის გამოყენებით, ამიტომ სადისპეტჩერო სამმართველოს აქვს თავისი საინფორმაციო-გამოთვლითი კომპლექსი, რომელიც აღჭურვილია ინფორმაციის დამახსოვრების, გადამუშავებისა და ასახვის სისტემით. მათში ინახება სხვადასხვა ცნობები, სქემები, ცხრილები, რეჟიმების გრაფიკები, მუშაობის გეგმები, ე. ი. ყველაფერი ის, რაც შეიძლება დასჭირდეს დისპეტჩერს სწრაფი გადაწყვეტილების მიღების აუცილებლობის შემთხვევაში. ელექტროენერგიის გამომუშავებისა და მისი მოხმარების საერთო ბალანსისა და შესაბამისობის დაცვის მიზნით ასეთი სიტუაციები იქმნება, მაგალითად, ავარიების დროს, რაც საერთოდ არ არის გამორიცხული. ამჟამად ასეთი სახის ინფორმაციის გამოძახება და გადაწყვეტილებების მიღება ხდება კლავიატურაზე სათანადო დავალებების დაბეჭდვით. ვიდრე ასეთ ჩანაწერს

გაშიფრავდეს მანქანა და ვიღრე ინფორმაცია შესასრულებლად გაგზავნება, იგი უნდა გამოსხივდეს დისპლეის ეკრანზე და შეამოწმოს დისპეტჩერმა, თუ რამდენად სწორად გაიგო მანქანამ დავალება. მხოლოდ ამის შემდეგ ხდება შეკითხვის გაგზავნა შესასრულებლად.

აი, სწორედ ასეთი სახის დიალოგი მოუხერხებელია მორიგე პერსონალისათვის, ვინაიდან, ჯერ ერთი, ასეთი მართვისას მათი ყურადღება სცდება ფარს და, მეორეც, იგი მოითხოვს დიდ დროს. სამეტყველო ურთიერთობა მანქანასთან, ე. ი. ზეპირსიტყვიერი შეკითხვა და ასეთივე ზეპირსიტყვიერი პასუხის მიღება ფარიდან ყურადღების მოუწყვეტლად, ცხადია, არსებითად გაადვილებდა დისპეტჩერის შრომას და შესამჩნევად გაზრდიდა სადისპეტჩერო სამსახურის ეფექტიანობას. ოპერატიულ-ინფორმაციულ კომპლექსთან ასეთი დიალოგი დიდად შეუწყობდა ხელს აგრეთვე მომსახურე პერსონალის მომზადებას სპეციალური „სატრენაჟო“ პროგრამების საშუალებით. ეს პროგრამა უზრუნველყოფს მართვის პროცესში ნებისმიერი სიტუაციების შექმნა-მოდელირებას და მიღებული ინფორმაციისა და გადაწყვეტილებების ანალიზს.

მეტყველების ავტომატური ამოცნობისა და სინთეზის კომპლექსური გამოყენების ეფექტი თვალნათლივ ჩანს აგრეთვე სხვადასხვა ენებზე მოლაპარაკე ადამიანთა სამეტყველო ურთიერთობის დროს. მაგალითისათვის წარმოვიდგინოთ გაერთიანებული ერების ორგანიზაცია, სადაც მრავალი ქვეყნის წარმომადგენელი ერთმანეთთან ურთიერთობისა და ტრიბუნაზე გამოსვლის დროს სარგებლობს თარჯიმნის სამსახურით, ხოლო ნებისმიერი ენიდან მეორეზე ასეთ კვალიფიციურებულ სინქრონულად მთარგმნელთა რიცხვი, არც თუ ისე დიდია, მით უმეტეს, თუ ესა თუ ის ენა არ შედის გაერთიანებული ერების ორგანიზაციის ძირითად სამუშაო ენათა რიცხვში. დღის წესრიგში დგება შესატყვისი მთარგმნელი მანქანის შექმნა. ასეთი მანქანა, როგორც კი აღიქვამს ორატორის ზეპირსიტყვიერ ენას, მოახდენს მის „გაგებას“, სპეციალური პროგრამების საშუალებით თარგმნის ნებისმიერ ენაზე და შემდეგ ნათარგმნ ტექსტს გადაიტანს ზეპირ მეტყველებაში. იმ შემთხვევაშიც კი, როდესაც თარგმანი არ იქნება სრულყოფილი, ასეთი სახით წარმოდგენილი მასალა მაინც მოიტანს გარკვეულ სარგებლობას.

ამ პარაგრაფში ჩვენ აღვწერთ რამდენიმე ისეთ სისტემას, რომელიც ყველაზე უფრო სრულყოფილად აერთიანებს თავის ფარგლებში დიალოგის ყველა შესაძლო რეჟიმს: მეტყველების ავტომატურ გამოცნობას, სინთეზს და პიროვნების იდენტიფიკაციას.

ერთ-ერთი ამ სისტემათაგანი ამჟამად მზადყოფნაშია დასაწერად ამერიკის შეერთებული შტატების ერთ-ერთ უდიდეს ავიაკომპანიაში. იგი მიზნად ისახავს გასცეს ცნობები და ავტომატურად დაუჯავშნოს თავის კლიენტებს ავიაბილეთები. სისტემის ლაბორატორიული მაკეტი შეიქმნა ბელის ლაბორატორიებში და შედგება სამი ქვესისტემისაგან: სამეტყველო პასუხის, დიქტორის ვერიფიკაციის და მეტყველების ავტომატური ამოცნობისა და გაგების ქვესისტემისაგან. ამ უკანასკნელს — თავისი მნიშვნელობით ყველაზე უფრო პასუხსაგებ სისტემას — ეკისრება დიდი საიმედოობით „გაიგოს“ ფრაზები 100 სიტყვისაგან შედგენილი ლექსიკონის საფუძველზე. კლიენტები, რომელთა ინდივიდუალურ ხმაზეც არის აწყობილი სისტემა, წარმოთქვამენ ფრაზებს მხოლოდ ამ ლექსიკონიდან და მხოლოდ დასაშვები კონსტრუქციებით. დაშვებულია ფრაზების შედგენის მხოლოდ მარტივი ვარიანტები.

ექსპერიმენტული სცენარის ერთ-ერთი ვარიანტი შემდეგნაირად გამოიყურება: ავიაკომპანიის საკრედიტო სისტემის მუდმივი აბონენტი ბილეთის შეძენის მიზნით აკრეფს ელექტროგამომთვლელი მანქანის (ეგმ) ნომერს. მანქანა პასუხობს ხელოვნური სამეტყველო პასუხის ქვესისტემის საშუალებით:

ეგმ — ლაპარაკობს ABC ავიაკომპანიის ინფორმაციისა და ბილეთების დაჯავშნის სამსახური. აკრიფეთ თქვენი ანგარიშის ნომერი.

კლიენტი კრეფს მხოლოდ მისთვის ცნობილ ნომერს, მანქანა ამოწმებს მას, ადგენს ამ ნომრის მიხედვით პიროვნებას და კვლავ მიმართავს კლიენტს:

ეგმ — გამარჯობათ ბ-ნო XYZ გთხოვთ წარმოთქვათ თქვენი პაროლი შეკვეთის განსახორციელებლად.

კლიენტი წარმოთქვამს მხოლოდ მისთვის ცნობილ პაროლურ ფრაზას, რომელსაც მანქანა აანალიზებს და, უკეთუ შედეგი დადებითია, ე. ი. თუ პიროვნების ვინაობა მისი ხმის მიხედვით დასტურდება წინასწარ მანქანაში შეყვანილ მონაცემებთან შედარების საფუძველზე, კვლავ მიმართავს კლიენტს:

ეგმ — გმადლობთ ბ-ნო XYZ, მე ვადასტურებ თქვენს
პირად ანგარიშს. რა მიმართულებით გნებავთ ბილეთი?

კლიენტი — ვაშინგტონში

ეგმ — რომელი აეროპორტიდან?

კლიენტი — ჩიკაგოდან

ეგმ — რომელი რიცხვისათვის?

კლიენტი — 3 ნოემბრისათვის

ეგმ — რომელ საათზე?

კლიენტი — დილის 10 საათზე

ეგმ — მოითმინეთ, ახლავე მოგახსენებთ ამ საათისათვის
უახლოეს რეისებს.

მანქანა მიმართავს არსებულ ავტომატურ სადისპეტჩერო სის-
ტემას და განრიგს, სინჯავს რეისებს და თავისუფალი ადგი-
ლების ცხრილს, გამოიძახებს მათ მენსიერებიდან და მიმარ-
თავს კლიენტს.

ეგმ რომელი რეისი გაწყობთ 1925 თუ 1927?

კლიენტი — რეისი 1925

ეგმ — რომელი კლასის ბილეთი გინდათ პირველი კლასის
თუ ტურისტული?

კლიენტი — პირველი კლასის

ეგმ — რამდენი ბილეთი გინდათ?

კლიენტი — ორი ბილეთი

ეგმ — თქვენი ადგილებია 2ა და 2ბ. ბილეთი გადმოგეცემათ
ტელეტაიპით ერთი საათის განმავლობაში თქვენი მისამარ-
თით. ანგარიში გადმოგეგზავნებათ ერთი კვირის შემდეგ. გა-
ქვთ კიდევ შეკითხვა?

კლიენტი — არა

ეგმ — გმადლობთ, რომ მიმართეთ ავიაკომპანიას (სისტემა
ამით აშთაფრებს მუშაობას).

აღწერილი სისტემის ერთმა ვარიანტმა რამდენიმე წლის წინ გაი-
არა ლაბორატორიული გამოცდა ჩვეულებრივი ტელეფონისა და ქა-
ლაქის ატს-ის გამოყენებით. შემდგომი შემოწმება მიზნად ისახავდა
უპირველეს ყოვლისა დადგენილიყო ასეთი სისტემის ფუნქციონირე-
ბის საიმედოობა და გათვალისწინებული ყოფილიყო კლიენტების ისეთი
მოთხოვნები, რომლებიც შესაძლებელია წამოჭრილიყო ერგონომიკუ-
ლი გამოკვლევების შედეგად.

მსგავსი სისტემები უკანასკნელ ხანს მჭიდროდ იკიდებენ ფეხს
სამხედრო საქმეშიც. მთელ რიგ საომარ სიტუაციაში საჭირო ხდება

ბრძანებების ზეპირსიტყვიერი გაცემა და ამავე დროს უსათუოდ გარკვეული პიროვნების ხმით. ბრძანებების რაოდენობა აქაც, როგორც წინა შემთხვევაში, ძირითადად არ აღემატება ასს, თუმცა შეიძლება თავისი ვარიანტებით ოთხასსაც მიაღწიოს. ლექსიკონი, რომლისაგანაც იქმნება ეს ფრაზები აგრეთვე 100—150 სიტყვით არის შემოფარგლული. ვიდრე ბრძანება შესრულდებოდეს, მანქანა ადასტურებს მეთაურის ვინაობას და დადებითი შედეგის შემთხვევაში ატყობინებს მას ბრძანების ამოცნობის შედეგს ხელოვნური პასუხის სახით. მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ მეთაური დარწმუნდა, რომ გაცემული ბრძანება სწორად არის გაგებული, იგი იძლევა საბოლოო ბრძანებას შესრულების შესახებ. მაგალითად, ლილაკის დაქერით ან დამატებითი სამეტყველო ბრძანების წარმოთქმით (ვთქვათ „ღიახ“), წინააღმდეგ შემთხვევაში ბრძანება უქმდება და წარმოითქმება ახლიდან.

მანქანის მიერ ამოცნობის პროცესის ასეთი კონტროლი მკვეთრად ზრდის ბრძანებების სწორი შესრულების ალბათობას, რაც მნიშვნელოვან ფაქტორს წარმოადგენს სამხედრო საქმეში.

კიდევ ერთი მაგალითი. აშას წინათ გაზეთში გამოქვეყნდა „შენიშვნა“ იმის შესახებ, რომ იაპონურ გეზს „კინოკაეა მარუს“ მართავენ სწორედ ასეთი სახით, ე. ი. ზეპირსიტყვიერად და მხოლოდ თავისი კაპიტნის ხმით. გემის ეკიპაჟი ამის გამო საგრძნობლად შემცირდა. ბრძანებათა რაოდენობა არ აღემატებოდა თერთმეტს.

ბოლოონიტჰვა

ამრიგად, ჩვენ გავარჩიეთ ადამიანსა და მანქანას შორის სამეტყველო დიალოგის პროცესში შემავალი სხვადასხვა რეჟიმი და განვიხილეთ ამ პრობლემასთან დაკავშირებული მრავალი პრაქტიკული შემთხვევა, რათა კიდევ ერთხელ გავუსვათ ხაზი ამ ამოცანების აქტუალობას, საბუთად გვინდა მოვიტანოთ იაპონიის საინფორმაციო ცენტრის მიერ ცოტა ხნის წინათ გამოცემული ანგარიში, სადაც პროექტის სახით წარმოდგენილია სამუშაოების ნუსხა მე-5 თაობის გამოვლელი მანქანების კვლევისა და შექმნის მიზნით³². ამჟამად მსოფლიოში ძირითადად გავრცელებულია მე-3 თაობის მოდიფიცირებული მანქანები და მხოლოდ აქა-იქ ეხვდებით მე-4 თაობის ერთეულ წარმომადგენლებს.

³² მანქანათა თაობის განსაზღვრა ხდება მათი შესაძლებლობებისა (სწრაფქმედება, მუხისიერება, მულტიპროგრამულ რეჟიმში მუშაობა და სხვ.) და საფუძვლად აღებული ტექნოლოგიისა და მანქანების არქიტექტურის მიხედვით.

როგორც პროექტიდან ჩანს, მე-5 თაობის მანქანების ერთ-ერთ ძირითად განმასხვავებელ ნიშანს უნდა წარმოადგენდეს ადამიანის მანქანასთან ურთიერთობა ბუნებრივ პირობებში³³. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ მანქანებს უნდა გააჩნდეს უნარი მოისმინონ, ილაპარაკონ, დაინახონ, აღიქვან ნახატი, მოიფიქრონ და მიიღონ გადაწყვეტილება.

ასეთი „ნიჭით“ დაჯილდოვებულმა მანქანებმა პროექტით უნდა უზრუნველყონ შემდეგი პროცესების განხორციელება:

ა) მანქანური თარგმანი ერთი ენიდან მეორეზე;

ბ) კითხვა-პასუხი;

გ) მეტყველების ამოცნობა;

დ) ნახატებისა და ნახაზების ამოცნობა;

ე) ამოცანების გადაწყვეტა;

ვ) გადაწყვეტილების მიღება.

ყოველი ავ საკითხთაგანი მოითხოვს რთული და პრინციპულად ახალი ტიპის სისტემებისა და პროგრამების დამუშავებას. უნდა აღინიშნოს, რომ ძალზედ მაღალი მოთხოვნებია წაყენებული ამ სისტემების მიმართ. მაგალითად, მანქანური თარგმნის ქვესისტემამ უნდა უზრუნველყოს 100 000 სიტყვის დამუშავება 90 % სიზუსტით (დარჩენილი 10 % სიტყვების თარგმანის დაზუსტება უნდა მოხდეს მთარგმნელის მიერ), ტექსტის კომპილაცია (შედგენა) გრამატიკული წესების გამოყენებით და გადათარგმნილი დოკუმენტის ამობეჭდვა. ნახატების ამოცნობის ქვესისტემამ უნდა განახორციელოს 100 000 ნახატის მოკლე და უნივერსალური აღწერის შენახვა და მათი სწრაფი (0,1 წმ.) გამოძახება.

დაბოლოს, უფრო დაწვრილებით შევხვით მეტყველების ამოცნობის ქვესისტემას. იგი პროექტის მიხედვით შეიცავს მეტყველების საზრისის ამოცნობ ნაწილს, რომელიც გარდა იმისა, რომ შეასრულებს ავტომატურად მბეჭდავი ფონეტიკური მანქანის ფუნქციებს, მოემსახურება აგრეთვე კითხვა-პასუხისა და მანქანური თარგმნის ქვესისტემებს მონაცემების ბუნებრივი ზეპირსიტყვიერი ენით მანქანაში შეყვანის თვალსაზრისით. პირველ ეტაპზე მეტყველების ამოცნობის ქვესისტემა ისახავს რამდენიმე ასეულიდან ათას სიტყვამდე დამუშავებისა და გავების მიზანს. საბოლოო მიზანი კი 10 000 სიტყვის ამოცნობა, შეცდომების ავტომატური კორექცია ენის ლინგვისტიკური ანალიზის გათვალისწინებით და სწორი აზრობრივი ინფორმაციის გაგება და ჩამოყალიბებაა.

³³ ჩვენ აქ არ შევხებით მე-5 თაობის მანქანების თავისებურებებს პროგრამული უზრუნველყოფის, არქიტექტურისა და ტექნოლოგიის თვალსაზრისით.

კითხვა-პასუხის სისტემის სრული ფუნქციონირებისათვის დამატებით გათვალისწინებულია მანქანური პასუხი სამეტყველო ფორმით, რაც პრობლემურად ორიენტირებული ამოცანების ჩარჩოებში პრინციპულ სიძნელეს აღარ შეიცავს.

დასასრულ, მეტყველების ამოცნობის ქვესისტემაში ჩართულია მოლაპარაკის პიროვნების იდენტიფიკაციის ამოცანაც, რომელიც პირველ ეტაპად ისახავს 50—60 ოპერატორის პიროვნების დადგენას, ხოლო საბოლოო მიზნად — რამდენიმე ასეული მოლაპარაკის ინდივიდუალური ხმის დადასტურებას დროის რეალურ მასშტაბში. ეს თავისთავად დამოუკიდებელი ნაწილი ამავე დროს სამსახურს გაუწევს მეტყველების საზრისის ამოცნობის ქვესისტემას ნებისმიერი დიქტორის მიერ გამომთვლელ მანქანასთან ურთიერთობის დასამყარებლად.

სამწუხაროდ, პროექტში არ არის ხაზგასმით მითითებული, თუ როდის ვარაუდობს მეცნიერება ასეთი ქვესისტემების დაშუშებასა და დანერგვას, თუმცა პროექტის გარშემო გამართული დისკუსიებიდან ჩანს, რომ პროგნოზი უპეტესობის მიერ 80-იანი წლებით ან უარეს შემთხვევაში, 90-იანი წლების პირველი ნახევრით არის შემოფარგლული.

შევთანხმდეთ, რომ იმ შემთხვევაშიც კი, თუ ეს პროგნოზები ზუსტად და მთლიანად ამ ვადებში არ გამართლდა (ეს კი, როგორც პროგნოზირების გამოცდილება გვიჩვენებს, უმეტესად ასეც ხდება), ერთი რამ მაინც ცხადია: ჩვენს წინაშე იშლება არაჩვეულებრივად საინტერესო და დღეისათვის ჯერ კიდევ ძნელად წარმოსადგენი პერსპექტივა ადამიანისა და მანქანის ურთიერთობის ხაზით.

УСТНЫЙ ДИАЛОГ ЧЕЛОВЕКА С МАШИНОЙ

Резюме

Сегодня всем хорошо известна огромная роль вычислительной техники в деле развития народного хозяйства. Это, в первую очередь, обусловлено широкими возможностями электронных вычислительных машин (ЭВМ) как с точки зрения их быстродействия, так и запоминания и переработки больших массивов информации. Однако, как выясняется, эти два важных компонента современной вычислительной техники не используются с максимальной эффективностью по той причине, что существенно затруднена подготовка ЭВМ к выполнению поставленных перед ней задач. Действительно, для того чтобы ЭВМ «поняла», что от нее требуется, соответствующий обслуживающий персонал — программисты, перфораторшицы и операторы должны необходимым образом перевести задачу, поставленную перед ЭВМ непосредственным пользователем, на язык ЭВМ. Эти операции, в случае сложных задач, требуют квалифицированных усилий и гораздо больше времени (часто дни и месяцы), чем это необходимо для решения основной задачи на ЭВМ. Таким образом, вычислительной машине «не трудно» выполнять возлагаемые на нее задачи, но ей трудно «объяснить», что она должна делать. Такое положение вещей вызвано тем обстоятельством, что функционирование ЭВМ происходит на удобном для нее языке, весьма далеком от естественного для человека способа общения.

Парадоксально, но факт, что вычислительная техника, призванная разгрузить человека от излишнего труда, в какой-то степени наоборот загрузила его и превратила своего создателя в своего слугу. Если для решения ряда задач можно идти на такие компромиссы, то сегодня, когда ЭВМ активно входит в жизнь широкого круга людей и проникает во все отрасли народного хозяйства, общение с ЭВМ для не имеющих основательной специальной подготовки людей становится все труднее и, что самое главное, нерентабельнее.

Для того, чтобы свести до минимума время подготовки задания для ЭВМ и к тому же максимально облегчить обращение к ЭВМ для всех неискушенных операторов-пользователей,

необходимо создать такие процессоры, или точнее, трансляторы, которые установят непосредственную и по возможности мгновенную связь между человеком и ЭВМ посредством естественной для человека устной речи. Другими словами, эти трансляторы должны быть наделены способностью воспринять речь, распознать смысл диктуемого машине задания и далее трансформировать это задание на язык машины. Таким образом, ЭВМ должна взять на себя как задачу выполнения основного своего задания, так и «восприятия» этого задания.

Решение этой проблемы целиком сняло бы вышеуказанные трудности и позволило бы установить с машиной такой же непосредственный речевой контакт, какой существует между двумя ведущими между собой беседу, людьми.

Очевидно, что для осуществления такого устного диалога между человеком и ЭВМ необходимо решение еще и другой важной задачи — формирования речевого ответа ЭВМ, взамен той не очень удобной и также относительно трудно понятной формы выдачи результатов, которая существует в настоящее время. Как известно, большей частью ответ ЭВМ, получаемый в результате решения поставленной задачи, выдается в виде распечаток цифр, которые зачастую требуют специальной расшифровки и не всегда прямо и непосредственно указывают на ожидаемый результат.

Речевая связь с машиной, помимо своей естественности, простоты и информативности, обладает и рядом других преимуществ, не свойственных искусственным языкам, создаваемым для общения с ЭВМ. В первую очередь надо отметить непринужденный характер формирования и выражения смысла задания, что исключает утомляемость оператора-пользователя и, что самое главное, исключает ошибки ввода информации в ЭВМ. Действительно, трудно представить случай, когда человек осмысливает определенную команду, а устно формирует другую, неадекватно выражающую его первоначальное намерение. Что же касается процесса алгоритмизации задачи (формирование задания в виде набора правил), ее программирования (перевод на язык ЭВМ), пробивки соответствующих перфокарт и ввода задания в ЭВМ путем нажатия клавиш на пульте управления, то все эти процессы неминуемо связаны с ошибками, исправление которых отнимает у пользователя много времени и нервов.

Необходимо также отметить, что контакт с ЭВМ с помощью речи существенно повышает скорость ввода информации. Здесь подразумевается не быстроедействие ЭВМ, а способность человека мгновенно выражать свои мысли в речевой форме.

Кроме этого, речевая связь с ЭВМ допускает мультимо-

дальнюю коммуникацию с ней, так как оператор в это время свободен в пространстве, может перемещаться, менять ориентацию, манипулировать руками, следить за результатами и др. Не исключена также возможность общения с ЭВМ в темноте и, что еще важнее, на расстоянии с помощью телефона из другого города и т. д.

Речевой диалог с машиной позволяет также использовать особенности голоса оператора для предварительного автоматического установления его личности. В ряде объектов, например, при ведении банковских операций по телефону или в военном деле, необходимо осуществлять санкционированный допуск пользователей к личному счету или к механизмам особого назначения. Все это требует организации «машинного узнавания» говорящего не только по парольной фразе, но и по индивидуальным особенностям его голоса.

Таким образом процесс устного диалога человека с машиной подразумевает три самостоятельных и важных режима: автоматическое понимание речи, искусственный синтез речевого ответа и машинное узнавание личности говорящего.

В предлагаемой книге в популярной форме излагаются основные вопросы, связанные с решением этой важной, но все еще не решенной проблемы. Объясняются трудности, которые возникают на пути осуществления такого диалога, способного обеспечить в будущем высокие темпы развития технического прогресса всего общества.

Во второй и третьей главах книги рассматриваются психофизиологические и физические основы речевой связи и рассказывается о системах распознавания и понимания речи. Дается описание процессов речеобразования и восприятия речи, элементов речи, ее акустического анализа и информационной оценки. Указывается необходимость привлечения лингвистической информации к акустическим признакам сигнала для повышения надежности автоматического распознавания или понимания речевого отрезка, если этот отрезок представляет собой слитно произнесенную фразу. Подробно описаны все этапы процесса понимания, а именно, акустический, фонологический, лексический, просодический, синтаксический, семантический и прагматический.

Отдельный раздел (глава IV) посвящен вопросам синтеза речи. Рассматриваются всевозможные подходы к получению искусственного речевого сигнала, начиная с самых первых попыток в этом направлении. Особое внимание уделяется вопросам практического использования методов организации речевого ответа.

В пятой главе книги затронуты вопросы автоматического отождествления личности по его голосу. Дается сопоставление

двух подходов к этой проблеме, а именно, задачи подтверждения личности (верификация) и задачи определения личности (идентификация). В связи с поставленными задачами важное значение приобретает проблема имитации голоса, а также возможность приложения обсуждаемых методов к криминалистике.

Книга завершается описанием практических случаев применения диалоговых систем. Затронуты такие вопросы, как разработка вокодерной телефонии, звукового телеграфа, автомата-стенографиста, читающего автомата и, наконец, диалоговых информационно-справочных систем бронирования авиабилетов.

Книга написана популярным языком и хорошо иллюстрирована. Помимо специальных вопросов в ней даются исторические экскурсы и рассказывается об интересных событиях, связанных с рассматриваемой проблемой. Книга предназначена для учеников старших классов средней школы и широкого круга читателей, имеющих соответствующее техническое образование.

ORAL DIALOGUE BETWEEN A MAN AND A COMPUTER

Summary

One of the most interesting and in the same time complex problem of technical cybernetics—automatic recognition and speech synthesis is given in the book.

The book contains all the main aspects of the stated problem beginning with the question of the language process role in information transmission in general, and including vast possibilities and the speech communication meaning of a man with a computer for national economy.

The problem technical content, different ways of its solution including contemporary methods and the perspectives of its evolution are given.

Besides that the question of a person automatic identification participating in a dialogue on the basis of the individual peculiarities analysis of its voice is considered.

The book is written in a popular language and is destined to the vast circle of readers having necessary general education and technical training.

ლიტერატურა

- Загоруйко Н. Г. Методы распознавания и их применение.—М., Сов. радио, 1972.
- Кибернетика ожидаемая и кибернетика неожиданная.—М., Наука, 1968.
- Нейман Л. В. Анатомия, физиология и патология органов слуха и речи.—М., Просвещение, 1977.
- Попов Е. Н. Знаки, символы, языки.—М., Знание, 1980.
- Рамншвили Г. С. Автоматическое опознавание говорящего по голосу.—М., Радио и связь, 1981.
- Речевая связь с машинами. Тематический выпуск ТИИЭР, т. 64, № 4, 1976.
- Сапожков М. А., Михайлов В. Г. Вокодерная связь.—М., Радио и связь, 1983.
- უზნაძე დ. შრომები ტ. III-IV, ზოგადი ფსიქოლოგია.—თბილისი, საქ. მეც. აკადემიის გამომცემლობა, 1964.
- Фант Г. Анализ и синтез речи.—Новосибирск. Наука, 1970.
- Фланаган Дж. Анализ, синтез и восприятие речи.—М., Связь, 1968.
- Фолсом Ф. Книга о языке.—М., Прогресс, 1974.
- შოვენი რ. ფუტყრღან გორილამდე.—თბილისი, საბჭოთა საქართველო, 1977.
- Яглом А. М. и Яглом И. М. Вероятность и информация.—М., Наука, 1973.

შ ი ნ ა ა რ ს ი

შესავალი	3
თ ა ვ ი I. მეტყველება და ადამიანისა და მანქანის სამეტყველო ურთიერთობის სპეციფიკა	6
§ 1.1. რა უნდა გაკეთდეს, რომ გამომთვლელი მანქანა ყველას ემსახურებოდეს	6
§ 1.2. ბგერითი ენის უპირატესობა ყველა სხვა ენასთან შედარებით	9
§ 1.3. მანქანასთან ზეპირსიტყვიერი ურთიერთობის სხვა უპირატესობანი	15
§ 1.4. რას გულისხმობს დიאלოგი მანქანასთან?	18
თ ა ვ ი II. მეტყველებითი კავშირის ფსიქოფიზიოლოგიური და ფიზიკური საფუძვლები	22
§ 2.1. ადამიანის მეტყველება, როგორც ინფორმაციის გადაცემის საშუალება	22
§ 2.2. მეტყველების წარმოქმნა	24
§ 2.3. ადამიანის სმენითი აპარატი	26
§ 2.4. სად არის მეტყველების ცენტრი?	30
§ 2.5. მეტყველების ელემენტები	32
§ 2.6. სამეტყველო სიგნალის ანალიზი	36
§ 2.7. მეტყველების აკუსტიკური მახასიათებლები	40
§ 2.8. მეტყველების ინფორმაციული აღწერა	43
§ 2.9. ბგერითი სიგნალის ვარიაციულობა და ალქმას კონსტანტობა	47
თ ა ვ ი III. მეტყველების ავტომატური ამოცნობა და გაგება	52
§ 3.1. მეტყველების ავტომატური ამოცნობის პრობლემა	52
§ 3.2. ამოცნობა სიგნალის აკუსტიკური ნიშნების მიხედვით	55
§ 3.3. სიტყვათა ამოცნობის სისტემები პრაქტიკაში	57
§ 3.4. ამოცნობა თუ გაგება?	60
§ 3.5. რა ერთეულებს ეყრდნობა მეტყველების აღქმა?	62
§ 3.6. მეტყველების სტატისტიკა	64
§ 3.7. მეტყველების გაგების პროცესის ძირითადი ეტაპები	70
§ 3.8. გაგების პროცესის დემონსტრაცია მაგალითზე	74
§ 3.9. რას შეიძლება ველოდოთ მომავალში	77
თ ა ვ ი IV მანქანური მეტყველება	79
§ 4.1. კოტაოდენი ცნობები პრობლემის ისტორიიდან	79
§ 4.2. დადლის ზოლური სინთეზატორი	83
§ 4.3. მეტყველების სინთეზატორები პრაქტიკაში	85

§ 4.4. როგორ შევადგასოთ ხელოვნური პასუხის ხარისხი?	88
§ 4.5 კომპილაციური სინთეზი	90
§ 4.6. სინთეზი წესების მიხედვით	94
თ ა ვ ი V. პიროვნების ავტომატური იდენტიფიკაცია	99
§ 5.1. რატომ არის ეს საჭირო?	99
§ 5.2. ადამიანის სამეტყველო აპარატი და მისი ინდივიდუალობა	102
§ 5.3. რაში გამოიხატება ხმის ინდივიდუალობა?	106
§ 5.4. რა განსხვავებაა ვერიფიკაციასა და იდენტიფიკაციას შორის?	111
§ 5.5. ხმათა ავტომატური ამოცნობის სისტემები	112
§ 5.6. შეიძლება თუ არა ხმის იმიტირება?	117
§ 5.7. ადამიანის ხმის კრიმინალისტიკური ექსპერტიზა	120
§ 5.8. პიროვნების დადგენა ხმის „ანაბეჭდებით“	123
§ 5.9. ფონოგრამების ანალიზის მეთოდთა	128
§ 5.10. დიალექტური გამოთქმები და კრიმინალისტიკა	131
§ 5.11. ტყუილის დეტექტორი	135
თ ა ვ ი VI. დიალოგური სისტემები ცხოვრებაში	140
§ 6.1. დიალოგი დიდ მანძილზე	140
§ 6.2. ვოკალური ტელეფონია	144
§ 6.3. ფონემური ვოკალური ანუ ბგერითი ტელეგრაფი	149
§ 6.4. ავტომატი - სტენოგრაფისტი და წამკითხავი მანქანა	153
§ 6.5. ადამიანისა და მანქანის დიალოგის უმარტივესი სისტემები	155
§ 6.6. დიალოგი საინფორმაციო-საცნობარო სისტემებში	158
§ 6.7. ადამიანისა და მანქანის სამეტყველო ურთიერთობის სამრეცეპტორი სისტემები	161
ბოლოსიტყვა	163
Устный диалог человека с машиной (резюме)	166
Oral dialogue between a man and a computer (Summary)	169
ლიტერატურა	170

Гурам Соломонович Рамишвили
УСТНЫЙ ДИАЛОГ ЧЕЛОВЕКА С МАШИНОЙ

ТБИЛИСИ
МЕЦНИЕРЕБА
1985

გურამ სოლომონის ძე რამიშვილი

ზეპირსიტყვიერი დიალოგი ადამიანსა და მანქანას შორის

დაიბეჭდა საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის
სარედაქციო-საგამომცემლო საბჭოს დადგენილებით

რეცენზენტები: აკადემიკოსი ვ. ჭიჭინაძე
ფილოლოგ. მეცნ. დოქტორი ზ. ჯაფარიძე

სბ 2655

რედაქტორი გ. ჩიკოძე
გამომცემლობის რედაქტორი ნ. გოგიბერიძე
მხატვარი ვ. ხმალაძე
მხატვრული რედაქტორი ი. სიხარულიძე
ტექნორედაქტორი ნ. ბოკერიძე
კორექტორი ე. მაისურაძე

გადაეცა წარმოებას 30.1.1985; ხელმოწერილია დასაბეჭდად 1.8.1985;
ქალაქის ზომა 60×90¹/₁₆; ქალაქი № 1; ბეჭდვა მაღალი;
გარნიტურა ვენური; პირ. საბეჭდო თაბახი 10.8; პირ. საღ.-გატ. 10.9;
სააღრიცხვო-საგამომცემლო თაბახი 9.3;

უფ 01636;

ტირაჟი 2500;

შეკვეთა № 266;

ფასი 1 მან. 35 კაპ.

გამომცემლობა „მეცნიერება“, თბილისი, 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Издательство «Мецниереба», Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19

საქ. სსრ მეცნ. აკადემიის სტამბა, თბილისი 380060, კუტუზოვის ქ., 19
Типография АН Груз. ССР, Тбилиси, 380060, ул. Кутузова, 19