

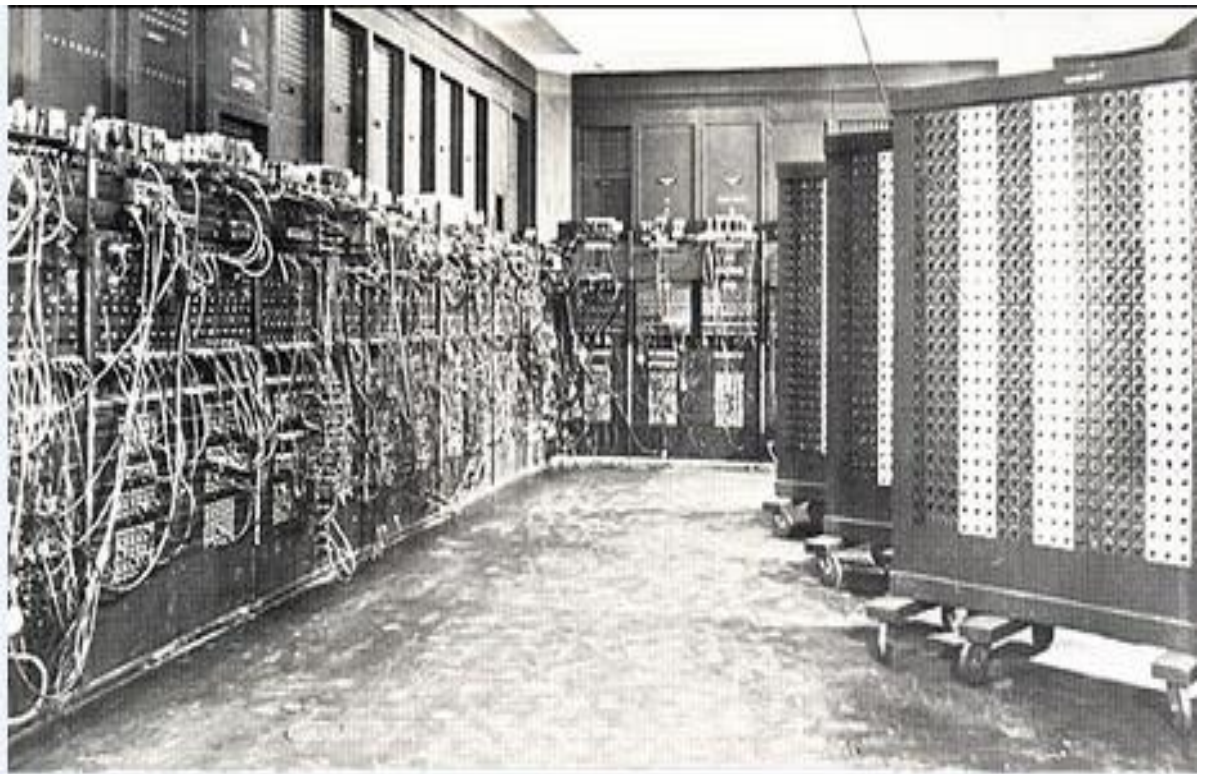


საქართველოს საპატრიარქოს წმ. ანდრია პირველწოდებულის სახელობის

ქართული უნივერსიტეტი

თ. კვიციანი

# ინფორმატიკის ისტორია



თბილისი 2018



St. Andrew the First-Called  
**GEORGIAN UNIVERSITY**  
Of the Patriarchate of Georgia

Teimuraz Kiviladze

# History of Informatics

Tbilisi 2018

ინფორმატიკის განვითარების ისტორია განხილულია რამდენიმე ასპექტში. თავდაპირველად განხილულია კომპიუტერების განვითარების ისტორია პირველი მექანიკური კომპიუტერებიდან დღევანდელ პერსონალურ და სუპერკომპიუტერებამდე. მეორე ნაწილში განხილულია კომპიუტერული ქსელების, კერძოდ ინტერნეტის შექმნისა და განვითარების ისტორია, განხილულია აგრეთვე ინტერნეტის საფუძველზე საინფორმაციო და საკომუნიკაციო სისტემების შექმნისა და განვითარების ისტორია. მესამე ნაწილში კი განხილულია საინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოყენება ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროში.

ლექციათა კურსი განკუთვნილია ინფორმატიკის სპეციალობის სტუდენტებისათვის და ინფორმატიკის საკითხებით დაინტერესებული ფართო საზოგადოებისათვის.

# სარჩევი

|  |     |
|--|-----|
| სარჩევი.....   | 4   |
| შესავალი. ძირითადი განმარტებები და ინფორმატიკის გამოყენების სფეროები ..... | 6   |
| 1. კომპიუტერების განვითარების ისტორია .....                                | 11  |
| 1.1. ნულოვანი თაობა - მექანიკური კომპიუტერები (1642-1945).....             | 11  |
| 1.2. კომპიუტერების პირველი თაობა - ელექტრონული მილაკები (1945-1955) .....  | 19  |
| 1.3. კომპიუტერების მეორე თაობა - ტრანზისტორები (1955-1965).....            | 26  |
| 1.4. კომპიუტერების მესამე თაობა - ინტეგრალური სქემები (1965-1980) .....    | 29  |
| 1.5. კომპიუტერების მეოთხე თაობა –ზედიდი ინტეგრალური სქემები (1980 – ?) ... | 32  |
| 2. ინტერნეტი და ელექტრონული ფოსტა .....                                    | 39  |
| 2.1. გლობალური კომპიუტერული ქსელი ინტერნეტი.....                           | 39  |
| 2.2. ინტერნეტში ჩართვის მიზნები .....                                      | 42  |
| 2.2.1. YouTube .....   | 42  |
| 2.2.2. Facebook.....   | 43  |
| 2.2.3. Skype .....   | 45  |
| 2.3. ინტერნეტის საძიებო სისტემები .....                                    | 46  |
| 2.4.1. ინტერნეტი საქართველოში დღეს .....                                   | 48  |
| 2.4. 2. ინტერნეტ მომხმარებელთა სტატისტიკა საქართველოში.....                | 49  |
| 3. კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარება .....                            | 54  |
| 3.1. წიგნების ბეჭდვა .....   | 54  |
| 3.2. კავშირგაბმულობის ტრადიციული და თანამედროვე საშუალებები.....           | 63  |
| 3.2.1. სიგნალიზაცია და ფოსტა.....  | 63  |
| 3.2.2. პნევმოფოსტა .....   | 69  |
| 3.2.3. ავიაფოსტა .....   | 70  |
| 3.2.4. ტელეგრაფი და ტელეფონი.....  | 71  |
| 3.2.5. რადიომაუწყებლობა .....  | 76  |
| 3.2.6. სატელევიზიო მაუწყებლობა.....  | 81  |
| 3.2.8. რადიო და ტელემაუწყებლობა საქართველოში.....                          | 88  |
| 3.3. კავშირგაბმულობის თანამედროვე საშუალებები. კავშირის ხაზები.....        | 91  |
| 3.3.1. გამტარიანი კავშირის არხები .....                                    | 91  |
| 3.3.2. ფაქსიმილური კავშირგაბმულობა.....                                    | 93  |
| 3.3.3. ოპტიკურ-ბოჭკოვანიკავშირის არხები .....                              | 93  |
| 3.3.4. უსადენო კავშირის სისტემა .....                                      | 95  |
| 3.4. ხმის ჩაწერა .....   | 102 |
| 3.4.1. ხმის მექანიკური ჩაწერა .....  | 103 |
| 3.4.2. ხმის მაგნიტური ჩაწერა.....  | 106 |
| 3.4.3. ოპტიკური დისკები.....   | 109 |
| 3.4.4. ფლემ-მეხსიერება .....   | 111 |
| 3.4.5. MP3_პლეერები.....   | 115 |
| 3.5. გამოსახულების ჩაწერა.....   | 116 |
| 3.5.1. ფოტოგრაფია და კინო.....   | 116 |
| 3.5.2. მაგნიტური ვიდეოჩაწერა.....  | 124 |

|   |            |
|---|------------|
| 3.5.3. ციფრული კინო .....   | 130        |
| 3.5.4. ჰოლოგრაფია .....   | 131        |
| 3.5.5. ვირტუალური რეალობა .....   | 133        |
| <b>3.6. საინფორმაციო ტექნოლოგიები ტრანსპორტზე .....</b>                           | <b>135</b> |
| 3.6.1. საწყალოსნო ტრანსპორტის საინფორმაციო სისტემები .....                        | 136        |
| 3.6.2. სარკინიგზო ტრანსპორტის საინფორმაციო სისტემები .....                        | 139        |
| 3.6.3. საავტომობილო ტრანსპორტის საინფორმაციო სისტემები .....                      | 141        |
| 3.6.4. თანამგზავრული სანავიგაციო სისტემა .....                                    | 145        |
| 3.6.5. ევროპული სანავიგაციო სისტემა Galileo .....                                 | 146        |
| 3.6.6. სანავიგაციო საინფორმაციო სისტემები .....                                   | 149        |
| <b>3.7. მზომელობის განვითარების ისტორია .....</b>                                 | <b>154</b> |
| 3.7.1. სასწორი .....  | 155        |
| <b>3.8. საინფორმაციო ტექნოლოგიები ადამიანის მოღვაწეობის სხვადასხვა სფეროში...</b> | <b>165</b> |
| 3.8.1. მედიცინა .....   | 165        |
| 3.9. პიროვნების იდენტიფიკაციის ისტორია .....                                      | 169        |
| <b>3.10. გამოსახულების ასახვის თანამედროვე სისტემები. ....</b>                    | <b>173</b> |
| 3.10.1. მულტიმედიური პროექტორები .....  | 174        |
| 3.10.2. თხევადკრისტალიანი LCD–მონიტორები .....                                    | 174        |
| 3.10.3. პლაზმური მონიტორები .....   | 175        |
| 3.10.4. ინტერაქტიური დაფები .....   | 175        |
| 3.10.5. საპროექციო ეკრანები .....   | 176        |
| 3.10.6. სიტუაციური ცენტრები .....   | 176        |
| 3.10.7. კოლექტიური სარგებლობის ეკრანი .....                                       | 177        |
| 3.10.8. ვიდეო–საკონფერენციო კავშირის საშუალებები .....                            | 177        |
| 3.10.9. საკონფერენციო დარბაზები .....   | 178        |
| ძირითადილიტერატურა: .....   | 179        |
| დამხმარელილიტერატურა: .....   | 179        |

## შესავალი. ძირითადი განმარტებები და ინფორმატიკის გამოყენების სფეროები

ადამიანის ცხოვრებაში დიდი მნიშვნელობა ენიჭება ინფორმაციის შეგროვებასა და გადამუშავებას. რას წარმოადგენს ინფორმაცია? ინფორმაცია ეს არის სხვადაცხვა შეტყობინებები, ცნობები, ცოდნა, რომელსაც ადამიანი იღებს გარე სამყაროდან. საზოგადოების განვითარებასთან ერთად, სულ უფრო მნიშვნელოვან როლს იკავებს ადამიანის ცხოვრებაში ინფორმაციის შეგროვება და გადამუშავება.

20-ე საუკუნის 50-იანი წლებიდან, რაც შეიქმნა პირველი ელექტრონული კომპიუტერი და დაიწყო მათი ძალიან სწრაფი განვითარება, ინფორმაციის ცნებაში ჩაიდო გაცილებით უფრო ფართო აზრი და ტერმინი ინფორმაცია გახდა პრაქტიკულად ყოვლის მომცველი. თანამედროვე გაგებით ინფორმაციის ცნება მოიცავს: მონაცემების გაცვლას ადამიანებს შორის, მონაცემების გაცვლას ადამიანებსა და ავტომატებს შორის, სიგნალების გაცვლას ფლორასა და ფაუნაში, მემკვიდრეობითი ნიშნების გადაცემას უჯრედებში და ორგანიზმებში. ინფორმაციის დაგროვება და გადამუშავება გახდა საფუძველი მეცნიერების ყველა დარგისათვის. ნივთიერებასა და ენერგიასთან ერთად ინფორმაცია გახდა ადამიანის ცხოვრების მნიშვნელოვანი ნაწილი. საზოგადოების განვითარების თანამედროვე დონეზე შრომისუნარიანი მოსახლეობის 70% დაკავებულია ინფორმაციის დაგროვებითა და გადამუშავებით.

ინფორმაციის ტერმინი ყოველთვის დაკავშირებულია რეალური სამყაროს ობიექტებთან, რომლის თვისებებსაც ის ასახავს. ინფორმაცია არ შეიძლება წარმოიქმნას არაფრისგან. ინფორმაცია შეიძლება იქნას: მიღებული, ჩაწერილი (ან დამახსოვრებული), გადაცემული, აღდგენილი ან წაშლილი. ყველაფერი ეს აკავშირებს მას რეალურ სამყაროსთან. მაგრამ, ერთი თვისებით განსხვავდება ინფორმაცია მატერიის ან ენერგიის თვისებებისაგან. ერთი ობიექტიდან მეორეს თუ გადავცემთ ნივთიერების ან ენერგიის ნაწილს, მაშინ მეორე ობიექტში მისი რაოდენობა იზრდება, ხოლო პირველ ობიექტში ზუსტად იგივე ზომით მცირდება. ამის საპირისპიროდ, როდესაც ინფორმაცია ერთი ობიექტიდან გადაეცემა მეორეს, ინფორმაციის რაოდენობა მეორე ობიექტში იზრდება, ხოლო პირველში კი მისი რაოდენობა არ მცირდება. ადამიანი თუ თავის ცოდნას მეორე ადამიანს გაუზიარებს, მაშინ მეორე ადამიანი ამ ცოდნას შეიძენს ისე, რომ პირველ ადამიანთან ეს ცოდნა ისევე დარჩება.

კომპიუტერების შექმნამ, მათმა სწრაფმა განვითარებამ და გავრცელებამ უზრუნველყო ინფორმაციის მოძიების, მიღების, დაგროვების, გადაცემის და რაც მთავარია, გადამუშავების სრულიად განსაკუთრებული შესაძლებლობები.

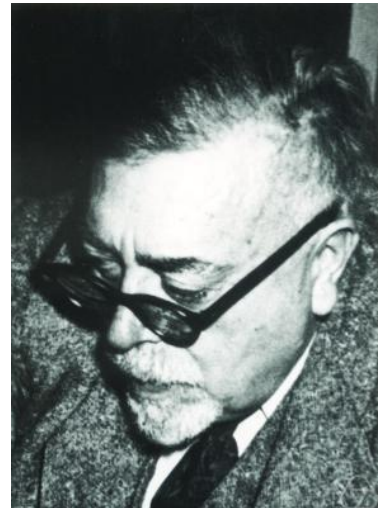
კომპიუტერი შექმნილი იქნა გამოთვლების ზესწრაფად შესასრულებლად. განვითარების შედეგად, კომპიუტერების გამოთვლით შესაძლებლობებს შემდეგ დაემატა კომუნიკაციის ყველა, მანამდე არსებული საშუალება. დღეს საზოგადოებაში კომპიუტერების გამოყენება საყოველთაოა და პრაქტიკულად შეუძლებელია ადამიანების საქმიანობის სფეროებში მოძებნოს ისეთი დარგი, სადაც კომპიუტერების გამოყენება არ ხდება.

კომპიუტერების გამოჩენის შედეგად წარმოიქმნა ინფორმატიკა - მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის ინფორმაციის ზოგად თვისებებს და კანონზომიერებებს, მისი მოძიების, შენახვისა და გადაცემის მეთოდებს, და რაც მთავარია ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროებში მის გამოყენებას. ტერმინი ინფორმატიკას წინ უსწრებდა ტერმინი კიბერნეტიკა, რომლის ფარგლებშიც ინფორმაციის გამოყენებით მიმდინარეობდა კვლევები ავტომატიზებული მართვის სისტემებში. სიტყვა კიბერნეტიკა (მომდინარეობს ბერძნული სიტყვიდან kibernetike - მართვის ხელოვნება) იყო XX საუკუნის გამოჩენილი მათემატიკოსის **ნორბერტ ვინერის** (ნახ. 1) წიგნის სათაური და შემდეგ გახდა მეცნიერების ახალი დარგის სახელი. შემდეგში თანდათანობით გაიკვია, რომ კიბერნეტიკა იყო უფრო ზოგადი მეცნიერების, ინფორმატიკის ნაწილი. ინგლისურ ენოვან ქვეყნებში მეცნიერების ამ დარგს უწოდეს გამოთვლითი მეცნიერება (Computer



Science, გამომდინარე ინგლისური სიტყვიდან compute - გამოთვლა). ფრანგულენოვან ქვეყნებში დამკვიდრდა ანალოგიური ტერმინი ინფორმატიკა (informatique). ასეთი სახელწოდებით დამკვიდრდა ჩვენთან მეცნიერების ეს დარგი. ეს ტერმინი თავის მხრივ მოიცავს: თეორიულ ინფორმატიკას (მათ შორის მათემატიკურ ლოგიკას და ინფორმაციის თეორიას), კიბერნეტიკას, დაპროგრამებას, საინფორმაციო სისტემებს, გამოთვლით ტექნიკას (კომპიუტერებს), ინფორმატიკას ბუნებასა და საზოგადოებაში, ხელოვნური ინტელექტის შექმნის პრობლემებს და ა. შ.

ინფორმაციის ნაკადი, რომელსაც ღებულობდა პირველყოფილი ადამიანი, იყო ძალიან მწირი. თანამედროვე ადამიანი ღებულობს შეუდარებლად ბევრ ინფორმაციას. ესაა ცოდნა მიღებული სხვადასხვა ადამიანებთან ურთიერთობით, წიგნებიდან, გაზეთებიდან, ჟურნალებიდან, რადიო-ტელევიზიით, რეკლამით, კინო, თეატრი, კონცერტები, ტურისტული მოგზაურობები და მრავალი სხვა.



ნახ. 1. ნორბერტ ვინერი

ადამიანური ცივილიზაციის წარმოქმნიდან დაწყებული გაჩნდა მოთხოვნილება იმისა, რომ შესაძლებელი გამხდარიყო ინფორმაციის მიწოდება ადამიანების ერთი ჯგუფისათვის ისე, რომ სხვებისათვის ეს ინფორმაცია არ გამხდარიყო ცნობილი. თავდაპირველად ინფორმაციის გადაცემისათვის იყენებდნენ მხოლოდ ხმას, მიმიკასა და ჟესტებს. იმ დროს ეს მიიღწეოდა იმით, რომ ინფორმაციის გაცვლა ხდებოდა გარეშე პირების დასწრებისგარეშე. მაგრამ, ამის მიღწევა ყოველთვის არ ხერხდებოდა. დამწერლობის შექმნის შემდეგ კი ამ პრობლემის მოგვარება გაცილებით უფრო რთული გახდა. საჭირო გახდა უკვე ინფორმაციის საიდუმლოობის დაცვა და ნამდვილობის უზრუნველყოფა. ახლა უკვე წარმოიქმნა კრიპტოგრაფია - ანუ, საიდუმლო წერა, რომელიც გულისხმობს საწყისი ტექსტის შეცვლას ისეთნაირად, რომ გარეშე პირთათვის ის გახდეს გაუგებარი.

კრიპტოგრაფია გამოიყენებოდა უკვე ძველ ეგვიპტეში, ბაბილონში, ძველ საბერძნეთსა და რომში. ჩვენამდე მოაღწია იულიუს ცეზარის შიფრმა, რომლის საშუალებითაც იგი ასიდუმლოებდა მისთვის სასურველ ტექსტებს.

ინფორმაციას გააჩნია ღირებულება, თუ იგი შეიცავს რაიმე მოულოდნელობას, მაგალითად საპრეზიდენტო არჩევნების შედეგს, ან საფეხბურთო მატჩის შედეგს. მაგალითად, შეტყობინება, რომ ძალს კუდი აქვს, ხოლო ადამიანს არა, ახალ ინფორმაციას არ შეიცავს და შესაბამისად ღირებულებაც არ აქვს.

ჩვენთვის საინტერესო მოვლენას რაც უფრო მეტი ალბათური დასასრული აქვს, მით უფრო მეტი ინფორმაციის მატარებელია იგი. ინფორმაციის ღირებულება დამოკიდებულია იმაზე, მისი მიმღეი შეძლებს თუ არა მის გამოყენებას რაიმე ამოცანის გადასაწყვეტად. მაგალითად ამინდის პროგნოზი თბილისისათვის მნიშვნელოვანია თბილისელისათვის, ხოლო ავსტრალიელისათვის ამ პროგნოზს პრაქტიკული მნიშვნელობა არა აქვს.

ისმება შეკითხვა, რა სახეობების ინფორმაცია არსებობს? აღქმის მიხედვით ინფორმაციის სახეობებია: ოპტიკური ანუ ვიზუალური, ხმოვანი ანუ აუდიო, მგრძნობელობითი (ადამიანის მგრძნობელობის 5 ორგანოს შესაბამისად). წარმოდგენის ფორმის მიხედვით ინფორმაცია შეიძლება იყოს ტექსტური, რიცხვითი, გრაფიკული ან ხმოვანი. საზოგადოებრივი მნიშვნელობით შეიძლება იყოს მასობრივი, სპეციალური (სამეცნიერო, საწარმოო ან ტექნიკური). ინფორმაცია შეიძლება იყოს პირადიც.

საინტერესო პარადოქსია, მაგრამ ინფორმაციის ერთ-ერთ სახეობას წარმოადგენს დეზინფორმაცია. დეზინფორმაცია ეს არის რაიმე მოვლენის, ან ობიექტის შესახებ დამახინჯებული ან მცდარი ინფორმაციის გავრცელება. მისი დანიშნულებაა შეცდომაში შეიყვანოს სამხედრო მოწინააღმდეგე, ან სამრეწველო ან ბიზნესში კონკურენტი. ზოგჯერ დეზინფორმაციას მიმართავენ პროპაგანდისტული მიზნებითაც, მაგალითად ფაშისტური გერმანიის პროპაგანდა.

როგორია ინფორმაციის ძირითადი თვისებები? ესენია: ობიექტურობა, სანდოობა, სისრულე, აქტუალურობა, ღირებულება (ანუ სასარგებლოება) და სივსადე (ანუ გასაგებლობა).

ინფორმაცია სჭირდება ადამიანს გარე სამყაროში ორიენტირებისათვის და თავის მოქმედებებზე კონკრეტული და დროული გადაწყვეტილებების მიღებისათვის.

ინფორმაციის შენახვის, გადაცემის და რაიმე მატერიალურ მატარებელზე (როგორებიცაა: ქაღალდი, მაგნიტური დისკი, მაგნიტური ლენტი, კომპაქტური დისკი) წარმოდგენისათვის გამოიყენება მისი კოდირება რაიმე ნიშნებით (სიმბოლოებით) ან ნიშნების ნაკრებით (ალფავიტი). კოდირების ერთ-ერთი სახეობაა დაშივრა, ანუ კოდირება იმ ენაზე, რომელიც გასაგებია მხოლოდ შეტყობინების მიმღებისათვის.

არსებობს კოდირების მრავალი ენა: სალაპარაკო, მიმიკისა და ჟესტების, ნახატებისა და ნახაზების. კოდირება გამოიყენება მეცნიერებაშიც (მათემატიკა, ფიზიკა, ქიმია და ა.შ.), ხელოვნებაშიც (მხატვრობა, მუსიკა, ქანდაკება, არქიტექტურა და ა.შ.). აგრეთვე არსებობს კოდირების სპეციალური სისტემები, მაგალითად, მორზეს ანბანი, ბრაილის შრიფტი უსინათლოთათვის, და დაპროგრამება, ანუ ტერქსტის წარმოდგენა იმ ენაზე, რომელიც გასაგებია კომპიუტერისათვის.

ინფორმაცია ყოველთვის დაკავშირებული მის რაიმე მატერიალურ მატარებელთან, რომელზეც მოხდება მისი ჩაწერა და შენახვა. კომპიუტერულ ტექნიკაში გამოიყენებულ ინფორმაციის დაგროვებისა და შენახვის არეებში (მაგნიტური დისკი, მაგნიტური ლენტი, კომპაქტური დისკი, ფლეშკა) მის ჩასაწერად გამოიყენება სიგნალები.

სიგნალი - ეს არის ინფორმაციის გადაცემის საშუალება. იგი წარმოადგენს ფიზიკურ პროცესს, რომელსაც გააჩნია ინფორმაციული მნიშვნელობა. სიგნალი შეიძლება იყოს უწყვეტი (ანალოგური) ან დისკრეტული (იმპულსური). ინფორმაციის გადასაცემად ყველაზე მისაღები სიგნალებია, რომლებიც გადაიცემა ელექტრონული ფორმით (ელექტრომაგნიტური ტალღები). მათი გადაცემისათვის საჭირო არაა მოძრავი მექანიკური მოწყობილობები, რომლებიც გარდა იმისა, რომ ნელია, მათ ასევე გააჩნიათ მუშაობის დაბალი საიმედოება ელექტრონულ მოწყობილობებთან შედარებით. ელექტრული სიგნალების გავრცელება კი ხდება სინათლის სისწრაფით. გარდა ამისა, ელექტრული სიგნალების დამუშავება და გარდაქმნა ხდება ასეთივე სწრაფი ელექტრონული მოწყობილობების საშუალებით.

ინფორმაციის მიღების, შენახვის, დიდ მანძილზე გადაცემის, გარდაქმნისა და წარმოდგენის პროცესებს უწოდებენ **საინფორმაციო პროცესებს**.

რა არის ინფორმაციული ტექნოლოგია? **ინფორმაციული ტექნოლოგია** ეს არის მეთოდებისა და ხერხების სისტემა, რომლის საშუალებითაც ხდება ინფორმაციული პროცესების განხორციელება. ხშირად ინფორმაციულ ტექნოლოგიებში მოიაზრება ინფორმაციული პროცესების განხორციელებისათვის საჭირო აპარატული და პროგრამული საშუალებები. ადამიანს ყოველთვის ჰქონდა მოთხოვნილება გარშემომყოფებთან მოეხდინა ინფორმაციის გაცვლა. ამ გაცვლის ყველაზე პირველი საშუალება იყო ჟესტები და მიმიკა, ხოლო შემდეგ კი შეიქმნა ენა და მეტყველება. ინფორმაციის გავრცელების შემდეგი ეტაპებია წიგნების ბეჭდვის გამოგონება, ფოსტა, ტელეგრაფი, ტელეფონი, რადიო, ტელევიზია, კოსმოსური კავშირი, და ბოლოს, კომპიუტერები, ინტერნეტი და ელექტრონული ფოსტა.

ინფორმაციული ტექნოლოგიების დაყოფა შეიძლება მოვახდინოთ პრინციპით კომპიუტერების გამოგონებამდე და კომპიუტერების გამოგონების შემდეგ. კომპიუტერების გამოგონებით ინფორმაციულ ტექნოლოგიებში იწყება ახალი ერა, ციფრული ტექნოლოგიები.

ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენების სფეროებს წარმოადგენს ისეთი სფეროები, როგორებიცაა: კავშირგაბმულობა, გართობა, ადმინისტრაციული მართვა, საწარმოო პროცესების მართვა, მეცნიერება, კომერცია, სამომხმარებლო ელექტრონიკა და კიდევ მრავალი სხვა.

თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგიების თავისებურებას წარმოადგენს ის, რომ მათში შრომის საგანსა და შედეგს წარმოადგენს ინფორმაცია, ხოლო შრომის იარაღს კი წარმოადგენს კომპიუტერები და კავშირგაბმულობის საშუალებები.

ადამიანის არსებობა განისაზღვრება სივრცეში და დროში. სივრცეში გადაადგილება მას შეუძლია, დროში გადაადგილება კი არა, არც უკან და არც წინ.



ინფორმაციული ტექნოლოგიების გამოყენებით ადამიანს შეუძლია მიიღოს მონაცემები არა მარტო სივრცის მოცემულ არეში და დროში, არამედ სხვა არეში და წარსულ დროში. სივრცის სხვა ადგილებიდან ინფორმაციის მიღება უზრუნველყოფს კავშირგაბმულობის საშუალებები. წარსული დროიდან კი ინფორმაციის მიღება შესაძლებელია ინფორმაციის ფიზიკური მატარებლებიდან - ქვა, პაპირუსი, წიგნი, ფოტოგრაფია, გრამფირფიტა, კინოფირი, კომპიუტერების შემთხვევაში კი მასში გამოყენებული მეხსიერების მოწყობილობებიდან, რომლებშიც ხდება ინფორმაციის წინასწარ შეტანა და დამახსოვრება, მომავალში გამოყენების მიზნით.

არსებობს ინფორმაციის მიღების ორი ხერხი: **სიქრონული** და **ასინქრონული**.

სინქრონული ხერხის შემთხვევაში, ინფორმაციის მიმღები უნდა იყოს უშუალოდ პროცესის მონაწილე - ესწრებოდეს საუბარს, იყოს რადიომსმენელი. ინფორმაციის მისაღებად მიმღებმა უნდა მოახდინოს გადაცემასთან დროში სინქრონიზაცია.

დამწერლობის გამოგონების შემდეგ ადამიანი ყოველთვის ცდილობდა მოეპოვებინა და „დაეკონსერვებინა ინფორმაცია“ იმ მოვლენების შესახებ, რომლებსაც ის პირადად არ ესწრებოდა, მაგრამ ჰქონდა სურვილი ეს ცნობები შემოენახა მომავლისათვის, შემდეგი გამოყენებისათვის. ეს წარმოადგენს ინფორმაციის მიღების ასინქრონულ ხერხს. წიგნი, მაგნიტოფონი, ავტომოპასუხე, კომპიუტერებში გამოყენებული მეხსიერების მოწყობილობები უზრუნველყოფენ ინფორმაციის ასინქრონულ გაცვლას. მათი საშუალებით ინფორმაციის მიღება შესაძლებელია ნებისმიერ დროს, და არა მხოლოდ მისი გადაცემის დროს.

ინფორმაციული ტექნოლოგიების დაყოფა შესაძლებელია კიდევ **ანალოგურ** და **ციფრულ** ტექნოლოგიებად.

ანალოგური ტექნოლოგიები დაფუძნებულია ინფორმაციის რაიმე უწყვეტი (ანალოგური) ფიზიკური სიგნალების სახით წარმოდგენაზე, მაგალითად, ძაბვის ან დენის ძალის სახით, რომელთა მნიშვნელობებიც წარმოადგენენ ინფორმაციის მატარებლებს.

დისკრეტული ტექნოლოგიები (ლათინური სიტყვიდან *discretus* - დანაწილებული, წყვეტილი) დაფუძნებულია ინფორმაციის რიცხვების (როგორც წესი თვლის ორობით სისტემაში) სახით წარმოდგენაზე. ინფორმაციის მატარებელი თვითონ რიცხვებია. რიცხვების წარმოდგენისათვის გამოიყენება ფიზიკური სიდიდეები, რომელთაც გააჩნიათ ორი მდგრადი მდგომარეობა (ჩართული/გამორთული, არის ძაბვა/არაა ძაბვა, დამაგნიტებულია/არაა დამაგნიტებული). ეს უზრუნველყოფს ციფრული სიგნალის წარმოდგენის სიმარტივეს: არის ელექტრული: იმპულსი - 1, არ არის ელექტრული იმპულსი - 0. ანალოგურ სიგნალებთან შედარებით, ციფრული სიგნალების წარმოდგენის სიმარტივე უზრუნველყოფს მათ შეუდარებლად უფრო მაღალ საიმედოებასა და დაცულობას, მათ შორის კავშირის არხებში გადაცემის დროსაც.

ინფორმაციის ციფრული ფორმით წარმოდგენის დროს მისი სიზუსტე დამოკიდებულია რიცხვებში თანრიგების რაოდენობაზე. ამ თანრიგების რაოდენობის გაზრდით შესაძლებელია უზრუნველყოფილი იქნას გამოთვლების ჩატარება ნებისმიერი წინასწარ მოცემული სიზუსტით. ამაში მდგომარეობს სწორედ ციფრული გამომთვლელი მოწყობილობების უპირატესობა ანალოგურ გამომთვლელ მოწყობილობებთან შედარებით. თანამედროვე პერსონალურ კომპიუტერებში მოქმედებები სრულდება 64-თანრიგის ორობით რიცხვებზე.

რადიოტექნიკისა და და გამოთვლითი ტექნიკის სწრაფ განვითარებაში დიდი წვლილი შეიტანა ორმა გამოგონებამ. ესენი იყო - ვაკუუმური ელექტრონული მილაკები (1905-1907 წ.წ.) ნახევარგამტარული ტრანზისტორები (1948 წ.). ელექტრონული მილაკების გამოგონების შედეგად ჩამოყალიბდა ვაკუუმური ელექტრონიკის მოწყობილობების ტექნოლოგია. ამით საფუძველი ჩაეყარა ელექტრონული მრეწველობის ჩამოყალიბებას. ნახევარგამტარული ტრანზისტორის გამოგონებამ კი გამოიწვია მიკროელექტრონიკის სწრაფი განვითარება, რის შედეგადაც ელექტრონული მილაკები ჩანაცვლებული იქნა ნახევარგამტარული ელემენტებით.

მოხდა კიდევ ორი მნიშვნელოვანი აღმოჩენა, რომლებმაც დასაბამი მისცა თანამედროვე პოტრატული მოწყობილობების შექმნას. ეს აღმოჩენები იყო: თხევადკრისტალიანი მონიტორების და შუქმგრძობიარე მოწყობილობების შექმნა. ამის შედეგად შეიქმნა ციფრული მაჯის

საათები, მობილური ტელეფონები, ციფრული ფოტო- და ვიდეოკამერები, ნოუტბუკები, ჯიბის კომპიუტერები და მრავალი სხვა.

კომპიუტერების საშუალებით ინფორმაციის გადამუშავების დაწყების შემდეგ დაიწყო ახალი ერა ინფორმაციულ ტექნოლოგიებში. მოხდა კომპიუტერების დანერგვა ადამიანის საქმიანობის პრაქტიკულად ყველა სფეროში და დაინერგა ტერმინი „ინფორმაციული ტექნოლოგიები“, თუმცა კი თვით ინფორმაციული ტექნოლოგიები გამოიყენებოდა უხსოვარი დროიდან. პერსონალური კომპიუტერების გამოგონების შემდეგ კი მომხმარებელს კომპიუტერთან ურთიერთობისათვის აღარ სჭირდებოდა პროგრამისტები, უკვე გამოიყენებოდა წინასწარ შედგენილი პროგრამები.

გამოთვლითი ტექნიკისა და პროგრამული პროდუქციის მწარმოებელი კომპანიები ვითარდებოდნენ ყველაზე სწრაფი ტემპით. მკვეთრად გაიზარდა მოთხოვნილება პროგრამისტებზე და ეს მოთხოვნილება იზრდება ყოველწლიურად საშუალოდ 10%-ით.

ინფორმაციული ტექნოლოგიების სრულყოფის ტემპი რამდენჯერმე აღემატება ენერგოტევადი ტექნოლოგიების განვითარების ტემპს. პერსონალური კომპიუტერების პროცესორების საშუაო სიხშირე გაიზარდა 1000-ჯერ, პირველი ხისტი დისკის (ვინჩესტერი) მოცულობა იყო 20 მეგაბაიტი, თანამედროვე ვინჩესტერების მოცულობა კი წარმოადგენს 1 ტერაბაიტს. სულ უფრო სწრაფად ინერგებოდა ახალი საინფორმაციო ტექნოლოგიები. ამის შედეგი იყო მსოფლიო საინფორმაციო ქსელის, ინტერნეტის შექმნა, რომელიც დღეს ეკონომიკის ყველაზე სწრაფად მზარდი დარგია.

ფილოსოფოს ფრენსის ბეკონს ეკუთვნის გამოთქმა: „ვინც ფლობს ინფორმაციას, ფლობს სამყაროს“. ჩვენს დროში ეს გამოთქმა მართლაც აქტუალურია. დღეს, ცოდნის მოცულობა ყოველ 5 წელში ორმაგდება. ჩვენს დროში ინფორმაცია და ცოდნა წარმოადგენს ეკონომიკური და სოციოლოგიური პროგრესის საფუძველს.

ნავთობის, გაზის, ქვანახშირის და სხვა მადნების მარაგი დედამიწაზე უსასრულო არაა, ხოლო ინფორმაციის მოძიების, მიღების და გადამუშავების შედეგად ახალი ცოდნის მიღების პროცესი ამოუწურავია. ინფორმაციისა და ცოდნის ბუნება ისეთია, რომ ყოველი დაკმაყოფილებული მოთხოვნილება, მაშინვე წარმოქმნის მრავალ ახალ მოთხოვნილებას.

# 1. კომპიუტერების განვითარების ისტორია

კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარებას დიდი ხნის ისტორია არ აქვს, მაგრამ ამ მცირე დროში (დაახლოებით 70 წელი) შეიქმნა ასეულობით განსხვავებული არქიტექტურის კომპიუტერი. მათგან უმრავლესობა უკვე დავიწყებულია, მაგრამ თავის დროზე თითოეულმა მათგანმა მოახდინა გავლენა თანამედროვე იდეებისა და არქიტექტურის ჩამოყალიბებაზე. მთელი ამ ხნის განმავლობაში კომპიუტერების განვითარება შეიძლება დაიყოს ოთხ თაობად. მათ საფუძვლად უდევს ელემენტური ბაზის ტექნოლოგია, რომელიც მთლიანად განსაზღვრავს ამ თაობის კომპიუტერების არქიტექტურასა და შესაძლებლობებს. ტერმინი „კომპიუტერების თაობის“ წარმოქმნა შეიძლება მივაკუთვნოთ 1964 წელს, როდესაც IBM ფირმამ გამოუშვა კომპიუტერების სერია IBM 360 და უწოდა მას მესამე თაობის კომპიუტერები. განვიხილოთ კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარების ისტორიის ძირითადი მომენტები.

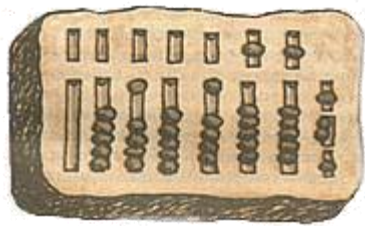
## 1.1. ნულოვანი თაობა - მექანიკური კომპიუტერები (1642-1945)

აღამიანებს უხსოვარი დრიდან სჭირდებოდათ ანგარიში და ძალიან დიდი ხნის წინ დაიწყეს გამოთვლითი პროცესების გამარტივებაზე ზრუნვა. შეიქმნა სხვადასხვა მოწყობილობა გამოთვლების გასამარტივებლად. ამის ნათელ მაგალითად შეიძლება მოვიყვანოთ პირველი სათვლელი მოწყობილობა აბაკი (ნახ. 1.1.1.), რომელიც შეიქმნა ბაბილონში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 3000 წლით ადრე. მარტივი კონსტრუქციის აბაკი წარმოადგენს სპეციალური კონსტრუქციის დაფას, რომელზეც სპეციალური ჯოხით დაიტანდნენ რამდენიმე ვერტიკალურ ხაზს და მიღებულ სვეტებში დაალაგებდნენ შესაბამისად იმდენ საგანს, რამდენ ერთეულს, ათეულს ასეულს და ა.ს. შეიცავდა მოცემული რიცხვი. აბაკაზე ადვილი იყო შეკრებისა და გამოკლების ოპერაციები. გამრავლებისა და გაყოფის ოპერაციები



ნახ. 1.1.1. აბაკი

უფრო რთულად სრულდებოდა.



ნახ. 1.1. 2. სუანპანი

ჩინეთში უძველესი დროიდან გამოიყენებოდა სათვლელი მოწყობილობა სუანპანი (ნახ. 1.1.2), აბაკის ნაირსახეობაა. ის ჩვენი წელთაღრიცხვის VI საუკუნით თარიღდება. ამ მოწყობილობის უფრო გათანამედროვეებული ნაირსახეობა სავარაუდოდ XII საუკუნეში შეიქმნა. „სუანპანი“ წარმოადგენს მართკუთხა ჩარჩოს, რომელშიც პარალელურად დაჭიმულია ცხრა ან მეტი სიმი, მათი მიმართულების პერპენდიკულარულად „სუანპანი“ გაყოფილია ორ არათანაბარ ნაწილად. უფრო დიდ ნაწილში (მას „მიწას“ უწოდებდნენ) თვითოეულ სიმზე აკინძული იყო ხუთი ბურთულა, მცირე ნაწილში კი („ცაში“) თითო სიმზე - ორი. სიმები შეესაბამებოდნენ რიცხვთა ათეულს.

იაპონიაში სარგებლობდნენ საანგარიშოთი, რომელსაც „სორობანს“ უწოდებდნენ. ის წარმოადგენს ჩინური „სუანპანის“ სახეობას და ქვეყანაში შემოიტანეს XV-XVI საუკუნეებში. თავისი ჩინური წინამორბედისაგან „სორობანი“ განსხვავდება იმით, რომ ზედანა წილში („ცაში“) მას ბურთულების რაოდენობა ერთით ნაკლები გააჩნია. დანარჩენში ის სრულად იმეორებს ჩინურ პროტოტიპს.

შემდეგი ნიმუშია ხისგან დამზადებულ ჩარჩოზე ჰორიზონტალურად, ათეული წყობის პრინციპით, განლაგებული ხის ან ძვლის კოჭებიანი საანგარიშო, რომელიც XVI საუკუნიდან იხმარებოდა ევროპის სხვადასხვა ქვეყნებში. საანგარიშოს ეს სახეობა ალბათ ყველასათვის

ცნობილია. დღესაც ხმარობენ მას ძველი თაობის ბუნებრივი და გამყიდველები, აგრეთვე პარკებში და სკვერებში დომინოს თამაშის მოყვარულები.

კომპიუტერების განვითარების მექანიკური ერა ანუ ნულოვანი თაობა დაკავშირებული იყო თავდაპირველად მექანიკური, ხოლო შემდეგ კი ელექტრო მექანიკური მოწყობილობების გამოყენებასთან. მექანიკური მოწყობილობების მთავარი ელემენტი იყო კბილანებიანი ბორბალი. XXსაუკუნის დასაწყისიდან კი ბაზური ელემენტის როლი თანდათან გადავიდა ელექტრო მექანიკურ რელეზე. მიუხედავად იმისა, რომ მექანიკურ ერაში აიგო სხვადასხვა სახეობის გამომთვლელი მოწყობილობები, მაინც ძნელია რომელიმე მათგანს ვუწოდოთ კომპიუტერი დღევანდელი გაგებით.

თვალი გადავავლოთ „მექანიკური ერის“ ძირითადი მოვლენების ქრონოლოგიას.

**1492წელი.** ლეონარდო და ვინჩის (ნახ. 1.1.3) თავის ერთ-ერთ დღიურში მოყვანილი აქვს ცამეტათანრიგიანი ათობითი ამჯამავი მოწყობილობის ნახატი. ძირითად ელემენტს წარმოადგენს კბილანებიანი ბორბალი. ამ მოწყობილობის ესკიზი აღმოჩენილი იქნა 1967 წელს მადრიდის ნაციონალურ ბიბლიოთეკაში, ლეონარდო და ვინჩის გამოუქვეყნებელ ხელნაწერებში. ფირმა IBM-მა სარეკლამო მიზნით ამ ესკიზების მიხედვით შექმნა მოწყობილობა, რომელმაც თავისი ფუნქციები შეასრულა.



ნახ.1.1.3. ლეონარდო და ვინჩი (1452–1519)



ნახ. 2.1.5. ვილჰელმ შიკარდი

**1612წელი.** ცნობილმა შოტლანდიელმა მათემატიკოსმა ჯონ ნეპერმა (ნახ. 1.1.4) გამოიგონა ე.წ. „ნეპერის ჩხირები“, რომლებმაც საგრძნობლად გაამარტივა გამოთვლების პროცესი. „ჩხირები“ იყო მოძრავი, რის გამოც ისინი მოსახერხებელი იყვნენ რიცხვების გამრავლებისათვის. ჯონ ნეპერს ეკუთვნის ასევე შესანიშნავი გამოგონება, რომელმაც შეასრულა მნიშვნელოვანი როლი



ნახ. 2.1.4. ჯონ ნეპერი 1550–1617

არა მარტო გამოთვლითი პროცესის გამარტივებაში, არამედ საერთოდ მათემატიკის განვითარებაში. ეს იყო ლოგარითმების გამოგონება. ლოგარითმების საშუალებით შესაძლებელი გახდა გამრავლების პროცესის შეკრების პროცესამდე დაყვანა, ხოლო გაყოფის პროცესისა კი გამოკლების პროცესამდე დაყვანა. რ. ბისსაკარმა 1654 წელს და მისგან დამოუკიდებლად ს. პარტრიჯმა შექმნეს მართკუთხა ფორმის **ლოგარითმული სახაზავი**, რომელზეცმარტივად შეიძლებოდა სხვადასხვა გამოთვლების ჩატარება. ლოგარითმულმა სახაზავმა დიდი სამსახური გაუწია მრავალი თაობის ინჟინრებსა და მეცნიერებს.

**1623 წელი.** ვილჰელმ შიკარდი (Wilhelm Schickard, 1592-1635) ტიუბინგენის უნივერსიტეტის პროფესორი (ნახ. 1.1.5.). კბილანებიანი ბორბლის საფუძველზე დაამუშავა მოწყობილობა („მთვლელი საათი“) ექვსათანრიგიანი ათობითი რიცხვების შეკრებისა და გამოკლებისათვის.. აგებული იყო თუ არა ეს მოწყობილობა გამომგონებლის სიცოცხლის დროს სარწმუნოდ ცნობილი არ არის. უფრო მეტიც, ძალიან დიდი ხნის განმავლობაში ამ მოწყობილობის შესახებ არც იცოდნენ. ამ ნაშრომს 1957 წელს მიაკვლია კეპლერის სამეცნიერო ცენტრის დირექტორმა ფრანც



ჰამერმა. 1960 წელს არსებული აღწერის საფუძველზე ასეთი მოწყობილობა შეიქმნა და მან სავსებით გაართვა თავი დაკისრებულ ფუნქციებს.

**1642წელი.** ბლუზ პასკალი (ნახ. 1.1.6) (Blaise Pascal, 1623-1663). მან 19 წლის ასაკში შექმნა მექანიკური სათვლელი მოწყობილობა „პასკალინი“. ეს იყო პირველი რეალურად შექმნილი ციფრული გამომთვლელი მოწყობილობა, რომელზეც შესაძლებელი იყო ხუთთანრიგის ათობითი რიცხვების შეკრება და გამოკლება. მან დაამუშავა ათზე მეტი ასეთი გამომთვლელი მოწყობილობა და მათგან უკანასკნელებზე შესაძლებელი იყო უკვე მოქმედებების შესრულება რვათანრიგის ათობით რიცხვებზე, პასკალის სათვლელი მოწყობილობა დაფუძნებული იყო თვკის ათობით სისტემაზე. ყოველი ათობითი თანრიგი წარმოადგინებოდა ბორბალს 10 კბილანით, რომლებზეც დატანილი იყო ციფრები 0-დან 9-მდე.



ნახ. 1.1.6. ბლუზ პასკალი

ციფრულ გამოთვლით ტექნიკაში საბოლოოდ გაიმარჯვა არა თვლის ათობითმა, არამედ ორობითმა სისტემამ. ამის ძირითადი მიზეზი მდგომარეობდა იმაში, რომ ბუნებაში გვხვდება ძალიან ბევრი ისეთი მოვლენა, რომლებსაც გააჩნიათ ორი მდგრადი მდგომარეობა, მაგალითად, „ღიაა/დაკეტილია“. „ჩართულია/გამორთულია“, „მაბვარის/მაბვარ არ არის“, „გამოთქმა ჭეშმარიტია/გამოთქმა მცდარია“ და ა.შ. ბუნებაში კი მოვლენები, რომელთაც გააჩნიათ 10 მდგრადი მდგომარეობა, არ არსებობენ. მაშინ, რატომ არის თვლის ათობითი სისტემა ასე საყოველთაოდ გავრცელებული? იმიტომ, რომ ადამიანს ორ ხელზე აქვს 10 თითი და ძალიან ადვილია მათი გამოყენება ზეპირი თვლისათვის. ელექტრონულ გამოთვლით ტექნიკაში კი გაცილებით ადვილია თვლის ორობითი სისტემის გამოყენება, რომელშიც არსებობს ელემენტების

მხოლოდ ორი მდგრადი მდგომარეობა. თანამედროვე კომპიუტერებში თვლის ორობითი სისტემა გამოიყენება არა მარტო რიცხვების ჩასაწერად, რომლებზეც მოქმედებები უნდა შესრულდეს, არამედ ამ სისტემაში ჩაიწერება თვითონ მანქანური ბრძანებებიც და შესაბამისად მთელი პროგრამებიც. კომპიუტერებში ყველა ბრძანება და მთელი გამოთვლები დაყვანილია ორობით რიცხვებზე მარტივ არითმეტიკულ მოქმედებებამდე.

გამოჩენილი გერმანელი მათემატიკოსი **გოტფრიდ ვილჰელმ ლაიბნიცი** (Gottfried Wilhelm Leibniz, 1646- 1716) (ნახ. 1.1.7) ერთ-ერთი პირველი დაინტერესდა თვლის ორობითი სისტემით. 1666 წელს 20 წლის ასაკში გამოაქვეყნა ნაშრომი „კომბინატორიკის ხელოვნებაზე“, რომელშიც მან შეიმუშავა ზოგადი მეთოდი, რომელიც იძლეოდა ნებისმიერი აზრის ზუსტი ფორმალიზებული გამოთქმების სახით ჩაწერის საშუალებას. ამის საშუალებით შესაძლებელი გახდა ლოგიკის (ლაიბნიცი უწოდებდა აზროვნების კანონს) სიტყვების სამყაროდან მათემატიკის სამყაროში გადატანა. ამგვარად ლეიბნიცი არის ფორმალიზებული ლოგიკის დამფუძნებელი. იგი შეისწავლიდა თვლის ორობით სისტემას. თვლის სისტემის ციფრებს მან შესძინა მისტიკური აზრი: ციფრი 1 მისთვის ასოცირდებოდა ღმერთთან, ხოლო 0 კი სიცარიელესთან. მისი აზრით ამ ორი ციფრიდან წარმოიქმნა ყველაფერი. ლაიბნიცმა პირველმა გამოთქვა მოსაზრება, რომ თვლის ორობითი სისტემა შეიძლება გახდეს უნივერსალური ლოგიკის ენად.



ნახ. 1.1.7. გოტფრიდ ვილჰელმ ლაიბნიცი

ლაიბნიცი ოცნებობდა შეექმნა „უნივერსალური მეცნიერება“. მას უნდოდა გამოეყო მარტივი ცნებები, რომელთა საშუალებითაც გარკვეული წესების გამოყენებით შესაძლებელი იქნებოდა ნებისმიერი სირთუ-

ლის ცნებების ფორმულირება. აგრეთვე ოცნებობდა შეექმნა უნივერსალური ენა, რომელზეც შესაძლებელი იქნებოდა ნებისმიერი აზრის ჩაწერა მათემატიკური ფორმულების სახით. და კიდევ, ის ფიქრობდა მანქანაზე, რომელსაც შეეძლებოდა თეორემების და აქსიომების გამოყვანა.

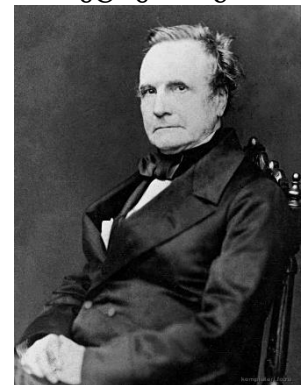
**1673 წელი.** გოტფრიდ ვილჰელმ ლაიბნიცმა შექმნა „ბიჯური გამომთვლელი“ მოწყობილობა. ეს იყო ათობითი მოწყობილობა, რომელზეც შესაძლებელი იყო ოთხივე არითმეტიკული მოქმედების შესრულება 12–თანრიგიან ათობით რიცხვებზე. გამრავლების შედეგის წარმოდგენა შესაძლებელი იყო 16 თანრიგით. მოწყობილობაში კბილანებიანი ბორბლის გარდა გამოყენებული იყო კიდევ ახალი ელემენტი – საფეხურებიანი ღერძი. ეს ფაქტობრივად იყო პირველი არითმომეტრი. შემდგომში მისი კონსტრუქცია თანდათანობით დაიხვეწა და XIX – XX საუკუნეებში აქტიურად გამოიყენებოდა. ამ მოწყობილობაზე ყოველი ცალკეული ოპერაციის შესასრულებლად საჭირო იყო კლავიატურაზე მონაცემების ხელით აკრეფა, შემდეგ საჭირო იყო ღერძის ხელით დატრიალებით მექანიზმის მოძრაობაში მოყვანა და მიიღებოდა შედეგი.

**1786წელი.** გერმანელმა სამხედრო ინჟინერმა **იოჰან მიულერმა** (Johann Mueller, 1746-1830) წამოაყენა „სხვაობიანი მანქანის“ იდეა. ეს იყო სპეციალიზირებული კალკულატორი ლოგარითმების ტაბულირებისათვის, რომელთა გამოთვლაც ხდებოდა სხვაობიანი მეთოდით. კალკულატორში გამოყენებული იყო ლაიბნიცის საფეხურებიანი ღერძი. კალკულატორი გამოვიდა საკმაოდ მცირე ზომის, მაგრამ შეეძლო ოთხივე არითმეტიკული მოქმედების შესრულება 14–თანრიგიან ათობით რიცხვებზე.

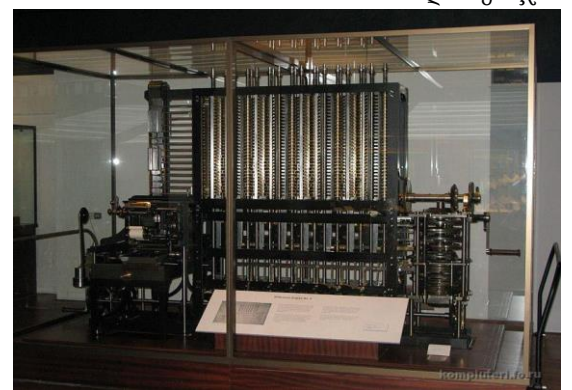
**1801 წელი.** **ჟოზეფ მარია ჟაკარდმა** (Joseph – Marie Jacquard, 1752-181834) ააგო პირველი საქსოვი მანქანა დიდ ფიგურებიანი ქსოვილების მოსაქსოვად. ფიგურების ქსოვა იმართებოდა პროგრამულად. პროგრამის ბრძანებები დატანილი იყო პერფორატორზე (მუყაოს ბარათებზე). პერფორატორზე ინფორმაცია ფიგურების შესახებ დატანილი იყო ნახვრეტების (პერფორაცია) სახით. მანქანის მუშაობის დროს ამ პერფორატორზე ხდებოდა ნახვრეტების მოსინჯვა და მანქანას ფიგურები გამოჰყავდა ამ ნახვრეტების შესაბამისად. ჟაკარის მანქანა იყო პროგრამულად მართვადი დაზგების წინამორბედი, რომლებიც მხოლოდ XX საუკუნეში შეიქმნა.

**1820 წელი.** **თომა დე კოლმარმა** შექმნა პირველი კომერციული არითმომეტრი, რომელსაც შეკრებისა და გამოკლების გარდა შეეძლო კიდევ გამრავლებისა და გაყოფის ოპერაციების შესარულება. XIX საუკუნიდან იწყება რთული გამოთვლებისათვის არითმომეტრების გამოყენება.

**1832 წელი.** ასპარეზზე გამოჩნდა ინგლისელი მათემატიკოსი, კემბრიჯის უნივერსიტეტის პროფესორი **ჩარლზ ბებიჯი** (Charles Babbage, 1791-1871) (ნახ. 1.1.8.). მან ჯერ შექმნა სხვაობიანი მანქანის სეგმენტი, რომელსაც პასკალის მანქანის მსგავსად შეეძლო რიცხვების მხოლოდ შეკრება და გამოკლება, იმართებოდა პროგრამულად, ადამიანის ჩარევის გარეშე. ამ მანქანას უკვე ჰქონდა გამოკვეთილი გამოყენების არე, ამუშავებდა ცხრილურ მონაცემებს საზღვაო ნავიგაციისათვის. მანქანაში გამოიყენებოდა მხოლოდ ერთი ალგორითმი. მიუხედავად იმისა, რომ ეს მანქანა მუშაობდა საკმაოდ კარგად, ბებიჯმა განიზრახა მისი გაუმჯობესება და 1836 წელს შექმნა **ანალიტიკური მანქანის** პროექტი (ნახ. 1.1.9). ეს უკვე გაცილებით სერიოზული მანქანა იყო. მას გააჩნდა 4 კომპონენტი: დამმახსოვრებელი მოწყობილობა (ბებიჯის ტერმინით „საწყობი“), გამოთვლითი მოწყობილობა, შეტანის მოწყობილობა (პერფორატორის წასაკითხად) და გამოტანის მოწყობილობა (პერფორატორი და საბეჭდი მოწყობილობა). მეხსიერება მოიცავდა 50 ათობით-თანრიგიან 100 სიტყვას, რომლებშიც შეიძლებოდა როგორც ცვლადების, ასევე შედეგების შენახვა. გამომთვლელი მოწყობილობა (ასრულებდა ოთხივე



ნახ. 1.1.8. ჩარლზ ბებიჯი



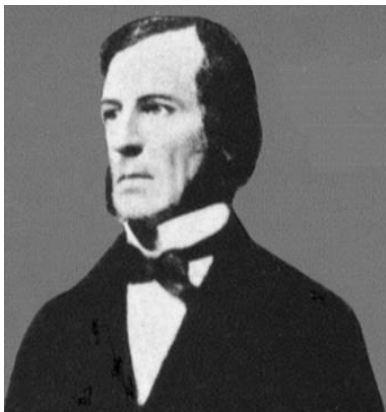
ნახ. 1.1.9. ჩარლზ ბებიჯის ანალიტიკური მანქანა



არითმეტიკულ მოქმედებას) ოპერანდებს იღებდა მეხსიერებიდან და შედეგებსაც მეხსიერებაში აბრუნებდა. გარდა ამისა, გამოიყენებოდა ორი აკუმულატორი შუალედური მონაცემების შენახვისათვის. ეს მანქანაც იყო მექანიკური გამომთვლელი მანქანა და მოქმედებაში მოჰყავდა ორთქლის მანქანას. ამ მანქანის ღირებულებას წარმოადგენდა ის, რომ მას შეეძლო სხვადასხვა ამოცანების სესრულება. ბრძანებებს კითხულობდა პერფორატებიდან. ზოგიერთი ბრძანების მიხედვით მეხსიერებიდან იღებდა ორ ოპერანდს, ასრულებდა მოქმედებას და შედეგს აბრუნებდა ისევ მეხსიერებაში. ზოგიერთი ბრძანების მიხედვით კი ამოწმებდა რომელიმე რიცხვს და ახორციელებდა სხვადასხვა გადასვლას რიცხვის ნიშნის მიხედვით. ბებიჯის პროექტში კიდევ ჩადებული იყო იდეა, რომელიც შეიძლება ჩაითვალოს მიკროპროგრამირების წინამორბედად. ამისათვის გამოიყენებოდა ნახვრეტებიანი ცილინდრი, რომელშიც ხდებოდა მეტალის ღერძის პოზიციონირება. ავტორის შეფასებით შეკრების ოპერაციასრულებოდა 3 წმ-ში. ხოლო გამრავლებისა და გაყოფის ოპერაციები კი 2–4 წთ-ში. რადგანაც საჭირო იყო ანალიტიკური მანქანის დაპროგრამება, ამ პროგრამული უზრუნველყოფის შესაქმნელად ბებიჯმა თანამშრომლად აიყვანა ახალგაზრდა ქალი ადა ლოველისი (ნახ. 1.1.10) – ინგლისელი პოეტის ჯორჯ ბაირონის ქალიშვილი. ადა ლოველისი იყო მსოფლიოში პირველი პროგრამისტი და მის პატივსაცემად დაპროგრამების ერთ-ერთ ენას დაერქვა მისი სახელი **Ada**.



ნახ. 1.1.10. ადა ლოველისი  
1815–1852



ნახ. 1.1.11. ჯორჯ ბული  
1815–1864

**ჯორჯ ბული** (1815-1864) (ნახ. 1.1.11) - ინგლისელი მათემატიკოსი და ლოგიკოსი, მათემატიკური ლოგიკის ერთერთი დამფუძნებელი. შექმნა ლოგიკის ალგებრა (შრომებში „ლოგიკის მათემატიკური ანალიზი“ (1847 წ.) და „აზროვნების კანონების კვლევა“ (1854 წ.)).

ლოგიკის ალგებრაში განხილვის საგანია გამოთქმები, ანუ მებისმიერი მტკიცებულება, რომლის შესახებაც შეიძლება ითქვას, რომ ის ჭეშმარიტია ან მცდარია: გორი - ქალაქი საქართველოში; კარტოფილი - სათამაშო. პირველი გამონათქვამი ჭეშმარიტია, ხოლო მეორე კი მცდარი.

რთული გამონათქვამები მიიღება მარტივი გამონათქვამების საფუძველზე, რისთვისაც გამოიყენება კავშირები: **და, ან, თუ**

... **მაშინ**, უარყოფა **არა**. რთული გამონათქვამებიც შეიძლება იყოს ჭეშმარიტი ან მცდარი. რთული გამონათქვამების ჭეშმარიტება ან მცდარობა დამოკიდებულია მათში შემავალი გამონათქვამების ჭეშმარიტებაზე და მათ შორის კავშირებზე. ბულის ალგებრის ძირითადი მიზანი სწორედ ამ დამოკიდებულებების შესწავლაა.

ბულის ალგებრის განვითარებასა და გავრცელებაში დიდი წვლილი მიუძღვის ამერიკელ მათემატიკოსს **ჩარლზ პირსს**.

**1871 წელს** ჩარლზ ბებიჯმა შექმნა თავისი ანალიტიკური მანქანის ერთ-ერთი მოწყობილობის პროტოტიპი – „წისქვილი“, დღევანდელი გაგებით ეს არის ცენტრალური პროცესორი. მან შექმნა აგრეთვე პრინტერი.

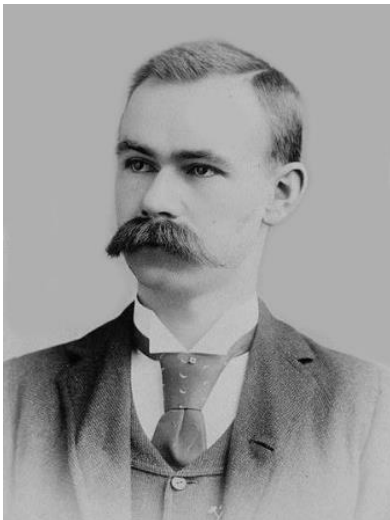
**1880 წელს ვ. ტ. ოდნერმა** რუსეთში შექმნა მექანიკური არითმომეტრი, ხოლო 1890 წლიდან დაიწყო მისი მასობრივი გამოშვება სახელწოდებით „Феликс“. მისი გამოშვება გრძელდებოდა XX საუკუნის 50-იან წლებამდე.



**1881 წელი.** გამოგონებული იქნა პიანოლა<sup>1</sup> (ნახ. 1.1.12) (ან ფონოლა) - ფორტეპიანოზე ავტომატური დასაკრავი ინსტრუმენტი. მისი ამოქმედება ხდებოდა შეკუმშული ჰაერით. პიანოლაში პიანინოს ან როიალის ყოველ კლავიშს შეესაბამება თავის ჩაქუჩი, რომელიც ურტყავს ამ კლავიშზე. ყველა ეს ჩაქუჩი ერთობლიობაში ქმნის კონტრკლავიატურას. პიანოლაში იდება ქალაქის ფართე ლენტი - პერფოლენტა, რომელიც გადაეხვევა ერთი ღერძიდან მეორე ღერძზე. პერფოლენტაზე ნახვრეტები კეთდება წინასწარ. ეს ნახვრეტები წარმოადგენს თავისებურ ნოტებს. პიანოლას მუშაობის დროს პერფოლენტა გადაეხვევა ერთი ღერძიდან მეორეზე. პერფოლენტაზე ჩაწერილი ინფორმაციის წაკითხვა ხდება სპეციალური პნევმატური მექანიზმით, რომელსაც მოქმედებაში მოჰყავს შესაბამისი ჩაქუჩი. ჩაქუჩი ურტყავს კლავიშზე და გამოიცემა ხმა. ამგვარად, პიანოლაც წარმოადგენს მანქანას პროგრამული მართვით.



ნახ. 1.1.12. პიანოლა



ნახ. 1.1.13. ჰერმან ჰოლერიტი

შემდგომში პერფორატორებიდან და პერფოლენტებიდან ინფორმაციის წასაკითხად გამოყენებული იქნა ელექტრული კონტაქტები. კონტაქტების შეკვრა ხდება მხოლოდ ნახვრეტების ადგილზე. შემდგომში ელექტრული კონტაქტებიც შეიცვალა და მათ მაგივრად გამოიყენეს ფოტოელემენტები და ინფორმაციის წაკითხვის პროცესი გახდა ოპტიკური, ანუ უკონტაქტო. ასე ხდებოდა ინფორმაციის ჩაწერა და წაკითხვა პირველ კომპიუტერებში.

**1884 წელს** მასაჩუსეტის ტექნოლოგიური ინსტიტუტის თანამშრომელმა გერმანელმა ემიგრანტმა ჰერმან ჰოლერიტმა (Herman Hollerith, 1860-1929) (ნახ. 1.1.13) დააპატენტა ელექტრომექანიკური მანქანა გამოთვლებისათვის, რომელშიც მონაცემების შეტანისათვის გამოიყენებოდა პერფორატორები. ჰ. ჰოლერიტის მიერ ეს მანქანა ჩაფიქრებული იყო, როგორც Census Machine, ანუ მანქანა მოსახლეობის აღწერისათვის. ავტორის მთავარი იდეა მდგომარეობდა იმაში, რომ დასამუშავებელი მონაცემები წარმოედგინა პერფორატორებზე ნახვრეტების სახით. ნახვრეტები კეთდებოდა ხელით, სპეციალური პერფორატორის გამოყენებით. პერფორატორების დახარისხების და მექანიკური მთვლელების მართვა ხორციელდებოდა ელექტრული იმპულსებით, რომლებიც წარმოიქმნებოდა ელექტრულ წრედებში პერფორატორებზე ნახვრეტის არსებობის შემთხვევაში. 1896 წელს აშშ მოსახლეობის მორიგი აღწერისას გამოყენებული იქნა ჰ. ჰოლერიტის მანქანა. აღწერის მონაცემების დამუშავებას ადრე 500 თანამშრომელი ანდომებდა 7 წელს, ხოლო ჰოლერიტმა იგივე მონაცემები 43 თანამშრომელთან ერთად და 43 ტაბულატორის გამოყენებით ერთ თვეში დაამუშავა.

1896 წელს ჰოლერიტმა დაარსა ფირმა სახელწოდებით Tabulating Machine Co. ამ კომპანიასთან გაერთიანდა კიდევ ორი ფირმა, რომლებიც სპეციალიზირებული იყვნენ სტატისტიკური მონაცემების დამუშავებაზე. 1924 წელს ამ გაერთიანებამ მიიღო ახალი სახელწოდება, რომლითაც ის დღესაც ცნობილია, ესაა IBM (International Business Machines). IBM-ის დამფუძნებელი გახდა თომას უოტსონ უფროსი, რომელიც 1914 წლიდან ხელმძღვანელობდა კომპანიას. საერ-

<sup>1</sup><https://www.popscreen.com/prod/MTgwOTc3NjQ4/Vintage-Phonola-Hand-Crank-Record-Player-Phonograph-Waters-Conley-Co>  
<http://nostalgie30-80.com/forum/read.php?14.215640.215804>

თო ჯამში იგი კომპანიას ხემძღვანელობდა 40 წლის განმავლობაში. 1950-იანი წლებიდან IBM-მა დაიკავა მოწინავე პოზიციები მსოფლიო კომპიუტერულ ბაზარზე. 1981 წელს კომპანიამ შექმნა თავისი პირველი პერსონალური კომპიუტერი IBM XT, რომელიც შემდგომში გახდა სტანდარტი დარგში. 1980-იანი წლების შუაში IBM აკონტროლებდა კომპიუტერების მსოფლიო წარმოების 60%-ს.

**1885 წელი.** ჩიკაგოელმა დორ ფელტმა (Dorr E. Felt, 1862-1930) ააგო თავისი „კომპტო-მეტრი“. ანუ პირველი კალკულატორი, რომელშიც რიცხვების შტანა ხდებოდა კლავიშების დაჭერით.

**1892 წელი.** უილიამ ბაროუზმა (William S. Burroughs, 1857-1898) შექმნა ფელტის კალკულატორის მსგავსი მოწყობილობა, მაგრამ უფრო საიმედო. ამ მოწყობილობიდან იღებს სათავეს კალკულატორების ინდუსტრია.

კალკულატორების შექმნაში თავისი წვლილი აქვს შეტანილი ქართველ მეცნიერს **გიორგი ნიკოლაძეს** (ნახ. 1.1.14). ყველა არითმომეტრი, რაც კი შექმნილა ქართველი მეცნიერის გიორგინიკოლაძის მოღვაწეობამდე, იყო მექანიკური. საფრანგეთში, სამეცნიერო მივლინებაში ყოფნის დროს, გიორგი ნიკოლაძემ შეისწავლა არსებული არითმომეტრები და გამოიგონა ახალი ტიპის ელექტრომთვლელი - "პირდაპირი გამრავლების ელექტრონული არითმომეტრი", რომელიც სხვა მანქანებისგან განსხვავდებოდა ელექტრული გამანაწილებლით. ეს სიახლე ამსუბეჭებდა ადამიანის ხელით მუშაობას.



ნახ. 1.1.14. გიორგი ნიკოლაძე (1888-1931)

ამ გამოგონებით დაინტერესდნენ ევროპისა და ა.შ.შ-ს ფირმები, რომლებმაც სთხოვეს გ. ნიკოლაძეს დახმარებოდა მათ არითმომეტრის აგებაში, თუმცა იგი სამშობლოში წამოვიდა და იქ ააგო არითმომეტრის მოდელი, რომელიც გაიგზავნა მოსკოვში გამოფენაზე. იგი პოლიტექნიკურ მუზეუმში იყო ექსპონირებული, სადაც მნახველებს უჩვენებდნენ მოდელის მუშაობას. ამის შემდეგ, მოდელის ბედი გაურკვეველია. გიორგი ნიკოლაძე მოულოდნელად გარდაიცვალა 1931 წელს. სამწუხაროდ, მას არ დასცალდა დაეზუსტებინა არითმომეტრის მთლიანი კონსტრუქციის დოკუმენტაცია, რომლის გარეშეც, ამჟამად, მეტად რთულდება არითმომეტრის აგება.

**1911 წელს** ამერიკელმა მონოპოლისტმა **ჩარლზ ფლინტმა** (Charles Flint), რომელსაც თანამედროვეებმა „ტრესტების მამა“ უწოდეს, შეიძინა ჰ. ჰოლერიტის კომპანია და გააერთიანა თავის ორ კომპანიასთან (ერთი კომპანია აწარმოებდა საათებს, ხოლო მეორე კი საბეჭდო მანქანებს). 1911 წლის 15 ივნისს ნიუ-იორკში დარეგისტრირებული იქნა ახალი კორპორაცია, რომელსაც ეწოდა Computing Tabulating Recording (CTR), რომელსაც 1924 წელს დაერქვა სახელი IBM.

**1937 წელი.** კემბრიჯი უნივერსიტეტის თანამშრომელმა, მათემატიკოსმა **ალან ტიურინგმა** (Alan M. Turing, 1912-1954) გამოაქვეყნა სტატია, რომელშიც ჩამოაყალიბა გამომთვლელი მანქანის გამარტივებული კონცეფცია, რომელმაც შემდგომში მიიღო ტიურინგი მანქანის სახელწოდება.

**1937 წელი.** **ჯორჯ სტიბიცმა** ჩვეულებრივი ელექტრომექანიკური რელეებისაგან შექმნა ორობითი ამჯამავი - **მოწყობილობა**, რომელსაც შეუძლია ორობით კოდში ჩაწერილ რიცხვებზე შეკრების ოპერაციის შესრულება. ორობითი ამჯამავი დღესაც არა თუ შედის, არამედ ძირითადი ნაწილია პროცესორის არითმეტიკულ-ლოგიკური მოწყობილობის, მხოლოდ შესრულებულია უკვე სხვა ელემენტებზე.

**1938 წელი.** კლოდშენონმა (Claude E. Shannon, 1916-2001) გამოაქვეყნა სტატია ელექტრომექანიკური რელეების საფუძველზე სიმბოლური ლოგიკის რეალიზების შესახებ.

**1938 წელი.** ასპარეზზე გამოვიდა გერმანელი ინჟინერი კონრად ცუზე (Konrad Zuse, 1910-1995) (ნახ. 1.1. 15). მან ააგო რამდენიმე პროგრამირებადი გამომთვლელი მოწყობილობა. მათგან პირველი იყო Versuchsmodell-1 (V-1). ამ მანქანის სახელის აბრევიატურა დაემთხვა გერმანული რაკეტების V1 სახელწოდებას, ამიტომ ავტორმა შეუცვალა სახელი და დაარქვა Z1 (ნახ. 1.1.16). ზოგიერთი ავტორი ამ მანქანას თვლის პირველ კომპიუტერად, ხოლო გერმანიაში ის აღიარებულია პირველ კომპიუტერად.

Z1 კომპიუტერს გააჩნდა კლავიატურა მონაცემების შეტანისათვის, გამოთვლების შედეგების გამოტანა კი ხდებოდა ელექტრული ნათურების საშუალებით. კომპიუტერი იკავებდა ფართს მხოლოდ 4 კვ. მ. 1940 წელს კონრად ცუზემ ააგო ელექტრო მექანიკურ რელეებზე მანქანა Z2, რომელშიც



ნახ. 1.1.15. კონრად ცუზე



ნახ. 1.1.16. Z1-სამუზეუმო მოდელი

მეხსიერება Z1-ის მსგავსად ისევ მექანიკური იყო. 1941 წელს კონრად ცუზემ შექმნა ელექტრომექანიკური პროგრამირებადი გამომთვლელი Z3. გამომთვლელი შეიცავდა 2600 ელექტრომექანიკურ რელეს. Z3 გამომთვლელში იყო პროგრამული მართვის პრინციპის რეალიზების მცდელობა, თუმცა კი ეს პრინციპი ჯერ თეორიულად ფორმულირებული არ იყო. მანქანაში არ იყო გათალისწინებული პირობითი გადასვლა. პროგრამა ინახებოდა პერფოლენტზე. მოცულობა იყო 22-ბიტიანი 64 სიტყვა. გამრავლების ოპერაცია სრულდებოდა 3-5 წამში. 1945 წელს კონრად ცუზემ დაასრულა Z3 გამომთვლელის გაუმჯობესებული ვერსია Z4, რომელსაც თავისი არქიტექტურით ძალიან ბევრი საერთო ჰქონდა თანამედროვე კომპიუტერებთან: პროცესორი და მეხსიერება იყო დამოუკიდებელი მოწყობილობები, პროცესორს შეეძლო მცოცავწერტილიანი მონაცემების დამუშავება. ოთხ არითმეტიკულ მოქმედებას დაემატა კიდევ კვადრატული ფესვის ამოღება. პროგრამები ინახებოდა პერფოლენტებზე და წაკითხვა ხდებოდა მიმდევრობით. ამ კომპიუტერის გამოყენება ხდებოდა გამოთვლებისათვის თვითმფრინავებისა და რაკეტების შესაქმნელად.

სამწუხაროდ კონრად ცუზესათვის არ იყო ცნობილი ჩარლზ ბებიჯის ანალიტიკური მანქანა. სამწუხაროა აგრეთვე ისიც, რომ მისი ერთ-ერთი მანქანა განადგურდა მეორე მსოფლიო ომში ბერლინის დაბომბვის დროს. კონრად ცუზე აღიარებულია პიონერად ელექტრომექანიკური გამომთვლელი მანქანების შექმნის საქმეში. მის განსაკუთრებულ დამსახურებად უნდა ჩაითვალოს ის, რომ მან პირველმა გამოიყენა კომპიუტერში თვლის ორობითი სისტემა, შემოიტანა ტერმინი მანქანური სიტყვა და გააერთიანა თავის გამომთვლელში არითმეტიკული და ლოგიკური ოპერაციები.

**1943 წელი.** ჰარვარდის უნივერსიტეტის მეცნიერთა ჯგუფმა ფიზიკოსი ჰოვარდ აიკენის (Howard Aiken, 1900-1973) ხელმძღვანელობით IBM კორპორაციის ერთ-ერთი საწარმოს ბაზაზე შექმნა გამომთვლელი ASCC Mark I (Automatic Sequence-Controlled Calculator Mark I). ეს იყო პირველი პროგრამულად მართვადი გამომთვლელი, რომელმაც საყოველთაო აღიარება მოიპოვა. მანქანა აგებული იყო ელექტრომექანიკური რელეების ბაზაზე. მისი სიგრძე იყო 18 მეტრი, ხოლო წონა კი 5 ტონა. მანქანა შედგებოდა გამომთვლელებისგან, რომლებიც ამუშავებდნენ საერთო ამოცანიდან თავ-თავის ნაწილებს და იმართებოდნენ მართვის ერთი მოწყობილობიდან. ბრძანებები იკითხებოდა ქალაქის პერფოლენტიდან და სრულდებოდა წაკითხვის მიმდევრობით. მონაცემების წაკითხვა ხდებოდა პერფობარათებიდან. გამომთვლელის საშუალებით ხდებოდა 23-თანრიგის მონაცემების დამუშავება. შეკრების ბრძანება სრულდებოდა

0,3 წამში, გამრავლება – 4 წამში, ხოლო გაყოფა კი 10 წამში. ეს მანქანა დასრულებული იქნა 1944 წელს. გამომთვლელის შექმნაში აიკენმა გამოიყენა ბებიჯის მიერ ჩამოყალიბებული იდეები. სტიბიცისა და ცუზესაგან განსხვავებით აიკენმა ვერ შეიძინო თვლის ორობითი სისტემის უპირატესობა და თავის გამომთვლელში გამოიყენა თვლის ათობითი სისტემა.

აიკენმა დაამუშავა მეორე გამომთვლელიც „Mark II“, რომელშიც უკვე გამოიყენა თვლის ორობითი სისტემა. გამომთვლელი „Mark II“-ის დიდი გავრცელება აღარ მოხდა, რადგანაც ელექტრომაგნიტური რელეური გამომთვლელები უკვე მოძველდა მორალურად, დაიწყო ელექტრონიკის ხანა.

ჯორჯ ბულის მიერ შექმნილი ლოგიკის ალგებრა თავის დროზე აბსტაქტულ ხასიათს ატარებდა. იმ დროს ჯერ კიდევ არ იყო მომწიფებული ის ამოცანები, რომელთა გადაჭრაც შესაძლებელი იქნებოდა ლოგიკის ალგებრის საშუალებით. გამომთვლელების ასაგებად ელექტრომაგნიტური რელეების გამოყენებამ კი წარმოშვა მართვის ისეთი ამოცანები, რომელთა გადასაჭრელადაც საჭირო გახდა სწორეგ ბულის მიერ ჩამოყალიბებული ლოგიკის ალგებრის გამოყენება.

ელექტრომაგნიტური რელეების შემავალი და გამომავალი სიგნალები შეესაბამება ბულის ალგებრის დებულებებს, შეუძლიათ მიიღონ მხოლოდ ორი მნიშვნელობა. როდესაც კოჭაში დენი არ გადის, შემავალი სიგნალის მნიშვნელობაა 0, რელეს კოჭაში კი თუ დენი გადის, მაშინ შემავალი სიგნალის მნიშვნელობაა 1. რელეს კონტაქტი როდესაც გახსნილ მდგომარეობაშია, გამომავალი სიგნალის მნიშვნელობაა 0, ხოლო თუ რელეს კონტაქტი შეკრულია, მაშინ გამომავალი სიგნალის მნიშვნელობაა 1.

ცნობილმა ფიზიკოსმა **პაულ ერენფესტმა** შეამჩნია მსგავსება ბულის ალგებრის დებულებებსა და რელეს მდგომარეობებს შორის. ჯერ კიდევ 1910 წელს მან წამოაყენა იდეა სატელეფონო სისტემებში სარელეო სისტემების აღწერისათვის გამოყენებინათ ბულის ალგებრა. არსებობს კიდევ მეორე ვერსია, რომლის მიხედვითაც ელექტრული გადამრთველების სქემების აღწერისათვის ბულის ალგებრის გამოყენების იდეა ეკუთვნის პირს.

ელექტრულ სქემებში ელექტრომაგნიტური რელეების კონტაქტების კავშირების აღწერისათვის ძალიან მოსახერხებელია ლოგიკური ოპერაციების **არა, და, ან** და სხვ. გამოყენება. მაგალითად, რელეს კონტაქტების მიმდევრობითი შეერთება აღიწერება ლოგიკური ოპერაციით **და** ხოლოპარალელური შეერთება კილოგიკური ოპერაციის **ან**. ამ ლოგიკური ოპერაციების შესრულება ანალოგიურად ხდება ელექტრონულ სქემებშიც, სადაც ელექტრომაგნიტური რელეების ფუნქციებს ასრულებს უკონტაქტო ნახევარგამტარული ელემენტები - ტრანზისტორები.

1936 წელს თანამედროვე ინფორმაციის ფუძემდებელმა **კლოდ შენონმა** თავის სადოქტორო დისერტაციაში ერთ მთლიანობაში გააერთიანა თვლის ორობითი სისტემა, მათემატიკური ლოგიკა და ელექტრული წრედები.

## 1.2. კომპიუტერების პირველი თაობა - ელექტრონული მილაკები (1945-1955)

პირველი თაობის ელექტრონული გამომთვლელი მანქანების ტექნოლოგიურ საფუძველს წარმოადგენდა ელექტრო-ვაკუმური მილაკები. ვარაუდობდნენ, რომ ელექტრონულ მილაკებზე აგებული სქემები იქნებოდა ბევრად უფრო საიმედო ელექტრო-მექანიკურ რელეებთან შედარებით, რადგანაც მათში არ გამოიყენებოდა მოძრავი ნაწილები, მაგრამ ტექნოლოგია იმ დროს ისე დაბალ დონეზე იყო, საიმედობის მაჩვენებელი დიდად არ გაზრდილა. მაგრამ, მიუხედავად ამისა, ელექტრონულ მილაკებს გააჩნდათ ერთი დიდი უპირატესობა. ეს იყო სწრაფქმედება. გადართვები ელექტრონულ სქემებში ხდებოდა დაახლოებით 1000-ჯერ უფრო სწრაფად, ვიდრე მათ ელექტრომექანიკურ ანალოგებში.

ელექტრონული გამომთვლელი მანქანების კლასში პირველობაზე ერთდროულად რამდენიმე მანქანა აცხადებდა პრეტენზიას.



პირველ ელექტრონულ გამომთვლელ მანქანად ხშირად ასახელებენ სპეციალიზირებულ კალკულატორს ABC (Atanasoff-Berry-Computer) რომელიც დამუშავებული და დაპატენტებული იქნა 1939-1942 წლებში ბულგარული წარმოშობის პროფესორ ჯონ ათანასოვის (John V. Atanasoff, 1903-1995) (ნახ. 1.2.1) და მისი ასპირანტის კლიფორდ ბერის (Clifford Berry, 1918-1963) მიერ და განკუთვნილი იყო წრფივი განტოლებათა სისტემების ამოხსნისათვის (29 განტოლებამდე 29 უცნობით). ABC კომპიუტერის მუშაობა დაფუძნებული იყო თვლის ორობით სისტემაზე, გააჩნდა მეხსიერება 50 ბიტისანი 50 სიტყვა. დამმახსოვრებელი ელემენტი იყო კონდენსატორი რეგენერაციის წრედით. მეორად მეხსიერებად გამოყენებული იყო პერფორირებული, რომლებზეც ხდებოდა ნახვრეტების არა პერფორირება, არამედ ამოწვა. ABC ჩაითვალა პირველ ელექტრონულ გამომთვლელ მანქანად მას შემდეგ, რაც სასამართლოს გადაწყვეტილებით გაუქმებული იქნა სხვა ელექტრონულ კალკულატორზე ENIAC (ასევე პირველობის პორეტენდენტი) გაცემული პატენტი. უნდა აღინიშნოს, რომ არც ABC და არც ENIAC არ იყო სრულფასოვანი ელექტრონული გამომთვლელი მანქანა ამ ტერმინის თანამედროვე გაგებით. უფრო სწორი იქნება ისინი ჩაითვალოს ელექტრონულ კალკულატორებად.

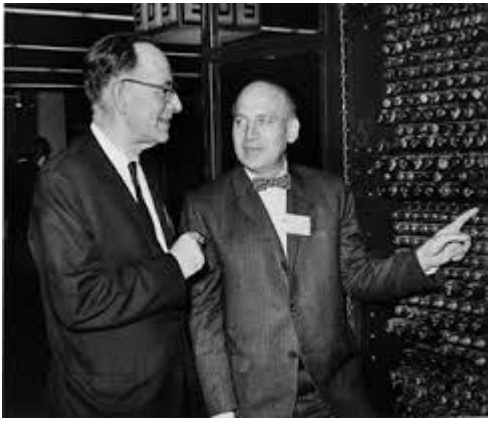


ნახ. 1.2.1. ჯონ ათანასოვი (1903-1995)



ნახ. 1.2.2. გამომთვლელი მანქანა Colossus

ელექტრონულ გამომთვლელ მანქანებში პირველობაზე მეორე პრეტენდენტია გამომთვლელი Colossus (ნახ. 1.2.2). ამ მანქანის შექმნის მასტიმულირებელი იყო მეორე მსოფლიო ომი. კერძოდ, გერმანელები წყალქვეშა ნავეებზე იყენებდნენ კოდირების მოწყობილობას „ლორენც შლიუსელ-ცუზატ-40“-ს ENIGMA. ინგლისელები რადიოგრამების დაჭერას ახერხებდნენ, მაგრამ მათი გაშიფვრისათვის საჭირო იყო დიდი მოცულობით გამოთვლების ჩატარება და თანაც ძალიან სწრაფად. ამ მიზნით ბრიტანეთში, კემბრიჯის მახლობლად, პატარა დასახლებულ პუნქტში Bletchly Park შეიქმნა სპეციალური საიდუმლო ლაბორატორია, რომელშიც 1943 წელს შეიქმნა გამომთვლელი მანქანა Colossus. ამ გამომთვლელი მანქანის ავტორი იყო პროფესორი მაქს ნიუმენი (Max Newman, 1887-1984), ხილო შემქმნელი კი ტომი ფლაუერი (Tommy Flowers, 1905-1998). ამ მანქანის დამუშავებაში მონაწილეობა მიიღო



ნახ. 1.2.3. ჯონ მოჩლი და პროსტერ ეკერტი

ბრიტანელმა მათემატიკოსმა ალან ტიურინგმა (Alan M. Turing, 1912-1954). მანქანა შესრულებული იყო 8 კარადაში, თითოეული სიმაღლით 2,3 მეტრი, საერთო სიგრძე კი იყო 5,5 მეტრი. გამომთვლელი მანქანის ლოგიკურ სქემებში და ინფორმაციის შეტანის ოპტიკურ სისტემებში გამოყენებული იყო 2400 ელექტრონული მილაკი. ინფორმაციის წაკითხვა ხდებოდა ხუთი მბრუნავი გრძელი ქაღალდის ლენტისა და, სიჩქარით 5000 სიმბოლო/წმ. მანქანა მუშაობდა უკვე 1943 წელს, მაგრამ 30 წლის განმავლობაში გასაიდუმლოებული იყო, როგორც სამხედრო საიდუმლო და ამდენად, არ ყოფილა კომპიუტერული ტექნიკის განვითარების საფუძველი.

ელექტრონულ კომპიუტერებში პირველობაზე მესამე პრეტენდენტი იყო უკვე ხსენებული საერთო დანიშ-

ნულების ელექტრონული კალკულატორი ENIAC (Electronic Numerical Integrator and Computer). ამ კომპიუტერის შექმნაც სამხედროებმა დააფინანსეს. კომპიუტერის შექმნის იდეა გაჩნდა 1942 წელს. იდეის ავტორი იყო **ჯონ მაუჩლი** (John J. Mauchly, 1907-1980) პენსილვანიის უნივერსიტეტიდან (ნახ. 1.2.3). იდეის რეალიზებაში მას დაეხმარა **პრესპერ ეკერტი** (J. Presper Eckert, 1919-1995) (ნახ. 1.2.3). კომპიუტერი მზად იყო უკვე 1946 წელს.

თავიდანვე კომპიუტერი ENIAC (ნახ. 1.2.4) აქტიურად გამოიყენებოდა წყალბადის ბომბის დამუშავების პროგრამაში. კომპიუტერის ექსპლუატაცია ხდებოდა 1955 წლამდე და გამოიყენებოდა შემთხვევითი რიცხვების გენერირებისათვის, ამინდის პროგნოზირებისათვის, აეროდინამიკური მიღების პროექტირებისათვის და ა.შ. ENIAC იწონიდა 30 ტონას, შეიცავდა 18000 ელექტრონულ მილაკს (მათგან თითოეულის მოცულობა იყო 1 კუბური დეციმეტრი), 1500 ელექტრო-მაგნიტურ რელეს, მოიხმარდა 149 კილოვატ ელექტროენერჯიას და გაცივებისათვის გამოიყენებოდა წყლის სიტემა. მანქანას ჰქონდა 20 რეგისტრი, რომელთაგანაც თითოეულში შეიძლება შენახული ყოფილიყო 10-თანრიგიანი ათობითი რიცხვი. კომპიუტერში გამოყენებული იყო 6000 მრავალ-არხიანი გადამრთველი და უამრავი კაბელი. კომპიუტერის ზომები იყო 2,5x30 მ და უზრუნველყოფდა წამში 5000 შეკრებასა და 360 გამრავლების ოპერაციის შესრულებას. კომპიუტერი დაფუძნებული იყო ათვლის ათობითი სისტემის გამოყენებაზე (ერთი ათობითი თანრიგის შექმნისათვის გამოიყენებოდა 10 ელექტრონული მილაკი – 1 ჩართული და 9 გამორთული). პროგრამების შეტანა ხდებოდა ტრიგერების საკომუტაციო სქემებით. როდესაც ყველა მილაკი ჩართული იყო, საინჟინრო პერსონალს შეეძლო ENIAC გაემზადებინა ახალი ამოცანისათვის, ამისათვის მათ ხელით უნდა შეეცვალათ 6000 მავთულის მიერთება. ამის გამო, ახალი ამოცანის სათვლელად მოსამზადებლად საჭირო იყო რამდენიმე დღე, ხოლო თვითონ თვლის პროცესი კი რამდენიმე წუთი გრძელდებოდა. ეს იყო ამ კომპიუტერის ერთერთი ნაკლი. კომპიუტერის საცდელი ექსპლუატაციისას გამოირკვა, რომ მისი საიმედოება საკმაოდ დაბალი იყო, ხოლო მტყუნების აღმოჩენას კი საჭიროდებოდა რამდენიმე საათიდან რამდენიმე დღემდეც კი. თავისი სტრუქტურით ENIAC უფრო მეტად წააგავდა მექანიკურ გამომთვლელ მანქანებს. 10 ტრიგერი შეერთებული იყო რგოლის სახით. 10 ასეთი რგოლი პლიუს კიდევ ორი ტრიგერი რიცხვის ნიშნისათვის, ქმნიდა ერთ დამმასხოვრებელ რეგისტრს. ENIAC-ში ასეთი რეგისტრი იყო სულ 20 ცალი.



ნახ. 1.2.4. კომპიუტერი ENIAC

მიუხედავად ამ სამი კომპიუტერის დიდი მნიშვნელობისა, პირველი თაობის კომპიუტერებთან დაკავშირებული განსაკუთრებული მოვლენები მაინც დაკავშირებულია ამერიკელ მათემატიკოსთან **ჯონ ფონ ნეიმანთან** (John von Neumann, 1903-1957). მან მონაწილეობა მიიღო ENIAC პროექტში, იგი იყო პროექტის კონსულტანტი. ENIAC პროექტის დასრულებამდე ეკერტმა, მოჩლიმ და ფონ ნეიმანმა დაიწყეს ახალ პროექტზე მუშაობა. ეს იყო EDVAC, რომლის ძირითადი თავისებურება მდგომარეობდა იმაში, რომ პროგრამები ინახებოდა უკვე დამმასხოვრებელ მოწყობილობაში.



ნახ. 1.2.5. კომპიუტერი IBM-704

პირველ ელექტრონულ კომპიუტერებს მოჰყვა კიდევ სხვა უნივერსიტეტებში და სამეცნიერო ცენტრებში დამზადებული ელექტრონული კომპიუტერები: კემბრიჯის უნივერსიტეტში დამუშავებული კომპიუტერი EDSAC; JONIAK – კორპორაცია Rand; ILLIAC – ილინოისის უნივერსიტეტი, MANIAC – ლოს-ალამოსის ლაბორატორია; WEIZAC – ვაიცმანის ინსტიტუტი ისრაელში.

იმ პერიოდში IBM იყო ჯერ კიდევ პატარა კომპანია, რომელიც უშვებდა პერფორატებსა და მათი სორტირების

მექანიკურ მოწყობილობებს. პირველი თაობის ხანის მიწურულს IBM მაინც ჩაერთო ელექტრონული კომპიუტერების შექმნაში და 1953 წელს დაამზადა თავისი პირველი კომპიუტერი IBM-704 (ნახ. 1.2.5).

პირველი თაობის კომპიუტერებისათვის დაპროგრამების ტექნოლოგია იყო ჯერ კიდევ ჩანასახის დონეზე. პირველი პროგრამების დაწერა ხდებოდა მანქანურ კოდებში. მხოლოდ 50-იან წლებში დაიწყო დაპროგრამების ენა ასემბლერის გამოყენება, რომელშიც მანქანური ბრძანებების ციფრობრივი ჩანაწერები შეიცვალა მათი სიმბოლური აღნიშვნებით. ასეთი პროგრამებისათვის კიდევ საჭირო გახდა სპეციალური პროგრამა, რომელიც სიმბოლურ აღნიშვნებს გადაიყვანდა მანქანურ კოდებში. ამ პროგრამას უწოდეს სახელი ასემბლერი.

თავისი პრიმიტიულობის მიუხედავად პირველი თაობის კომპიუტერებმა მალევე ჰპოვეს გამოყენება საინჟინრო გამოთვლებსა და გამოყენებით მეცნიერებებში. მაგალითად, ათანასოვმა დაითვალა, რომ იმ დროისათვის პოპულარულ მარშანის ელექტრომექანიკურ კალკულატორზე რვა უცნობიანი რვა განტოლების სისტემის ამოხსნას დასჭირდებოდა 8 საათი. 29 უცნობიანი 29 განტოლების სისტემის ამოხსნისათვის ათანასოვის კალკულატორს ABC დასჭირდებოდა 1 საათზე ნაკლები, ხოლო მარშანის კალკულატორზე გამოთვლას დასჭირდებოდა 381 საათი. პირველი ამოცანის დათვლისათვის, რომელიც დაკავშირებული იყო წყალბადის ბომბის პროექტთან, კომპიუტერს ENIAC დასჭირდა 20 წამი, ხოლო იგივე ამოცანის დათვლას მაშინდელ ელექტრო-მექანიკურ კალკულატორზე დასჭირდებოდა 40 საათი.

1952 წელს ეკერტმა და მოჩლიმ შექმნეს კომერციული თვალსაზრისით პირველი წარმატებული კომპიუტერი. სწორედ ამ კომპიუტერზე გათვლების შედეგად იწინასწარმეტყველეს,



ნახ. 1.2.6. M3CM



ნახ. 1.2.7. B3CM

რომ საპრეზიდენტო არჩევნებში ეიზენჰაუერი 438 ხმის განსხვავებით მოუგებდა თავის მოწინააღმდეგე სტივენსონს. არჩევნების შემდეგ წინასწარმეტყველება დადასტურდა, ხმებში ფაქტობრივი განსხვავება იყო 442 ხმა.

პირველი თაობის კომპიუტერების გამოშვება დაიწყო

ყო ყოფილ საბჭოთა კავშირშიც. სამუშაოები დაიწყო 1947 წელს ს.ა. ლებედევის ხელმძღვანელობით. ეს იყო მცირე ელექტრონული გამომთვლელი მანქანა M3CM (ნახ. 1.2.6). მისი დამზადება დასრულებული იქნა 1951 წელს. შემდეგი გამომთვლელი მანქანა M1 (ი.ს. ბრუკი, ნ.ი. მატეუხინი, ა.ბ. ზალკინდი) დასრულებული იქნა 1952 წელს. M1 აგებული იყო 730 ელექტრონულ მილაკზე, ოპერატიული მეხსიერების მოცულობა იყო 25-თანრიგის 256 სიტყვა, სწრაფქმედება კი 15-20 ოპერაცია/წმ. მის მოდიფიკაცია მანქანა M2-ს კი გააჩნდა სწრაფქმედება 2000 ოპერაცია/წმ. 1953 წელს დამზადებული იქნა ყველაზე წარმატებული საბჭოური ელექტრონული გამომთვლელი მანქანა B3CM (ს. ა. ლებედევი) (ნახ. 1.2.7). მისი სწრაფქმედება იყო 8000-10000 ოპერაცია/წმ.



ნახ. 1.2.8. კლოდ შენონი (1916-2001)

პირველი თაობის კომპიუტერების არქიტექტურის ჩამოყალიბებას საფუძვლად დაედო სამი დიდი მეცნიერის შრომები. ესენი იყვნენ: კლოდ შენონი, ალან ტიურინგი და ჯონ ფონ ნეიმანი.

**კლოდ შენონი** (ნახ. 1.2.8) - ამერიკელი ინჟინერი და მათემატიკოსი, ინფორმაციის მათემატიკური თეორიის დამფუძნებელი.

1948 წელს მან გამოაქვეყნა შრომა „კავშირგაბმულობის მათემატიკური თეორია“. მასში მოცემული იყო ინფორმაციის გადაცემისა და დამუშავების თეორია, რომელშიც აღწერილი იყო შეტყობინებების ყველა სახეობა, მათ შორის ცოცხალ ორგანიზმებშიც. შენონმა შემოიტანა ინფორმაციის რაოდენობის ცნება, როგორც სისტემის მდგომარეობის



გაურკვევლობის ზომა. ამ გაურკვევლობის ზომას მან ენტროპია უწოდა.

**ალან ტიურინგი** (ნახ. 1.2.9) - ინგლისელი მათემატიკოსი. მისი ძირითადი შრომები - მათემატიკურ ლოგიკასა და გამოთვლით მათემატიკაში. 1936-1937 წლებში დაწერა შრომა „გამოთვლადი რიცხვების შესახებ“, რომელშიც შემოიტანა აბსტრაქტული მოწყობილობის ცნება, რომელსაც შემდგომში „ტიურინგის მანქანა“ ეწოდა. ამ მანქანაში მან ჩადო თანამედროვე კომპიუტერის თვისებები. ტიურინგმა თავის მოწყობილობას უწოდა „უნივერსალური მანქანა“, რადგანაც მისი საშუალებით შესაძლებელი უნდა ყოფილიყო ნებისმიერი (თეორიულად გადაწყვეტადი) მათემატიკური და ლოგიკური ამოცანის გადაწყვეტა. მასში მონაცემების შეტანა უნდა მომხდარიყო უჯრედებად დაყოფილი ქაღალდის ლენტებიდან. უჯრედი სიმბოლოს შეიძლება შეიცავდეს ან არა. ტიურინგის მანქანას შეუძლია ლენტებიდან შეტანილი სიმბოლოების დამუშავება და შეცვლა, ანუ შეუძლია მათი წაშლა და მათ ადგილზე სიმბოლოების ჩაწერა, რომლებიც მიიღება მეხსიერების მოწყობილობაში არსებული ბრძანებების შესრულების შედეგად.



ნახ. 1.2.9. ალან ტიურინგი (1912-1954)

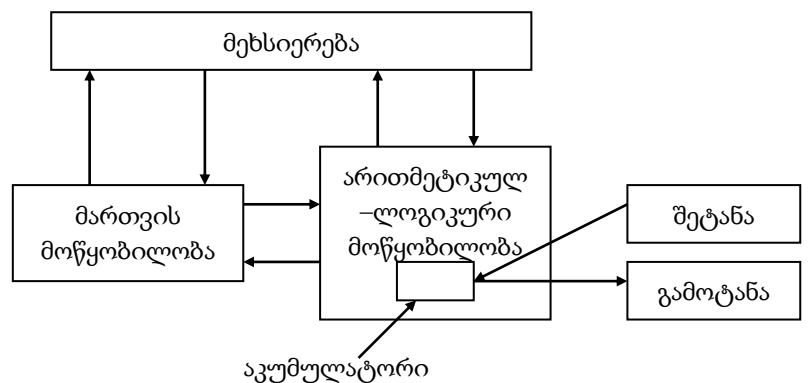
განსაკუთრებული ღვაწლი პირველი თაობის კომპიუტერების არქიტექტურის ჩამოყალიბებაში მიუძღვის იმ დროის ცნობილ მათემატიკოსს **ჯონ ფონ ნეიმანს** (ნახ. 1.2.10). იგი დარწმუნდა, რომ კომპიუტერების შექმნა დიდი როდენობით გადამრთველებითა და კაბელებით საკმაოდ შრომატევადი, ხანგრძლივი და ძვირი პროცესია. ამიტომ, უმჯობესი იქნებოდა კომპიუტერის აგება ისეთნაირად, რომ პროგრამა მოთავსებული იქნას კომპიუტერის დამახსოვრებელ მოწყობილობაში კოდირებული სახით - ციფრულ ფორმაში, მონაცემებთან ერთად. მან ასევე შესთავაზა ENIAC-სა და სხვა ადრეულ კომპიუტერებში ათობითი არითმეტიკა (ერთი ათობითი თანრიგის შექმნისათვის გამოიყენებოდა 10 ელექტრონული მილაკი - 1 ჩართული და 9 გამორთული) შეეცვალათ ბინარული არითმეტიკით. მის მიერ შექმნილი პროექტი დღეს ცნობილია, როგორც ფონ ნეიმანის გამომთვლელი მანქანა. ეს პროექტი გამოყენებული იქნა კომპიუტერში EDSAC, რომელმაც დიდი გავლენა იქონია კომპიუტერული ტექნიკის შემდგომ განვითარებაზე. ფონ ნეიმანის იდეები დღესაც საფუძვლად უდევს თანამედროვე კომპიუტერების არქიტექტურას. ამ კომპიუტერის არქიტექტურა შეიძლება განზოგადებული იქნას, როგორც პირველი თაობის კომპიუტერების არქიტექტურა. ის წარმოდგენილია ნახ. 1.2.11-ზე.



ნახ. 1.2.10. ჯონ ფონ ნეიმანი (1903-1957)

კომპიუტერის შემადგენლობაში შეიძლება გამოიყოს შემდეგი ძირითადი მოწყობილობები: არითმეტიკული მოწყობილობა, დამხსომებელი მოწყობილობა, მართვის მოწყობილობა და გარე მოწყობილობები.

არითმეტიკულ-ლოგიკური მოწყობილობაში შიგნით გამოიყენება განსაკუთრებული ფუნქციების მქონე შიდა რეგისტრი - აკუმულატორი. ბრძანებათა სისტემის ტიპური ბრძანება ოპერენდს მეხსიერებიდან უმატებდა აკუმულატორის შიგთავსს ან მისი შიგთავსი გაჰქონდა მეხსიერების უჯრედში.



კომპიუტერის მახსოვრობა

ნახ. 1.2.11. ფონ ნეიმანის გამომთვლელი მანქანის სქემა

წარმოადგენს დიდი რაოდენობის უჯრედების ერთობლიობას. თითოეულ უჯრედში შეიძლება შენახული იყოს ერთი მანქანური სიტყვა, რომელიც შეიძლება იყოს როგორც რიცხვითი მონაცემი, ასევე ინსტრუქცია, ანუ ბრძანება. ბრძანებების ერთობლიობა წარმოადგენს მანქანის მუშაობის პროგრამას. მანქანაში მახსოვრობის ყველა უჯრედი თანმიმდევრულადაა გადანომრილი. უჯრედის ნომერი წარმოადგენს მის მისამართს. ინსტრუქციები ანუ ბრძანებები შეიცავს ინფორმაციას იმ მონაცემების მისამართების შესახებ, რომლებზედაც უნდა შესრულდეს ოპერაციები, ინფორმაციას შესასრულებელი ოპერაციის შესახებ, ანუ ოპერაციის კოდსა და უჯრედის მისამართს, ოპერაციის შედეგისათვის.

კლასიკური სტრუქტურის მიხედვით აგებული მანქანა მუშაობს შემდეგნაირად. მანქანის ავტომატური მუშაობის დაწყებამდე მართვის პულტიდან გაიცემა ბრძანებები, რომელთა მიხედვითაც გარე მოწყობილობებიდან ხდება მანქანის მახსოვრობაში კონკრეტული ამოცანის შესრულებისათვის საჭირო მონაცემების და შესასრულებელი პროგრამის ჩატვირთვა. შემდეგ მართვის პულტიდან ოპერატორი ჩაწერს მართვის მოწყობილობის ბრძანების მისამართის რეგისტრში იმ უჯრედის მისამართს, რომელშიც ინახება პროგრამის პირველი ბრძანება. ამის შემდეგ ხდება მართვის მოწყობილობის ჩართვა.

მართვის მოწყობილობიდან მახსოვრობის მოწყობილობაში იგზავნება მმართველი სიგნალი, რომლის საშუალებითაც ხდება მახსოვრობის მოწყობილობაში მითითებული უჯრედის წაკითხვა და მისი შტავის გადაიწერება მართვის მოწყობილობის რეგისტრში. ეს ინფორმაცია წარმოადგენს ბრძანებას – ინსტრუქციას. ხდება ინსტრუქციის გაშფვრა და შესაბამისი მმართველი სიგნალების გამომუშავება მახსოვრობის მოწყობილობისათვის, რის საფუძველზეც ხდება ოპერანდების წაკითხვა და არითმეტიკულ მოწყობილობაში გადაწერა. მმართველი სიგნალები გაიცემა აგრეთვე არითმეტიკული მოწყობილობისთვისაც, რათა მან შეასრულოს ინსტრუქციით (ბრძანებით) მოთხოვნილი ოპერაცია. ამის შემდეგ მმართველი სიგნალების მიხედვით უნდა მოხდეს შედეგის არითმეტიკული მოწყობილობიდან მითითებული მისამართით მახსოვრობის მოწყობილობაში გადაწერა. ამასთანავე, მმართველ მოწყობილობაში ბრძანების მისამართის რეგისტრში უნდა მოხდეს ახალი ბრძანების მისამართის ფორმირება. ეს შეიძლება მოხდეს რეგისტრის შიგთავსისათვის ერთის დამატებით.

პირველი ბრძანების შესრულების შემდეგ მართვის მოწყობილობა გასცემს ახალ სიგნალს შემდეგი ბრძანების წასაკითხად და ანალოგიურად იწყებს ახალი ბრძანების შესრულებას. ზოგიერთი ბრძანების კოდი, რომელიც მითითებულია ინსტრუქციაში, შეიძლება აღნიშნავდეს არა არითმეტიკულ ოპერაციას, არამედ ოპერაციას თვით მართვის მოწყობილობისათვის.

კიდევ ერთხელ გავუსვათ ხაზი კომპიუტერის აგების კლასიკურ სტრუქტურაში ჩადებულ ორ ფუნდამენტურ იდეას, რომლებმაც დიდად შეუწყო ხელი გამოთვლითი ტექნიკის განვითარებას და რომლებსაც დღესაც არ დაუკარგავს აქტუალობა.

**პირველი,** კომპიუტერში პროგრამები და საწყისი მონაცემები შეიტანება ერთი და იგივე გარე მოწყობილობებიდან და ინახება ერთი და იგივე დამხსომებელ მოწყობილობაში. ეს უზრუნველყოფს კომპიუტერის ოპერატიულ გადასვლას ერთი ამოცანიდან მეორეზე და აქცევს მას უნივერსალურ გამომთვლელ მოწყობილობად.

**მეორე,** ინსტრუქციები, რომლებიც ქმნის პროგრამებს, კოდირებულია რიცხვების მსგავსად. ეს საშუალებას იძლევა პროგრამების შესრულების დროს ინსტრუქციებიც გადაგზავნილი იქნას არითმეტიკულ მოწყობილობაში მათზე გარკვეული მოქმედებების ჩასატარებლად და შემდეგ დაბრუნებული იქნას დამხსომებელ მოწყობილობაში. ამრიგად, პროგრამის შესრულებასთან ერთად შეიძლება მისი გარდაქმნაც ან ახალი პროგრამის შექმნაც.

რაც შეეხება კომპიუტერის გამოყენების ფორმას, პირველი თაობის კომპიუტერებისათვის მიღებული იყო მომხმარებლის უშუალო ურთიერთობა კომპიუტერთან. ყოველ მომხმარებელს, თავისი ამოცანის გადასაწყვეტად გამოეყოფოდა გარკვეული დრო, რამდენიმე სათამდე კი. ამ დროის განმავლობაში მომხმარებელი იყო კომპიუტერის ყველა რესურსის ერთადერთი განმგებელი. მუშაობის ასეთი ფორმის დროს მანქანური დროის დიდი ნაწილი იხარჯებოდა

პროგრამის და ალგორითმის გამართვაზე. რა თქმა უნდა, კომპიუტერთან მუშაობის ასეთი ფორმა იწვევდა მისი რესურსების გამოყენების ეფექტურობის შემცირებას.

კომპიუტერების პირველი ნიმუშების დახვეწის შედეგად 1951 წელს შეიქმნა კომპიუტერი UNIVAC, რომელიც განკუთვნილი იყო კომერციული გამოყენებისათვის.



ნახ. 1.2.12. IBM 701. მართვის მოწყობილობა და პროცესორი

1952 წელს შეიქმნა სერიული კომპიუტერი IBM 701, რომელსაც შეეძლო უკვე წამში 2200 გამრავლების ოპერაციის შესრულება. ამ სისტემის შექმნის ინიციატივა ეკუთვნობა **თომას უოტსონ უმცროსს**. მან კომპანიაში მუშაობა დაიწყო 1937 წელს, კომივოიაჟერის თანამდებობაზე. IBM კომპანიაში მუშაობა მან შეწყვიტა მხოლოდ მეორე მსოფლიო ომის დროს, როდესაც მსახურობდა ამერი-

კის შეერთებული შტატების სამხედრო საჰაერო ძალებში მფრინავად. კომპანიაში დაბრუნების შემდეგ 1946 წელს მან დაიკავა ვიცე პრეზიდენტის თანამდებობა, ხოლო 1956 წლიდან 1971 წლამდე იყო კომპანიის პრეზიდენტი. ამის შემდეგ ის დარჩა კომპანიის დირექტორთა საბჭოს წევრად. 1979 წლიდან 1981 წლამდე ის იყო ამერიკის შეერთებული შტატების ელჩი საბჭოთა კავშირში.

გამოთვლითი ტექნიკის განვითარების ისტორიაში პირველი დამგროვებელი ხისტ მაგნიტურ დისკებზე (ვინჩესტერი) დამუშავებული იქნა IBM კომპანიის ინჟინრების ჯგუფის მიერ. ჯგუფს ხელმძღვანელობდა **რეინოლდ ბ. ჯონსონი**. მოწყობილობის სახელწოდება იყო 305 RAMAC<sup>2</sup>(ნახ. 1.2.13)- საკონტროლო-წამკითხველი მოწყობილობა შემთხვევითი წვდომის მეთოდით (Random Access Method of Accounting and Control). დამგროვებელში გამოყენებული იყო ალიუმინის 50 დისკი დიამეტრით 24 დიუმი (დაახლოებით 60 სმ) და სისქით 2,5 სმ. ალიუმინის დისკის ზედაპირზე დატანილია მაგნიტური ნივთიერების ფენა, რომელზეც ხდება მონაცემების ჩაწერა. დისკების მთელი ეს სისტემა აგებული იყო ერთ დისკზე და ბრუნავდა სიჩქარით 1200 ბრუნი წუთში. დამგროვებლის მეხსიერების გჯამური მოცულობა შეადგენდა 5 Mb. უმთავრესი პრინციპი რაც გამოყენებული იყო RAMAC 305-ის კონსტრუქციაში იყო ის, რომ მაგნიტური თავაკები არ ეხებოდა დისკების ზედაპირს, დაცილებული იყო მისგან ძალიან მცირე და ფიქსირებული მანძილით. ვინჩესტერების კომპიუტერის შემადგენლობაში ჩართვამ მომხმარებლებს მისცათ შესაძლებლობა დამგროვებელზე შეენახათ დიდი მოცულობის მონაცემები.



ნახ. 1.2.13. RAMAC 305

<sup>2</sup><https://www.youtube.com/watch?v=zOD1umMX2s8>

### 1.3. კომპიუტერების მეორე თაობა - ტრანზისტორები (1955-1965)

Bell Laboratories თანამშრომლებმა ჯონ ბარდინმა (1908 -1991), უოლტერ ბრატეინმა (1902 - 1987) და უილიამ შოკლიმ (1910–1989) (ნახ. 1.3.1.) გამოიგონეს ტრანზისტორი, რისთვისაც მათ 1956 წელს მიენიჭათ ნობელის პრემია ფიზიკის დარგში. უახლოესი ათი წლის განმავლობაში ტრანზისტორებმა მოახდინა რევოლუცია კომპიუტერულ ტექნიკაში და დასაბამი მისცა კომპიუტერების მეორე თაობას.



ნახ. 1.3.1. ჯონ ბარდინი, უილიამ ბრატეინი და უილიამ შოკლი

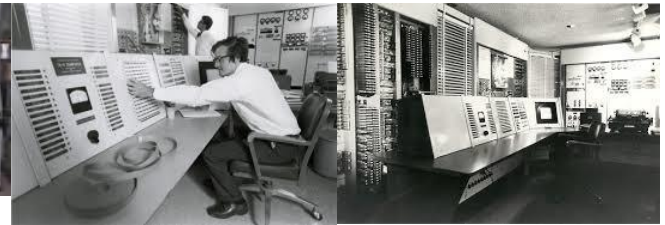
პირველი თაობის კომპიუტერებში კონსტრუქტორები ცდილობდნენ მაქსიმალურად შეემცირებინათ კომპიუტერისშემადგენელი მოწყობილობების რაოდენობა, რადგანაც ეს ზრდიდა მის საიმედობას. მეორე თაობის კომპიუტერებში უფრო მნიშვნელოვანი გახდა სხვა ამოცანების გადაწყვეტა, მაგალითად, მაქსიმალური სწრაფმედების მიღწევა, ოპერატიული მეხსიერების მოცულობის გაზრდა და ა.შ.



ნახ. 1.3.3. PDP-1



ნახ. 1.3.4. PDP-8



ნახ. 1.3.2. TX-0

ტრანზისტორებზე აგებული პირველი კომპიუტერი შეიქმნა MTI-ის ლაბორატორიაში და ერქვა TX-0 (Transistorized Experimental computer-0) (ნახ. 1.3.2). ამ კომპიუტერს არ ჰქონდა დიდი გამოყენება. ამ ლაბორატორიის ერთერთმა თანამშრომელმა კენტ ოლსენმა 1957 წელს დაარსა კომპანის DEC (Digital Equipment Corporation). პირველი პროდუქცია PDP-1 გამოჩნდა 4 წლის შემდეგ. მას ჰქონდა 4K ბაიტი მეხსიერება, სიტყვები 18 ბიტისანი, ხოლო ციკლის დრო კი იყო 5 მიკროწამი, რაც 2-ჯერ უკეთესი მაჩვენებელი იყო ვიდრე მისი მსგავსი კომპიუტერის IBM-7090. PDP-1 (ნახ. 1.3.3) იყო იმ დროს ყველაზე სწრაფი კომპიუტერი და ღირდა \$120000, ხოლო IBM-7090 კი მილიონი დოლარი. DEC კომპანიამ ათეულობით გაყიდა თავისი კომპიუტერი და ამით დასაბამი დაედო კომპიუტერულ მრეწველობას.

რამდენიმე წლის შემდეგ კომპანიამ გამოუშვა ახალი კომპიუტერი PDP-8 (ნახ. 1.3.4) ფასით \$16000. ამ კომპიუტერის მთავარი სიახლე იყო ერთი სალტე (Omnibus). ეს სიახლე ცოტა ხანში საყოველთაო გახდა. ეს კომპიუტერი გაიყიდა 50 000 ცალი და გახდა ლიდერი კომპიუტერულ ბაზარზე.

ამ პერიოდში კომპანია IBM აქტიურად ჩაერთო კომპიუტერულ წარმოებაში. მისი პოპულარული მოდელები იყო IBM-709, IBM-7090 და IBM-7094 (ნახ. 1.3.5). მათგან უკანასკნელი ყველაზე ძლიერი კომპიუტერი იყო. მისი ციკლის დრო იყო 2 მიკროწამი, მანქანური სიტყვის სიგრძე იყო 16 ბიტი, ხოლო ოპერატიული მეხსიერება კი 32 Kსიტყვა. კომპიუტერები IBM-7090 და IBM-7094 იყო ENIAC ტიპის უკანასკნელი კომპიუტერები და სემეცნიერო გამოთვლების უმეტესი ნაწილი სწორედ მათზე მოდიოდა გასული საუკუნის 60-იან წლებში. კომპანია IBM-მა კომერციული გათვლებისათვის გამოუშვა კომპიუტერი IBM-1401, რომლის ფასიც ბევრად ნაკლები იყო.



ნახ. 1.3.5. IBM-7094

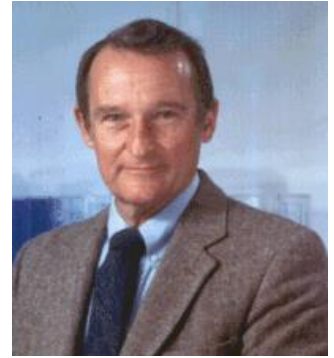


1964 წელს CDC (Control Data Corporation) კომპანიამ გამოუშვა კომპიუტერი 6600 (ნახ. 1.3.6), რომელიც მუშაობდა დაახლოებით 10-ჯერ უფრო სწრაფად



ნახ. 1.3.6. CDC-6600

IBM-7094-თან შედარებით. ეს კომპიუტერი განკუთვნილი იყო სამეცნიერო გამოთვლებისათვის და ძალიან პოპულარული გახდა. კომპიუტერის ასეთი მაღალი სწრაფქმედება მიიღწეოდა იმით, რომ ცენტრალურ პროცესორში რეალიზებული იყო პარალელიზმის მაღალი დონე. მასში ერთდროულად



ნახ. 1.3.7. სეიმურ კრეი (1925–1966)

გამოიყენებოდა რამდენიმე ფუნქციონალური მოწყობილობა შეკრებისა, გამრავლებისა და გაყოფისათვის და ყველა ისინი მუშაობდა პარალელურად. ეფექტურად დაწერილი პროგრამისათვის შესაძლებელი იყო ერთდროულად 10 ბრძანების შესრულება. კომპიუტერ CDC-6600-ის პროცესორში ჩაშენებული იყო რამდენიმე პატარა კომპიუტერი. ამ კომპიუტერის ზოგიერთი პრინციპი დღესაც წარმატებით გამოიყენება თანამედროვე კომპიუტერებში.

CDC-6600 კომპიუტერის დამპროექტებელი იყო ფონ ნეიმანის მაგვარი ლეგენდარული პიროვნება სეიმურ კრეი, რომლის დამუშავებულია იმ დროის ყველაზე ძლიერი კომპიუტერები – სუპერკომპიუტერები, როგორებიცაა CDC-6600, CDC-7600 და Cray-1. მასვე ეკუთვნის ცნობილი ალგორითმი – როგორ შევიძინოთ ავტომობილი (თქვენ მიდიხართ სახლთან უახლოეს მაღაზიაში, ირჩევთ შესასვლელ კარებთან უახლოეს ავტომობილს, ჯდებით მასში და მიდიხართ სახლში. ამგვარად, ნაკლებად მნიშვნელოვან საქმეებს უთმობთ მინიმალურ დროს, ხოლო სუპერკომპიუტერების შექმნისათვის გრძელხანობიანი უფრო მეტი დრო).

მეორე თაობის კომპიუტერებში არ შეიძლება არ მოვიხსენიოთ კომპიუტერი Burroughs B5000. კომპიუტერების PDP-1, IBM-7094 და CDC-6600 დამპროექტებლები ზრუნავდნენ ძირითადად მათ აპარატულ უზრუნველყოფაზე და ცდილობდნენ მათ გაიაფებას ან აემუშავებინათ კომპიუტერი უფრო სწრაფად (IBM, CDC). პროგრამული უზრუნველყოფა კი არ იცვლებოდა. B-5000 კომპიუტერის დამუშავებლები კი წავიდნენ სხვა გზით. მათ დაამუშავეს კომპიუტერი, რომლის დაპროგრამებაც ხდებოდა დაპროგრამების ენაზე Algol60, ანუ დაამუშავეს ისეთი აპარატული საშუალებები, რომლებმაც მაქსიმალურად გაამარტივეს ენის კომპილატორი. ამგვარად, დაიბადა იდეა, კომპიუტერის დაპროექტების დროს გათვალისწინებული უნდა იყოს ასევე მისი პროგრამული უზრუნველყოფა.



ნახ. 1.3.8. B-5000

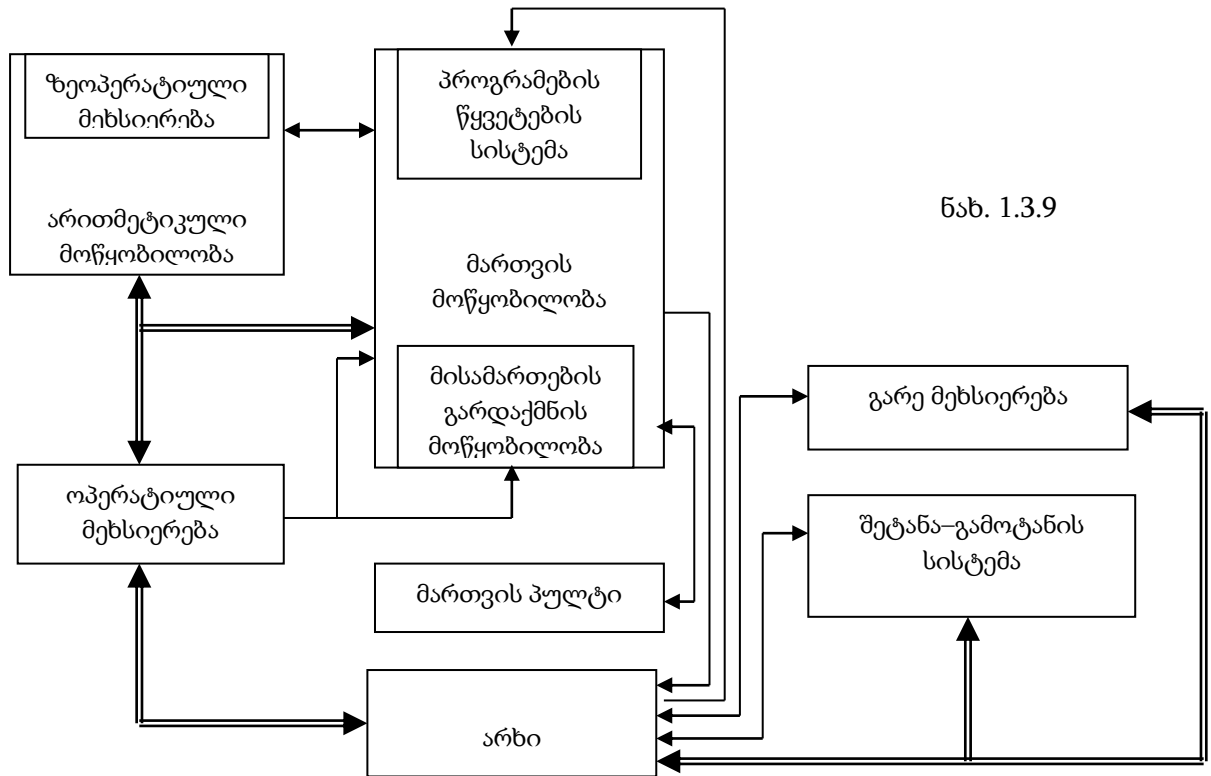
მეორე თაობის კომპიუტერების სტრუქტურული თავისებურებებიდან არსებითია შემდეგი:

- მისამართების გარდაქმნისათვის სპეციალური აპარატურის შექმნა;
- დამხსომებელ მოწყობილობებში იერარქიული სტრუქტურის შექმნა;
- ინფორმაციის შეტანა–გამოტანის სისტემაში მართვის დეცენტრალიზაცია;
- მართვის მოწყობილობაში პროგრამების წყვეტების სისტემის შემოღება.

გარდა აღნიშნულისა, მეორე თაობის კომპიუტერებში შემოღებული იყო დამხსომებელი მოწყობილობა სავაზნის პრინციპით, მიკროპროგრამული მართვა და ა.შ. ამ პერიოდში ხმარებაში შემოვიდა შემდეგი ტერმინები: ცენტრალური პროცესორი, რომელიც აერთიანებს არითმეტიკულ მოწყობილობას, მართვის მოწყობილობას და მართვის პულტს; მანქანის ცენტრალური ნაწილი, რომელიც წარმოადგენს ცენტრალური პროცესორის და ოპერატიული დამხსომებელი

მოწყობილობის ერთობლიობას. მანქანის სტრუქტურულ სქემაში შემავალი სხვა ნაწილები წარმოადგენს პერიფერიულ მოწყობილობებს.

მეორე თაობის კომპიუტერების სტრუქტურული სქემა ნაჩვენებია ნახ. 1.3.9–ზე.



ნახ. 1.3.9

მეორე თაობის კომპიუტერებში კონსტრუქციულ სიახლეებთან ერთად შემოდებული იყო პროგრამების დამუშავების პაკეტური რეჟიმი, რომლის საშუალებითაც ხდებოდა ცენტრალური პროცესორის და ინფორმაციის შეტანა–გამოტანის პროცესორის მუშაობის დაპარალელება.

კომპიუტერზე ამოსახსნელად გამზადებულ პროგრამებს აგროვებდნენ ერთ „პაკეტად“. პაკეტი შეიძლება შეიქმნას როგორც პერფორირებული ლენტისა, ასევე მაგნიტურ ლენტზე. პაკეტის შექმნის შემდეგ ხდება მისი წაკითხვა და ოპერაციული სისტემის შემადგენლობაში შემავალი პროგრამის – სუპერვიზორის გაშვება. პროგრამა სუპერვიზორში ჩატვირთულია მუდმივად, ანუ წარმოადგენს რეზიდენტულ პროგრამას. მუშაობის დაწყების შემდეგ სუპერვიზორი იწყებს ჯერ პირველი ამოცანის საწყისი მონაცემების ჩატვირთვას, შემდეგ მოხდება პირველი ამოცანის შესრულებაზე გაშვება და დაიწყება მეორე ამოცანის საწყისი მონაცემების ჩატვირთვა. მესამე ამოცანიდან დაწყებული, კომპიუტერი დაიწყებს პაკეტში შემავალი პროგრამების შესრულების ნორმალურად დაპარალელებას, რაც ნიშნავს სამი სამუშაოს შეთავსებას: (i-1) ამოცანის შესრულების შედეგების გამოტანას, i ამოცანის შესრულებასა და (i+1) ამოცანისათვის საწყისი მონაცემების შეტანას.

ამოცანების პაკეტური დამუშავების რეჟიმის შესაქმნელად უკვე ჩამოთვლილ თავისებურებებთან ერთად საჭიროა კომპიუტერში ოპერაციული სისტემის არსებობა და მასში პრივილეგირებული ოპერაციებისა და ფსევდოოპერაციების გამოყოფა.

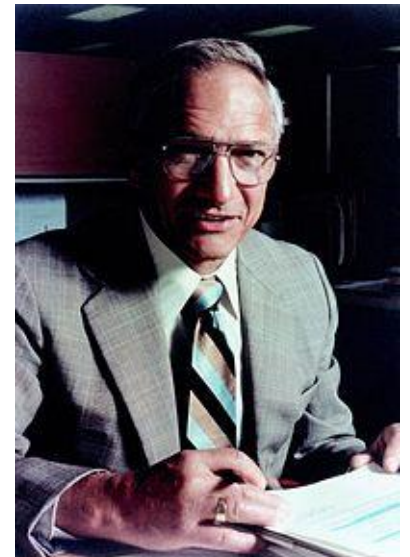
ოპერაციული სისტემების განვითარება ძირითადად მოხდა მესამე თაობის კომპიუტერებში, მაგრამ მეორე თაობის კომპიუტერების ოპერაციულ სისტემებში უკვე საკმაოდ ჩამოყალიბებული სახე ჰქონდა ტრანსლატორებს პრობლემურ–ორიენტირებული ენებიდან, რედაქტირების პროგრამებს და სტანდარტულ ქვეპროგრამებს. ამ თაობის კომპიუტერებში ოპერაციული სისტემები ჯერ კიდევ არ აღიქმებოდა, როგორც კომპიუტერის სტრუქტურული სქემის შემადგენელი ნაწილი. კომპიუტერის რიგით მომხმარებელს არავითარი ურთიერთობა არ ჰქონდა მის ოპერაციულ სისტემასთან და შეეძლო არც სცოდნოდა მისი არსებობის შესახებ. ოპერაციულ

სისტემასთან ურთიერთობა ჰქონდა მხოლოდ ოპერატორს, რომელიც მართავდა კომპიუტერში პროგრამის შესრულებას.

#### 1.4. კომპიუტერების მესამე თაობა - ინტეგრალური სქემები (1965-1980)

1958 წელს გამოგონებული იქნა ინტეგრალური სქემა (გამომგონებელი – რობერტ ნოსისი). პირვალდ მასში ერთ კორპუსში თავმოყრილი იყო ათეულობით ტრანზისტორი. ამის გამო ინტეგრალურ სქემებზე აგებული კომპიუტერი გამოვიდა ზომებით უფრო მცირე, მუშაობდა უფრო სწრაფად, საიმედოდ და ღირდა უფრო იაფი.

1964 წლისათვის კომპიუტერების ბაზარზე ლიდერი იყო კომპანია IBM, მაგრამ მას გააჩნდა დიდი პრობლემა: მისი კომპიუტერები IBM-7094 და IBM-1401 არ იყო ერთმანეთთან თავსებადი. მათგან პირველი განკუთვნილი იყო რთული სამეცნიერო გამოთვლებისათვის და მასში გამოიყენებოდა ორობითი არითმეტიკა 36 ბიტთან რეგისტრებზე, ხილი მეორე კი განკუთვნილი იყო კომერციული გათვლებისათვის და მასში გამოიყენებოდა თვლის ათობითი სისტემა და მანქანური სიტყვები არაფიქსირებული სიგრძით. ეს დიდ სირთულეს ქმნიდა. ამ პრობლემის გადასაწყვეტად კომპანიამ გამოუშვა ტრანზისტორებზე აგებული კომპიუტერების სერია System/360, რომელიც განკუთვნილი იყო როგორც სამეცნიერო, ასევე კომერციული გათვლებისთვისაც. System/360 შეიცავდა მრავალ სიახლეს. სერიის ყველა კომპიუტერში გამოიყენებოდა დაპროგრამების ერთადერთი ენა ასემბლერი. ყოველი ახალი მოდელი იყო მის წინამორბედზე ძლიერი და ამავე დროს მასთან თავსებადი. პროგრამების გადატანა ქვევიდან ზევით ხდებოდა უპრობლემოდ, ხოლო პირიქით – უფროსი მოდელებიდან მის წინამორბედებზე პროგრამების გადატანასა შეიძლება წამოჭრილიყო მეხსიერებასთან დაკავშირებული გარკვეული პრობლემები. ამ იდეამ ძალიან გაამართლა და კომპიუტერების მწარმოებელი სხვა კომპანიებიც სწრაფად გადავიდნენ ერთი სისტემის, მაგრამ სხვადასხვა ღირებულებისა და ფუნქციონალური შესაძლებლობების კომპიუტერების გამოშვებაზე. IBM/360 სისტემის შემდგომი განვითარება იყო სისტემები 370, 390, z9 და zSeries.



ნახ. 1.4.1. რობერტ ნორტონ ნოსისი (1927–1990)

IBM/360 სისტემის კიდევ ერთი სიახლე იყო მულტიპროგრამირება, ანუ კომპიუტერის ოპერატიულ მეხსიერებაში ერთდროულად ინახებოდა რამდენიმე პროგრამა და სრულდებოდა მიმდევრობით, წყვეტების გამოყენებით. IBM/360 სისტემის კომპიუტერები იყო პირველი კომპიუტერები, რომელთაც შეეძლოთ სხვა კომპიუტერების იმიტირება. ეს მიიღწეოდა მიკროპროგრამირების გამოყენებით. IBM/360 სერიის კომპიუტერებში გამოიყენებოდა 16 ცალი 32-თანრიგის შიდა რეგისტრი. გარდა ამისა, გამოიყენებოდა კომპიუტერის მეხსიერებაში მონაცემების ერთი მისამართიდან სხვა მისამართზე გადაადგილების ბრძანებები.



ნახ. 1.4.2. IBM/360

IBM/360 სისტემის კომპიუტერებში ოპერატიული მეხსიერების მოცულობა შეადგენდა 2<sup>24</sup> ბაიტს (16 Mბაიტს), რაც იმ დროისათვის წარმოუდგენლად დიდი მეხსიერება იყო.



სერია IBM/360 შეიცვალა სერიით IBM/370. შემდგომში გამოჩნდა კიდევ ახალი კომპიუტერები IBM-4300, IBM-3080, IBM-3090. ყველა ამ კომპიუტერს ჰქონდა თავსებადი არქიტექტურა. 80-იანი წლების შუა პერიოდში 16M ბაიტი მეხსიერება უკვე აღმოჩნდა არასაკმარისი და საჭირო გახდა 32 თანრიგიან მისამართებზე გადასვლა, რომლითაც უკვე მიიღწეოდა მეხსიერება მოცულობით  $2^{32}$  ბაიტი. ეს გახდა კომპიუტერების განვითარების კიდევ ერთი საფუძველი.



ნახ. 1.4.3. IBM/370

განვითარება ხდებოდა მინი კომპიუტერების სამყაროშიც. გამოჩნდა DEC კომპანიის ახალი კომპიუტერი PDP-11. მასში გამოიყენებოდა რეგისტრები, სიტყვები, მეხსიერება ბაიტური ორგანიზებით, რაც წარმოადგენდა IBM/360 არქიტექტურის მხარდაჭერას. თუ უნივერსალური კომპიუტერების კლასში ლიდერობდა კომპანია IBM, მინი კომპიუტერების კლასში გამოიკვეთა DEC კომპანიის ლიდერობა.



ნახ. 1.4.4. PDP-11

შეიძლება განვაზოგადოდთ ის სტრუქტურული სიახლეები, რაც საზოგადოდ გამოიკვეთა მესამე თაობის კომპიუტერებში. მათ შორის სადემონსტრაციოდ შეიძლება მოვიყვანოთ ყველაზე მნიშვნელოვანი მაგალითები:

1. მესამე თაობის კომპიუტერებში მეორე თაობასთან შედარებით საგრძნობლად გართულდა მანქანის ცენტრალური პროცესორი.

მეორე თაობის კომპიუტერებში პირველად გამოჩნდა მისამართების გარდაქმნის მოწყობილობები. მესამე თაობის კომპიუტერებში ამ მოწყობილობებს უკვე დიდი მნიშვნელობა ენიჭება. მათი საშუალებით ინდექსაციის ფუნქციებთან ერთად სრულდება აგრეთვე პროგრამებისა და მონაცემების გადაადგილების, მეხსიერების დაცვის ფუნქციები და ა.შ.

შემდგომი განვითარება ჰპოვა დეცენტრალიზაციის პრინციპმა. მესამე თაობის კომპიუტერებში დეცენტრალიზაციის პრინციპის გამოყენება დაიწყო უკვე ცენტრალური პროცესორის შიგნით. ეს შესაძლებელი გახდა იმის გამო, რომ ცენტრალურ პროცესორში გამოყოფილი იქნა რამოდენიმე დამოუკიდებელი სპეციალიზირებული პროცესორი. მესამე თაობის კომპიუტერების ცენტრალური პროცესორი, როგორც წესი, შეიცავს შემდეგ არითმეტიკულ მოწყობილობებს: ორობითი რიცხვებისათვის ფიქსირებული წერტილით, ორობითი რიცხვებისათვის მცოცავი წერტილით და ათობითი რიცხვებისათვის. ზოგიერთ კომპიუტერში ამ არითმეტიკულ მოწყობილობებთან ერთად იყენებენ აგრეთვე სპეციალიზირებულ პროცესორებს გაყოფისათვის და ზოგიერთი სპეციალური ფუნქციის შესასრულებლად. ყველა ამ მოწყობილობის მართვას ახორციელებს მართვის ცენტრალური მოწყობილობა ოპერატიული დამხსომებელი მოწყობილობიდან წაკითხული პროგრამის მიხედვით. მართვის ცენტრალური მოწყობილობა მეხსიერებიდან კითხულობს მომდევნო ბრძანებას და მისი შინაარსის მიხედვით რთავს შესაბამის სპეციალიზირებულ პროცესორს.

კონსტრუირების ასეთი პრინციპი უზრუნველყოფს არა მარტო სწრაფქმედების ზრდას, არამედ მომხმარებელს საშუალებას აძლევს კომპიუტერის შემადგენლობაში აირჩიოს ისეთი მოწყობილობები, რომლებიც მას სჭირდება, ე.ი. არ შეიძინოს ზედმეტი მოწყობილობები.

მესამე თაობის კომპიუტერებში შემდგომი განვითარება ჰპოვა პროგრამების წყვეტების პრინციპმა. შეწყვეტის სიგნალები გამოძულებულია პერიფერიულ მოწყობილობებში, რომელთა რიცხვიც საგრძნობლად გაიზარდა მეორე თაობის კომპიუტერებთან შედარებით.

2. მესამე თაობის კომპიუტერებში მოხდა მეხსიერების იერარქიული აგების პრინციპის შემდგომი გართულება. უკვე არსებულ ზეოპერატიულ, ოპერატიულ და გარე მეხსიერებას დაემატა ე.წ. დიდი მეხსიერება. თავისი სწრაფქმედებით და მოცულობით დიდ მეხსიერებას უკავია შუალედური მდგომარეობა ოპერატიულ მეხსიერებასა და გარე მეხსიერებას შორის. მომხმარებელი ოპერატიულ და დიდ მეხსიერებას შორის განსხვავებას ვერ გრძნობს. პროგრამისტს ურთიერთობა აქვს ერთი სახის სახის მეხსიერებასთან, რომელიც მისთვის წარმოადგენს მთავარ ოპერატიულ მეხსიერებას.

სინამდვილეში ცენტრალური პროცესორი დიდ მეხსიერებას პირდაპირ არ უკავშირდება. დიდ მეხსიერებასთან პირდაპირი კავშირი აქვს სპეციალურ აპარატურას, რომლის საშუალებითაც ხორციელდება ინფორმაციის გაცვლა ოპერატიულ მეხსიერებასა და დიდ მეხსიერებას შორის. ოპერატიულ მეხსიერებაში ჩაიტვირთება უახლოესი პროგრამები და მონაცემები, ხოლო პროგრამები და მონაცემები რომლებიც უახლოეს მომავალში საჭირო არ იქნება, გაიტანება ოპერატიული მეხსიერებიდან დიდ მეხსიერებაში. ასეთი სახის მეხსიერებას უწოდებენ ვირტუალურ მეხსიერებას. ამ შემთხვევაში გამოიყენება დამისამართების კიდევ ერთი ახალი ფორმა. ეს არის ვირტუალური ანუ მათემატიკური მისამართები, რომლებითაც პროგრამა მიმართავს თავის მონაცემებსა და ინსტრუქციებს. ფიზიკური მისამართები კი განსაზღვრავს ოპერატიული მეხსიერების უჯრედების ფიზიკურ ნომრებს, რომლებშიც სინამდვილეში განლაგებულია ეს პროგრამები და მონაცემები.

ვირტუალური მეხსიერების შემთხვევაში, ოპერატიულ მეხსიერებაში შეიძლება ინახებოდეს შესასრულებელი პროგრამის ნაწილი. მასთან ერთად ოპერატიულ მეხსიერებაში შეიძლება ჩატვირთული იყოს კიდევ სხვა პროგრამების ნაწილებიც. აქედან გამომდინარე, ვირტუალური მეხსიერების შექმნამ შესაძლებელი გახადა კომპიუტერში მრავალპროგრამიანი რეჟიმის რეალიზება.

3. მესამე თაობის კომპიუტერებში შემდგომი განვითარება ჰპოვა პერიფერიულმა მოწყობილობებმა. ისინი ფაქტობრივად წარმოადგენს მეორე თაობის კომპიუტერებში უკვე არსებულ შეტანა-გამოტანის პროცესორებს. მესამე თაობის კომპიუტერებში შეტანა-გამოტანის პროცესორებს უწოდებენ სელექტორულ და მულტიპლექსორულ არხებს. შესაძლებელია აგრეთვე სხვა დანიშნულების პერიფერიული პროცესორებიც.

სელექტორული და მულტიპლექსორული არხების შემადგენლობაში შეიძლება არ შედიოდეს რაიმე სპეციალური მოწყობილობები გამოთვლებისათვის, მაგრამ უნდა შეიცავდეს სპეციალურ პროცესორებს ინფორმაციის რედაქტირებისათვის. ეს არხები ღებულობს ინსტრუქციებს და ინფორმაციას ცენტრალური პროცესორისაგან და შემდეგ დამოუკიდებლად ასრულებს ინფორმაციის გაცემის ან მიღების და რედაქტირების სამუშაოებს.

მულტიპლექსორულ არხთან მიერთებულია რამდენიმე მოწყობილობა, სელექტორულ არხთან კი ერთი პერიფერიული მოწყობილობა. მეორე თაობის კომპიუტერებში თუ შესაძლებელი იყო ერთი შეტანა-გამოტანის პროცესორის არსებობა, მესამე თაობის კომპიუტერებში არხების რაოდენობა შეიძლება საკმაოდ დიდი იყოს, ხოლო პერიფერიული მოწყობილობების რაოდენობა განისაზღვრება ასეულობით. აქ პერიფერიული მოწყობილობების როლში შეიძლება ვიხილოთ ტერმინალები და ტერმინალური სადურები. ტერმინალები შეიძლება იყოს დისპლეი, ასევე საბეჭდი მოწყობილობები და ტელეტიპი. ოპერაციული სისტემის მიერ ტერმინალი აღიქმება როგორც კომპიუტერის მართვის პულტი.

ტერმინალური სადგური წარმოადგენს მცირე კომპიუტერთან მიერთებულ ტერმინალურ ბის ჯგუფს, რომელიც თავის მხრივ სელექტორული არხის ან მულტიპლექსორული არხის საშუალებით უკავშირდება კომპიუტერს. ტერმინალურ სადგურში შემავალ მინი კომპიუტერზე შესაძლებელია ინფორმაციის წინასწარი დამუშავება.

4. მესამე თაობის კომპიუტერებში შემდგომი განვითარება ჰპოვა ოპერაციულმა სისტემებმა. პირველი თაობის კომპიუტერებში მომხმარებლის კომპიუტერთან ურთიერთობის ფორმა იწვევდა კომპიუტერის მოწყობილობების სუსტ დატვირთვას. მეორე თაობის კომპიუტერებში გავრცელებული მონაცემების დამუშავების პაკეტური ფორმა მოუხერხებელი იყო მომხმარებლისათვის, რადგან თავისი ამოცანის შესრულებისათვის მას გარკვეულ დროში უნდა ემუშავა რამდენიმე ამოცანის ერთდროულად შესრულებაზე. მესამე თაობის კომპიუტერებში შემოღებული იქნა მუშაობის ახალი ფორმა – დროის დაყოფის რეჟიმი.

დროის დაყოფის რეჟიმის არსი მდგომარეობს შემდეგში. კომპიუტერთან ერთდროულად მიერთებულია ტერმინალების დიდი რაოდენობა, რომლებიც დაკავებული აქვთ მომხმარებლებს და მათი საშუალებით უშვებენ ამოცანებს კომპიუტერზე.

ოპერაციული სისტემის შემადგენელი ნაწილი, პროგრამა სუპერვიზორი ყველა ტერმინალს გამოუყოფს ადგილს ოპერატიულ დამხსომებელ მოწყობილობაში და იწყებს ამ ადგილებში ტერმინალებიდან ამ ადგილებში ამოცანების ჩატვირთვას. კომპიუტერში ამოცანების შესრულება მიმდინარეობს ტაიმერის კონტროლით. ტაიმერი არის სპეციალური მოწყობილობა, რომელიც გამოიყენება დროითი ინტერვალების ათვლიასათვის. ამ ინტერვალების გასვლის შემდეგ ტაიმერი იწვევს ცენტრალური პროცესორის მუშაობის შეწყვეტას.

პროგრამა სუპერვიზორი ტაიმერში წერს დროითი ინტერვალის სიდიდეს, რომელიც გამოყოფილის თითოეული ტერმინალისათვის. დროის ამ ინტერვალში სრულდება ამოცანა შესაბამისი ტერმინალიდან. ამის შემდეგ ტაიმერი იწვევს პროგრამის შეწყვეტას და სუპერვიზორი გადადის შემდეგ ტერმინალთან და ა.შ. თითოეული პროგრამის შესრულება ხდება პატარ-პატარა ნაწილებად. დროის ეს მონაკვეთები იმდენად მცირეა და ისე ხშირად გამოიძახება პროგრამები შესრულებაზე, რომ პროგრამისტი ფაქტობრივად ვერ აღიქვამს იმას, რომ კომპიუტერი მასთან ერთად სხვა მომხმარებელსაც ემსახურება.

კომპიუტერის მომსახურების დრო დაყოფილია მცირე მონაკვეთებად იმ მოსაზრებით, რომ ტერმინალებისათვის მომსახურების მოლოდინის დრო არ გაიზარდოს მიუღებელ მნიშვნელობამდე. გარდა ამისა, შესრულებულ პროგრამაში შეიძლება იყოს ლოგიკური შეცდომები, რომელთა მიზეზითაც პროგრამის შესრულება შეიძლება სალ არ დამთავრდეს.

## 1.5. კომპიუტერების მეოთხე თაობა – ზედიდე ინტეგრალური სქემები (1980 – ?)

ზედიდე ინტეგრალური სქემების შექმნამ 80-იან წლებში შესაძლებელი გახადა ერთ კორპუსში მოეთავსებინათ ჯერ ასეულობით ათასი, ხოლო შემდეგ კი მილიონობით ტრანზისტორი. ამან გამოიწვია კომპიუტერების მოცულობისა და ფასის ძალიან დიდი შემცირება და შესაძლებლობებისა და საიმედოობის ძალიან მნიშვნელოვანი ზრდა. ადრე კომპიუტერები იმდენად დიდი და ძვირადღირებული იყო, რომ კომპანიებს მათი მომსახურებისათვის სჭირდებოდათ სპეციალური სამსახურები – გამოთვლითი ცენტრები. 80-იან წლებში კი კომპიუტერებზე ფასები იმდენად შემცირდა, რომ მათი შეძენა შეეძლოთ უკვე ცალკეულ ადამიანებს. ამდენად, დაიწყო პერსონალური კომპიუტერების ერა, რომლისთვისაც დამახასიათებელია გამოყენების სფეროების მნიშვნელოვანი გაფართოება.

პირველი პერსონალური კომპიუტერები იყიდებოდა კომპლექტების სახით. კომპლექტში შედიოდა სისტემური პლატა, ინტეგრალური სქემების კომპლექტი, რომელშიც ცენტრალურ პროცესორედ შედიოდა Intel 8080, რამდენიმე კაბელი, კვების ბლოკი და 8 დიუმიანი დისკამპრავი. ამ ნაწილების მყიდველს თვითონ უნდა აეწყო კომპიუტერი. პროგრამული უზრუნველყოფა კომპიუტერს არ მოჰყვებოდა, ის თვითონ მყიდველს უნდა დაეწერა. ეს გარემოება

გამარტივა **ჰარი კილდალის** მიერ შექმნილმა ოპერაციულმა სისტემამ CP/M, რომელიც განკუთვნილი იყო Intel8080 პროცესორისათვის. ეს ოპერაციული სისტემა თავსდებოდა ერთ დისკზე და მოიცავდა ფაილების მართვის სიტემას და ინტერპრეტატორს მომხმარებლის ბრძანებების შესრულებისათვის. ბრძანებების აკრეფა ხდებოდა კლავიატურიდან.

გამოჩნდა **სტივ ვოზნიაკის** მიერ დამუშავებული კიდევ ახალი პერსონალური კომპიუტერი Apple, რომელმაც ძალიან მალე მოიხვეჭა პოპულარობა და გახდა IBM კომპანიის სერიოზული კონკურენტი. ლეგენდის თანახმად, პერსონალური კომპიუტერი პირველად შეიქმნა ერთ ჩვეულებრივ პატარა ქალაქში (აშშ). სწორედ აქ სტივ ჯობსმა და სტივ ვოზნიაკმა შექმნეს თავისი თავისი პირველი პერსონალური კომპიუტერი და დაარქვეს მას „Apple“. ამ კომპიუტერის შექმნისათვის საჭირო საწყის კაპიტალს წარმოადგენდა ჯობსის ძველი „ფოლკსვაგენის“ გაყიდვით მიღებული თანხა. ბაზარზე „Apple“ ფირმის პირველი პერსონალური კომპიუტერი გამოჩნდა უკვე 1977 წელს. მდგომარეობის გამოსასწორებლად IBM კომპანიაში მიიღეს გადაწყვეტილება – დააფინანსეს ერთ-ერთი თანამშრომელი ფილიპ ესტრიჯი და დაავალეს გასცლოდა ყოველგვარ საქმიანობას, განმარტოვებულიყო და მანამ არ დაბრუნებულიყო სამსახურში, სანამ არ შექმნიდა კონკურენტუნარიან კომპიუტერს. ესტრიჯი დაბრუნდა პერსონალური კომპიუტერის პროექტით, რომელშიც ცენტრალურ პროცესორად გამოყენებული იყო Intel8088 და ჩადებული იყო უკვე დაგროვილი გამოცდილება. ეს კომპიუტერი შეიქმნა 1981 წელს და მაშინვე გახდა ლიდერი პერსონალური კომპიუტერების სამყაროში.

ამ პერიოდში კომპანია IBM-მა მიიღო საინტერესო გადაწყვეტილება, მუშაობის მთელი თავისი შედეგები გამოაქვეყნა წიგნში ფასით \$49. ამას ჰქონდა როგორც უარყოფითი, ასევე დადებითი შედეგებიც. ამ წიგნის მიზანი იყო, რომ სხვა კომპანიებს დაემზადებინათ დამატებითი პლატები, რომლებიც გაზრდიდა IBMPC პოპულარობას. მაგრამ შედეგად მოჰყვა ის, რომ სხვა კომპანიებმა დაიწყეს ანალოგიური კომპიუტერების გამოშვება უფრო დაბალი ფასით და დაიწყეს IBM კომპანიის კონკურენცია კლონი კომპიუტერებით. დადებითი შედეგი კი იყო ის, რომ დასაბამი მიეცა ღია არქიტექტურის პრინციპს, ანუ სხვა კომპანიებს მიეცათ საშუალება დაემზადებინათ IBMPC კომპიუტერებთან თავსებადი მაკომპლექტებელი და პერიფერიული მოწყობილობები, რამაც გამოიწვია IBMPC კომპიუტერების სწრაფი განვითარება და გავრცელება. ამგვარად, დაიწყო პერსონალური კომპიუტერების სწრაფი განვითარება.

IBMPC კომპიუტერების პირველ ვერსიებში გამოყენებული იყო იმ დროისათვის მცირე კომპანია Microsoft-ის მიერ შექმნილი ოპერაციული სისტემა MS-DOS. შემდეგ გამოჩნდა IBM და Microsoft-ის ერთობლივი ოპერაციული სისტემა OS/2, რომელშიც გამოყენებული იყო უკვე გრაფიკული ინტერფეისი. პარალელურად Microsoft-მა დაიწყო მუშაობა საკუთარ ოპერაციულ სისტემაზე Windows, იმ შემთხვევისათვის, თუ OS/2 ვერ მოიპოვებდა საკმარის პოპულარობას. ეს მართლაც ასე მოხდა და შედგომ კომპიუტერებში გამოყენება ჰპოვა ოპერაციულმა სისტემამ Windows და მისმა მოდიფიკაციებმა.

80-იანი წლების შუა პერიოდში CISC (Complex Instruction Set Computer) პროცესორებთან ერთად გამოჩნდა RISC (Reduced Instruction Set Computer) პროცესორები, რომლებიც მუშაობდნენ გაცილებით უფრო სწრაფად. 90-იან წლებში კი უკვე გამოჩნდა სუპერსკალარული პროცესორები, რომლებშიც ერთდროულად სრულდებოდა ბევრი ბრძანება, ხშირად არაიგივე თანმიმდევრობით, როგორც ისინი გვხვდებოდა მომხმარებლის პროგრამაში.

მეოთხე თაობის კომპიუტერებისათვის დამახასიათებელი იყო მიკროსქემის კორპუსში ტრანზისტორების რაოდენობის სწრაფი ზრდა, რაც იწვევდა პროცესორების სიმძლავრისა და მეხსიერების მოცულობის ზრდას, გაბარიტების და ფასის შემცირებას. კომპიუტერების გაბარიტების შეფასებისათვის მიუთითებენ, თუ მოცულობის 1 კუბ. სმ-ში რამდენი ლოგიკური ელემენტია მოთავსებული. პირველი თაობის კომპიუტერებში ლოგიკური ელემენტების სიმკვრივე იყო  $10^{-1}$ , ანუ ერთი ელექტრონული მილაკი იკავებდა 10 კუბ. სმ მოცულობას. მესამე თაობის კომპიუტერებში მოცულობის 1 კუბ. სმ-ზე მოდის უკვე  $10^3$  ლოგიკური კომპონენტი. ამგვარად, 30 წლის განმავლობაში ლოგიკური ელემენტების სიმკვრივე გაიზარდა 10 000 ჯერ. თუ შესაძ-

ლებელი გახდება ლოგიკური ელემენტების სიმკვრივე მიყვანილი იქნას  $10^7$  დონემდე, მაშინ მაშინ ეს იქნება კომპონენტების იგივე სიმკვრივე, რასაც ადგილი აქვს ადამიანის თავის ტვინში.

ტექნოლოგიური პროცესის განვითარების შეფასება შეიძლება მურის კანონის გამოყენებით. გორდონ მური იყო Intel კომპანიის ერთ-ერთი დამფუძნებელი და ხელმძღვანელი. მან 1965 წელს აღმოაჩინა კანონზომიერება, რომ მიკროსქემაში ტრანზისტორების რაოდენობა ორმაგდება ყოველ 18 თვეში, ანუ ყოველწლიურად იზრდება 60%-ით. ე.ი. შესაძლებელია კომპიუტერების პროგრესის პროგნოზირება. ბევრი სპეციალისტი თვლის, რომ მურის კანონი სამართლიანი იქნება XXI საუკუნეშიც, თუნდაც 2020 წლამდე.

კომპიუტერების ტექნოლოგიურობის ზრდა ცხადია იწვევს მათი ფასის სემცირებას. ეს კი თავის მხრივ იწვევს ახალი პროგრამული პროდუქციის გამოჩენას. მაგალითად, როდესაც კომპიუტერი ღირდა \$10 მილიონი, არავის აზრად არ მოსდიოდა შეექმნა კომპიუტერული თამაშები. გაჩნდა ახალი კომპიუტერული ბაზარი და კომპიუტერული კომპანიები.

კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარებას ეხება კიდევ ერთი – ნათანის კანონი, რომელიც ეწოდა Microsoft კომპანიის მთავარი ადმინისტრატორის ნათან მირვოლდის საპატივსაცემად. ამ კანონის თანახმად: „პროგრამული უზრუნველყოფა ეს არის გაზი, რომელიც ვრცელდება და მთლიანად შეავსებს იმ რეზერვუარს, რომელშიც იმყოფება“.

მნიშვნელოვანი განვითარება იქნა მიღწეული ტელეკომუნიკაციის სფეროშიც. ორი ათწლეულის წინ გამოიყენებოდა მოდემი გადაცემის სიჩქარით 300 ბიტი/წმ. დღეს კი გამოიყენება ანალოგური მოდემები სიჩქარით 56 Kბიტი/წმ, სატელეფონო ხაზები ISDN-ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარით 2 x 64K ბიტი/წმ, ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირის არხები სიჩქარით 1G ბიტი/წმ. ოპტიკურ-ბოჭკოვანი ტრანსატლანტიკური კავშირის არხი (TAT-12/13) ღირებულება შეადგენს \$700 მილიონს, ფუნქციონირებს 10 წლის განმავლობაში და გადასცემს 300 000 ზარს ერთდროულად. ამგვარად, 10 წუთიანი ტრანსატლანტიკური კავშირის თვითღირებულება გამოდის 1 ცენტზე ნაკლები. ლაბორატორიული გამოკვლევები ადასტურებს, რომ შესაძლებელია კავშირგაბმულობის სისტემები სიჩქარით 1 ტერაბიტი წამში ( $10^{12}$  ბიტი/წმ), რომელთა საშუალებით შესაძლებელი იქნება ინფორმაციის გადაცემა 100 კმ-ზე შუალედური გამაძლიერებლების გარეშე. ინტერნეტის შესახებ შეიძლება აღბათ არც კი ვთქვათ რამე.

Bell Laboratories მკვლევარმა რიჩარდ ჰამინგმა შენიშნა, რომ რაოდენობრივი მაჩვენებლების ერთი თანრიგით გაზრდა უკვე იწვევს მოწყობილობის თვისებრივ ცვლილებებს. საქმე კი თუ ეხება კომპიუტერს, აქ ბოლო სამი ათწლეულის განმავლობაში რაოდენობრივი მაჩვენებლები შეიცვალა 1 000 000 ჯერ. ამგვარად, კომპიუტერულ ტექნიკაში გამოჩნდა სხვადასხვა დანიშნულებისა, ფუნქციონალური შესაძლებლობების და ფასის კომპიუტერები. მოხდა კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარება ერთდროულად ორი მიმართულებით: იზრდებოდა კომპიუტერების სიმძლავრე უცვლელი ფასის პირობებში და მეორეს მხრივ ხდებოდა ერთიდაიგივე შესაძლებლობების კომპიუტერების გამოშვება მათი ფასის მუდმივი შემცირებით. თანამედროვე კომპიუტერების ძალიან მიახლოებითი კლასიფიკაცია შეიძლება წარმოდგენილი იქნას ცხრილი 1-ის საშუალებით:

ცხრილი 1. თანამედროვე კომპიუტერის ტიპები მიახლოებითი ფასებით

| ტიპი                       | ფასი(\$) | გამოყენების სფერო                 |
|----------------------------|----------|-----------------------------------|
| „ერთჯერადი კომპიუტერები“   | 1        | მისალოცი ბარათები                 |
| ჩამონტაჟებული კომპიუტერები | 10       | საათები, მანქანები, ხელსაწყოები   |
| სათამაშო კომპიუტერები      | 100      | სათამაშო კომპიუტერები             |
| პერსონალური კომპიუტერები   | 1000     | პერსონალური კომპიუტერები          |
| სერვერები                  | 10000    | საქსელო სერვერები                 |
| სამუშაო სადგურები          | 100000   | მინი სუპერკომპიუტერები            |
| დიდი კომპიუტერები          | 1000000  | პაკეტური მონაცემების დამუშავება   |
| სუპერკომპიუტერები          | 10000000 | დიდი მოცულობის სათვლელი ამოცანები |

პერსონალური კომპიუტერების კატეგორიიდან შეიძლება საბაზოდ არჩეული იქნას სამი კომპიუტერი: PentiumII, UltraSPARCII და picoJavaII. ძალიან მოკლედ განვიხილოთ თითოეული მათგანი.

### **Pentium II**

პერსონალური კომპიუტერების შექმნას ასეთი ისტორია ჰქონდა. გასული საუკუნის 60-იანი წლების ბოლოს კალკულატორები ჯერ კიდევ ელექტრომექანიკური მოწყობილობები იყო და იწონიდა 20 კგ-მდე. იაპონურმა კომპანიამ Busicom-მა თხოვნით მიმართა Intel-ს დაემუშავენა რამდენიმე მიკროსქემა, რომ შეეცვალათ ელექტრომექანიკური კალკულატორი უფრო მარტივი, ტექნოლოგიური და იაფი მიკროსქემებით. ასე გამოჩნდა 1970 წელს ერთკრისტალიანი პროცესორი Intel4004, რომელიც მოიცავდა 2300 ტრანზისტორს. ასე ჩაეყარა საფუძველი დიდ გამოგონებას. Intel-მა სწორად შეაფასა გამოგონების მნიშვნელობა და Busicom-საგან შეისყიდა საავტორო უფლებები და დაიწყო ახალი უფრო ძლიერი პროცესორების დამუშავება. 1974 წელს შეიქმნა პროცესორი Intel8080, რომელიც უკვე გამოყენებული იქნა პირველ პერსონალურ კომპიუტერში, ხოლო 1978 წელს კი შეიქმნა პროცესორები Intel8086 და Intel8088, რომლებიც შემდეგ IBM კომპანიამ აირჩია IBMPC პერსონალური კომპიუტერებისათვის. ამ პროცესორის მანქანური სიტყვის სიგრძე იყო 8 თანრიგი, ხოლო სამისამართო სალტე კი 16 თანრიგისანი, ანუ მათი საშუალებით შესაძლებელი იყო 1 Mბაიტი მეხსიერების დამისამართება. შემდეგ გამოჩნდა უფრო ძლიერი პროცესორი Intel80286, რომელიც IBM-მა გამოიყენა კომპიუტერებში IBMPC/AT და PS/2. ამ და ყველა შემდეგ პროცესორებში გათვალისწინებული იქნა მემკვიდრეობითობა წინა პროცესორებთან.

შემდეგი ნაბიჯი იყო 1985 წელს გამოშვებული 32-ბიტისანი პროცესორი Intel80386. კიდევ 4 წლის შემდეგ კი შეიქმნა პროცესორი Intel80486, რომელშიც უკვე გამოიყენებოდა 8K ბაიტისანი კემ-მეხსიერება და მრავალპროცესორიანი სისტემისათვის დამახასიათებელი კონვეიერი. შემდეგი პერსონალური კომპიუტერი იყო Pentium, რომელშიც გამოყენებული იყო უკვე ორი კონვეიერი და პრინციპულად ახალი სალტე PCI. შემდეგი პერსონალური კომპიუტერი იყო PentiumPro. მისი შიდა სტრუქტურა საგრძნობლად გართულდა და შეეძლო 5 ბრძანების შესრულება ერთდროულად. შემდეგი პროცესორი იყო PentiumII, რომელიც პრაქტიკულად იმეორებდა მის წინამორბედს და დამატებული ჰქონდა MMX (Multi Media eXtension) ბლოკი მულტიმედიური ამოცანებისათვის. PentiumII პროცესორში გამოყენებული იყო უკვე 7 500 000 ტრანზისტორი.

### **UltraSPARC II**

გასული საუკუნის 70-იან წლებში ბევრ უნივერსიტეტში ძალიან პოპულარული იყო ოპერაციული სისტემა UNIX, მაგრამ შემდეგ პერსონალური კომპიუტერები არ გამოდგამისაღები ამ სისტემისათვის. სტენფორდის უნივერსიტეტის ასპირანტი ენდი ბეხტოლსჰაიმს ძალიან მოსწონდა UNIX-თან მუშაობა, რისთვისაც მას უწევდა კომპიუტერულ ცენტრში წასვლა PDP-11 და VAX კომპიუტერებზე სამუშაოდ. 1981 წელს მან ეს უხერხულობა გადაწყვიტა, სტანდარტული ნაწილებისაგან დამოუკიდებლად შექმნა პერსონალური სამუშაო სადგური UNIX და დაარქვა SUN-1 (Staford University Network).

ბეხტოლსჰაიმს მალე მიაქციეს ყურადღება. შეიკრიბა ოთხეული: ენდი ბეხტოლსჰაიმი, ვინოდ კოსლა, სკოტ მაკ-ნილი (სტენფორდის უნივერსიტეტის ასპირანტი) და ბილ ჯოი (ოპერაციული სისტემა UNIX-ის ძირითადი დამამუშავებელი) და 1982 წელს მათ შექმნეს კომპანია SUN Microsystems. კომპანიის პირველ კომპიუტერში SUN-1 გამოყენებული იქნა პროცესორი Motorola 68020. მალე გამოვიდა შემდეგი მოდელები Sun-2 და Sun-3, ასევე Motorola-ს მიკროპროცესორებზე აგებული. ამ კომპიუტერებმა მალე მოიპოვეს დიდი წარმატება, რადგანაც სხვა კომპიუტერებზე ბევრად ძლიერები იყვნენ და თანაც განკუთვნილი იყვნენ კომპიუტერულ ქსელში სამუშაოდ. ყოველი სამუშაო სადგური Sun აღჭურვილი იყო Ethernet საქსელო ადაპტერით და TCP/IP პროგრამული უზრუნველყოფით Internet-ის წინამორბედ ARPANET ქსელთან კავშირისათვის.



1987 წლისათვის Sun კომპანია ყიდდა სამუშაო სადგურებს ნახევარი მილიარდი დოლარის მოცულობით. ამ პერიოდში მათ მიიღეს გადაწყვეტილება, თავიანთი კომპიუტერები ადგიურვით საკუთარი, ახალი ტექნოლოგიით დამზადებული პროცესორებით SPARC (Scalable Processor Architecture), რომლის საფუძველზეც ააგეს ახალი სამუშაო სადგური Sun-4. კომპანია Sun-მა გადაწყვიტა არ დაკავებულყო SPARC პროცესორების გამოშვებით და გაყიდა პატენტი იმ იმედით, რომ კონკურენციის პირობებში სქემების დამამზადებელი კომპანიები გააძლიერებდნენ და გააიფუნებდნენ პროცესორებს და პროგრესი დაჩქარდებოდა. მართლაც, მალე გამოჩნდა ერთმანეთთან თავსებადი პროცესორები MicroSPARC, HyperSPARC, SuperSPARC და TurboSPARC.

კომპანია Sun დაინტერესებული იყო, რომ მის ირგვლივ ყოფილიყვნენ სხვა კომპანიები, რომლებიც დაამზადებდნენ მათთვის მიკროსქემებსა და მაკომპლექტებელ მოწყობილობებს. ამ მიზნით Sun-მა შექმნა სამრეწველო კონსორციუმი SPARC International. პირველი პროცესორი SPARC იყო 32-ბიტისანი, მუშაობდა 36 Mჰერც სიხშირეზე და ერქვა IU (Integer Unit). ბრძანებათა სისტემაში ჰქონდა ბრძანებების 3 ძირითადი ფორმატი, ხოლო მათი რაოდენობა კი იყო 55. როდესაც შეიქმნა მცოცავმიმდინაო პროცესორი, ბრძანებათა სისტემას დაემატა კიდევ 14 ბრძანება. ეს მაჩვენებლები არ იყო მანცდამანც კარგი, მაგრამ თუ გავითვალისწინებთ, რომ ეს იყო მისი პირველი პროცესორი, დასაწყისისათვის ძალიანაც კარგი იყო.

SPARC-ის განვითარებაში დიდი გარდატეხა მოხდა 1995 წელს, როდესაც შეიქმნა უკვე 64-ბიტისანი ვერსია (მისამართებიც და რეგისტრებიც იყო 64-ბიტისანი). პირველი ასეთი მუშა სადგური იყო UltraSPARCI. ეს პროცესორი მთლიანად თავსებადი იყო მის წინამორბედ 32-ბიტისანი პროცესორებთან.

წინამორბედ კომპიუტერებში თუ მუშაობა ხდებოდა სიმბოლოებსა და რიცხვით მონაცემებთან, UltraSPARC თავიდანვე განკუთვნილი იყო გამოსახულებებთან, აუდიო, ვიდეო და მულტიმედიურ მონაცემებთან მუშაობისათვის. 64-ბიტისანი არქიტექტურასთან ერთად დამატებული იყო მულტიმედიურ პროგრამებთან სამუშაო 23 ბრძანება. მათ უწოდებდნენ VIS (Visual Instruction Set).

UltraSPARC თავიდანვე განკუთვნილი იყო web სერვერებისათვის, რომლებშიც გაერთიანებული იქნებოდა ათეულობით პროცესორი და ფიზიკური მეხსიერება 2 T ბაიტამდე (1 T ბაიტი –  $10^{12}$  ბაიტი). შემდეგ გამოჩნდა კიდევ ახალი მუშა სადგურები UltraSPARCIII და UltraSPARCIIV.

## PicoJava II

დაპროგრამების ენა C შექმნა Bell Laboratories თანამშრომელმა დენის რიჩიმ. ეს ენა განკუთვნილი იყო ოპერაციული სისტემა UNIX-ში მუშაობისათვის. UNIX-ის პოპულარობის წყალობით მალე C-ც გახდა პოპულარული. რამდენიმე წლის შემდეგ ამავე ლაბორატორიის თანამშრომელმა ბრაიან სტრაუსტრუპმა C ენას დაუმატა ობიექტზე ორიენტირებული დაპროგრამების თვისებები და ასე გაჩნდა C++, რომელიც ასევე ძალიან პოპულარული გახდა.

90-იანწლებში Sun Microsystems-ის მკვლევარებმა დაიწყეს ფიქრი იმაზე, თუ როგორ გაეკეთებინათ ისე, რომ მომხმარებლებს შესძლებოდათ ინტერნეტის საშუალებით გამოეძახათ ორობითი პროგრამები და ჩაეტვირთათ web გვერდების ნაწილებად. მათ მოსწონდათ C++, მაგრამ საიმედოობის მხრივ არ აკმაყოფილებდათ. ამიტომ, C++-ის ბაზაზე მათ შექმნეს ობიექტზე ორიენტირებული ენა Java.

Java რადგანაც არის დაპროგრამების ენა, ამიტომ შეიძლება დაიწეროს კომპილატორი, რომელიც გარდაქმნის მას Pentium-ისათვის, SPARC-ისათვის ან რომელიმე სხვა კომპიუტერისათვის. ასეთი კომპილატორები არსებობს. მაგრამ, იქმნება პრობლემა. პროგრამა თუ კომპილირებულია SPARC-ისათვის და ინტერნეტით გადაიგზავნება Pentium-ზე, მასზე მისი გაშვება შეუძლებელი იქნება.

ამ პრობლემის გადასაწყვეტად Sun-მა მონახა გამოსავალი, შექმნა ახალი ვირტუალური მანანა JVM (Java Virtual Machine). მისი მეხსიერება ორგანიზებული იყო 32-ბიტისანი სიტყვებით



და გააჩნდა 226 ბრძანება. მათგან უმეტესობა მარტივი ბრძანებებია, მაგრამ ზოგიერთი მოითხოვდა ციკლების დიდ რაოდენობას და მიმართვებს მეხსიერებასთან.

კომპანიაში Sun დაამუშავეს კომპილატორი და ინტერპრეტატორი. კომპილატორი Java პროგრამებს გარდაქმნიდა JVM დონეზე, ხოლო ინტერპრეტატორით კი ხდებოდა მათი შესრულება. ინტერპრეტატორი დაწერილი იყო C-ზე, რაც იმას ნიშნავდა, რომ მისი რეალიზება შესაძლებელი იყო პრაქტიკულად ყველა კომპიუტერზე. მაშასადამე, იმისათვის, რომ ინტერნეტიდან მივიღოთ და გავუშვათ Java პროგრამები, საკმარისია ჩვენ კომპიუტერზე დავაყენოთ შსაბამისი ინტერპრეტატორი. ამ ინტერპრეტატორების სრული არჩევანი პრაქტიკულად ყველა ბრაუზერს გააჩნია.

JVM პროგრამების ინტერპრეტაცია ხდება ნელა. ალტერნატიული გადაწყვეტა – ჯერ მოვახდინოთ JVM პროგრამის კომპილირება ჩვენი კომპიუტერისათვის და შემდეგ გავუშვათ უკვე კომპილირებული პროგრამა. ასეთი მიდგომა მოითხოვს JVM-დან მანქანურ ენაზე გადასაყვანი კომპილატორის არსებობას ბრაუზერში და საჭიროების შემთხვევაში გააქტიურების საშუალებას. ასეთ კომპილატორებს უწოდებენ JIT-კომპილატორებს (JustInTime) და ისინი საკმაოდ არიან გავრცელებული. ასეთი სისტემა მაინც იძლევა მცირე დროით დაყოვნებას (JVM პროგრამის კომპილირების დრო).

Sun და სხვა კომპანიებმა JVM პროგრამულ უზრუნველყოფასთან ერთად (JVM ინტერპრეტატორი და JIT-კომპილატორი) დაამუშავეს მიკროსქემა JVM-პროცესორი, რომელიც პირდაპირ ასრულებს JV პროგრამას ყოველგვარი კომპილირებისა და ინტერპრეტატორის გარეშე. ამ მიკროსქემის ღირსებაა ისიც, რომ შეიძლება მისი ჩამონტაჟება სხვა მოწყობილობაში. ეს პროცესორები PicoJavaI და PicoJavaII საკმაოდ ძლიერი და იაფია (\$50-მდე). მათი ჩანერგვა შეიძლება პლასტიკურ ბარათებში, ტელევიზორებში, ტელეფონებში და ა.შ. Java მიკროსქემის ღირსება იმაშიც მდგომარეობს, რომ მას შეუძლია შეიცვალოს ფუნქციები მუშაობის პროცესში, დაიმატოს ახალი პროგრამები.

PicoJavaII არის არა ფიზიკური მიკროსქემა, არამედ პროექტი, ფიზიკური მიკროსქემების საფუძველს წარმოადგენს, მაგ., MicroJava701. PicoJava ძალიან განსხვავდება ტრადიციული პროცესორებისაგან. მის შემადგენლობაში შედის ორი ფაკულტატური პროცესორი: კემ-მეხსიერება და პროცესორი მცოცავი წერტილით. ეს პროცესორები ფაკულტატურია იმ გაგებით, რომ დამამზადებელი კომპანია თავისი შეხედულებისამებრ გამოიყენებს ან არ გამოიყენებს რომელიმეს ამ პროცესორთაგან.

პერსონალური კომპიუტერების პროცესორების განხილვისას საქმე გვექონდა პროცესორების სამ სხვადასხვა კატეგორიასთან: CISC – სუპერსკალარული პროცესორით; RISC – სუპერსკალარული პროცესორით და სხვა მოწყობილობებში ჩაშენებული პროცესორები.

მოცემულ თავში განხილული კომპიუტერებისა და მათი არქიტექტურის განვითარების ისტორია შეჯამებულია ცხრილ 1-ში, სადაც მოყვანილია ამ ისტორიის საკვანძო მომენტები.

ცხრილი 2. კომპიუტერების განვითარების ძირითადი ეტაპები

| გამოშვების თარიღი | კომპიუტერის სახელწოდება | შემქმნელი           | გამოყენება   |
|-------------------|-------------------------|---------------------|--|
| 1834              | ანალიტიკური მანქანა     | ბებიჯი              | ციფრული კომპიუტერის შექმნის პირველი მცდელობა         |
| 1936              | Z1                      | ზუსი                | პირველი გამომთვლელი მანქანა რელეებზე                 |
| 1943              | COLOSSUS                | ბრიტანეთის მთავრობა | პირველი ელექტრონული კომპიუტერი                       |
| 1944              | MarkI                   | აიკენი              | პირველი ამერიკული მრავალმიზნობრივი კომპიუტერი        |
| 1946              | ENIACI                  | კვერტი, მოუჩლი      | აქედან იწყება თანამედროვე კომპიუტერების ისტორია      |
| 1949              | EDSAC                   | უილკსი              | პირველი კომპიუტერი პროგრამების მეხსიერებაში შენახვით |

|      |           |             |  |
|------|-----------|-------------|--|
| 1951 | WhirwindI | MTI         | პირველი კომპიუტერი დროის რეალური მასშტაბით                           |
| 1952 | IAS       | ფონ ნეიმანი | ეს პროექტი გამოიყენება თანამედროვე კომპიუტერების უმრავლესობაში       |
| 1960 | PDP-1     | DEC         | პირველი მინი კომპიუტერი  |
| 1961 | 1401      | IBM         | ძალიან პოპულარული პატარა კომპიუტერი                                  |
| 1962 | 7094      | IBM         | ძალიან პოპულარული დიდი გამომთვლელი მანქანა                           |
| 1963 | B5000     | Burroghs    | მაღალი დონის ენისათვის დამუშავებული პირველი გამომთვლელი მანქანა      |
| 1964 | 360       | IBM         | კომპიუტერების პირველი ოჯახი  |
| 1964 | 6600      | CDC         | პირველი სუპერკომპიუტერი სამეცნიერო გამოთვლებისათვის                  |
| 1965 | PDP-8     | DEC         | მასობრივი მოხმარების პირველი მინი-კომპიუტერი                         |
| 1970 | PDP-11    | DEC         | ეს მინი-კომპიუტერები დომინირებდნენ კომპიუტერულ ბაზარზე 70-იან წლებში |
| 1974 | 8080      | Intel       | პირველი უნივერსალური 8-ბიტის კომპიუტერი მიკროსქემებზე                |
| 1974 | CRAY-1    | Cray        | პირველი ვექტორული სუპერკომპიუტერი                                    |
| 1978 | VAX       | DEC         | პირველი 32-ბიტის სუპერმინიკომპიუტერი                                 |
| 1981 | IBMPC     | IBM         | დაიწყო თანამედროვე პერსონალური კომპიუტერების ერა                     |
| 1985 | MIPS      | MIPS        | პირველი RISC კომპიუტერი  |
| 1987 | SPARC     | Sun         | პირველი RISC სამუშაო სადგური SPARC პროცესორით                        |
| 1990 | RS6000    | IBM         | პირველი სუპერსკალარული კომპიუტერი                                    |

## 2. ინტერნეტი და ელექტრონული ფოსტა

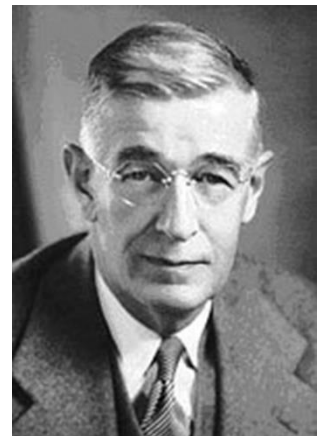
ინტერნეტი არის გლობალური კომპიუტერული ქსელი, რომელიც მის ყოველ მომხმარებელს აძლევს მთელი ქსელის საინფორმაციო შესაძლებლობების გამოყენების საშუალებას და ამავდროულად გადასცეს თავისი ინფორმაცია ქსელის ყოველ მომხმარებელს. ინტერნეტი-ქსელი დაფუძნებულია დამისამართების და განაწესების ერთიან სისტემაზე, რომელიც წარმოადგენს ქსელში გაერთიანებული კომპიუტერების თავისებურ „სასაუბრო სისტემას“.

### 2.1. გლობალური კომპიუტერული ქსელი ინტერნეტი

ტერმინი ინტერნეტი (Internet) არის ინგლისური გამოთქმის „interconnected network“ შემოკლება, რომლის თარგმანიცაა – გლობალური კომპიუტერული ქსელი. საინფორმაციო ქსელის ინტერნეტის და ელექტრონული ფოსტის სისტემის შექმნამ პერსონალური კომპიუტერის ყოველ მფლობელს მისცა მთელი კაცობრიობის საინფორმაციო რესურსით სარგებლობის და მისი განვითარების საქმეში თავისი წვლილის შეტანის შესაძლებლობა. კავშირგაბმულობის საშუალებებით უამრავი კომპიუტერის გაერთიანებით ხდება მათში არსებული ინფორმაციის გაერთიანებაც ერთიან საინფორმაციო ბანკში, რომლითაც ყველა მომხმარებელს შეუძლია სარგებლობა. ქსელი ინტერნეტი იძლევა ნებისმიერი ინფორმაციის მიღების ამოუწურავ შესაძლებლობებს.

ბრიტანული ენციკლოპედია იძლევა ინტერნეტის ასეთ განმარტებას: „ინტერნეტი არის ქსელი, რომელიც თავის მხრივ აერთიანებს სხვა კომპიუტერულ ქსელებს ერთიან სისტემაში და დაფუძნებულია მისამართების ერთიან სისტემაზე და განაწესების სისტემაზე, რომლებიც იძლევა ინფორმაციის გაცვლის შესაძლებლობას“.

ინტერნეტის ნათლიად სეიდლება ჩაითვალოს ამერიკელი მეცნიერი და ადმინისტრატორი ვანევარ ბუში (1890–1974). 1945 წელს თავის სტატიაში „როგორ შეგვიძლია ფიქრი“ (As We May Think) ბუშმა აღწერა თეორიული მანქანა, რომელსაც უწოდა Memex. ამ მანქანას შეეძლო ადამიანის მეხსიერების გაზრდა, რაც შემდეგნაირად მიიღწეოდა: ადამიანს შეეძლო მასში მონაცემების შენახვა და შემდეგ ასოციაციური კავშირების გამოყენებით საჭირო დოკუმენტების მოძიება. ამას დღეს ჰიპერტექსტი ჰქვია.



ნახ. 2.1.1. ვანევარ ბუში

სწორედ ბუშს ეკუთვნის მართვის ორმაგი დანიშნულების დამუშავების ძირითდი იდეები, რომელთა საფუძველზეც შემდგომში მოძიებული იქნა ორგანიზაციული ფორმები და დაფინანსების წყაროები საქსელო გლობალური პროექტების დასამუშავებლად. 1940 წელს მოხდა ისტორიული შეხვედრა ვანევარ ბუშსა და აშშ-ს პრეზიდენტ რუზველტს შორის, რომელიც სულ 10 წუთი გრძელდებოდა. ამ შეხვედრის შედეგი იყო ის, რომ შეიქმნა თავდაცვითი კვლევების ნაციონალური კომიტეტი (National Defense Research Committee, NDRC) და ბუში დაინიშნა ამ კომიტეტის თავმჯდომარედ. NDRC შემდეგ გარდაიქმნა აშშ-ს თავდაცვის სამინისტროს პერსპექტიული კვლევების სააგენტოდ ARPA (Advanced Research Projects Agency). 10 წლის შემდეგ ARPA-მ დაიწყო საკომუნიკაციო სისტემების კვლევების დაფინანსება. კვლევების მიზანი იყო შექმნათ საკომუნიკაციო სისტემა, რომელიც შეძლებდა ფუნქციონირებას გლობალური ბირთვული ომის დაწყების საშიშროების პირობებში.

1960-იან წლებში აშშ-ს თავდაცვის სამინისტრომ ქვეყნის სტრატეგიული ინტერესებიდან გამომდინარე დასვა საიმედო საკომუნიკაციო კომპიუტერული ქსელის შექმნის ამოცანა. ამ ქსელის ძირითად კონცეფციას წარმოადგენდა დეცენტრალიზაციის იდეა. ქსელს ცივი ომის პირობებში უნდა გაეგრძელებინა გარანტირებული ფუნქციონირება ბირთვული დარტყმის შედეგად ერთი ან რამდენიმე ნაწილის მწყობრიდან გამოსვლის შემთხვევაშიც კი.

ამ პერიოდში ვანევარ ბუშის მანქანა Memex-ის განვითარებას სხვა მეცნიერებმაც დაუჭირეს მხარი და ჰიპერტექსტის იდეა განხორციელებული იქნა.

ტექსტში სხვა სტატიაზე მითითება ნებისმიერ სამეცნიერო წიგნსა თუ სტატიაში ხდება. ამ მითითებებისათვის გამოიყენება სხვა შრიფტი ან დახრილი ასოები. მითითებული წყაროები მკითხველმა თვითონ უნდა მოძებნოს, ეს მას ბევრ დროს ართმევს და ბევრ უხერხულობასთან არის დაკავშირებული.

ჰიპერტექსტის ტექნოლოგიის შექმნამ კომპიუტერის მომხმარებლისათვის შესაძლებელი გახადა ტექსტიდან წყაროებზე პირდაპირი გადასვლა, ამისათვის საკმარისია მხოლოდ მაუსის დაწკაპება წყაროს დასახელებაზე. ეს მომხმარებელს აძლევს წყაროების ძებნაზე დაზოგოს ბევრი დრო.

ითვლება, რომ პირველმა ტერმინი „ჰიპერტექსტი“ გამოიყენა ინგლისელმა მეცნიერმა ტედ ნელსონმა (Ted Nelson) 1963 წელს, ხოლო 1965 წელს კი ეს ტერმინი შევიდა უკვე მის წიგნში "Literary Machine" ("სწავლული მანქანა").

გარდა ამისა, 1968 წელს ჰიპერმიმართებები ცნობილი იყო სტენფორდის უნივერსიტეტის სპეციალისტებისათვის. იმ პერიოდში კომპიუტერული მაუსის გამომგონებელმა დუგლას ენგელბარტმა (Douglas Engelbart) მოახდინა დემონსტრირება, კომპიუტერულ პროგრამაში მაუსის ღილაკის გარკვეულ სიტყვებზე დაწკაპებით როგორ შეიძლება ეკრანზე ექსტის ახალი გვერდების გამოტანა.

ARPANET-ის შექმნამდე კავშირის არხებში შესაძლებელი იყო ინფორმაციის ძალიან პატარა მოცულობების გადაგზავნა. შემდეგ კი შესაძლებელი გახდა ინფორმაციის საკმაოდ მოზრდილი ბლოკების გაგზავნა და მიღება.

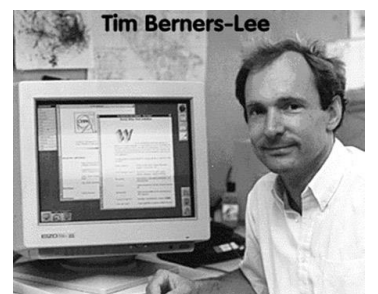
შემდეგ იგივე კვლევით ცენტრში შეიქმნა ე.წ. „განაწესი TCP/IP“, რომელიც გახდა მომავალი საერთაშორისო ქსელის ინტერნეტის შექმნის საფუძველი. საქსელო განაწესი ეს არის ტექნიკური პროცედურებისა და მეთოდების გარკვეული ერთობლიობა, რომელთა საშუალებითაც სხვადასხვა კომპიუტერულ ქსელებს შეუძლიათ ერთმანეთთან კონტაქტის დამყარება, ანუ ინფორმაციის გაცვლა. მანამდე ასეთი კონტაქტის დამყარება შესაძლებელი იყო მხოლოდ ცალკე აღებულ ერთგვაროვან ქსელში, მაგალითად, IBM კომპიუტერებს მონაცემების გაცვლა შეეძლოთ მხოლოდ IBM კომპიუტერებთან.



ნახ. 2.1.2. ტედ ნელსონი და დუგლას ენგელბარტი

ARPANET ქსელის შემქმნელებმა პირველად 1969 წლის ოქტომბერში შეძლეს ინფორმაციის დიდი ბლოკის ქსელში გადაგზავნა. ინფორმაციის ასეთი ბლოკი გაგზავნილი იქნა ლოს-ანჯელოსის უნივერსიტეტიდან იგივე შტატში მდებარე ერთერთ კვლევით ცენტრში. ინფორმაციის გაგზავნის მანძილი დიდი არ იყო, მაგრამ მათავარი მანძილი კი არ იყო, არამედ მათავარი იყო ის, რომ ახალი ტექნოლოგიით განხორციელებული იქნა ინფორმაციის პირველი გაცვლა.

უკვე 1969 წელს თავდაცვის სამინისტროს დაწესებულებების უმრავლესობამ თავისი ქსელები გააერთიანა ერთიან საერთო ქსელში. ამ ქსელით დაინტერესდა ქვეყნის ბევრი უნივერსიტეტიც. ეს ქსელი შეიძლება ჩაითვალოს ქსელი ინტერნეტის სათავედ. ქსელთან კომერციული ორგანიზაციების და კერძო პირების მიერთების შედეგად წარმოიქმნა თანამედროვე ქსელი ინტერნეტი. ინტერნეტ ქსელის ბიოგრაფიაში მნიშვნელოვანი როლი ითამაშა ბირთვული ფიზიკის ლაბორატორიის CERN-ის შვეიცარიელმა მეცნიერებმა, რომელთაც თავმჯდომარეობდა ტიმოთი ბერნეს-ლი. 1991 წლის იანვარში მათ შექმნეს ინფორმაციის გადაცემის განაწესი, ანუ HTML



ნახ. 2.1.3. ტიმ ბერნეს ლი



დოკუმენტების აღწერის ენა HTML (Hypertext Markup Language), რის შემდეგაც დაიბადა სამსახური World Wide Web (WWW) ანუ შემოკლებით Web. კლიენტებსა და სერვერებს შორის HTML-დოკუმენტების გაცვლისათვის გამოიყენება ინტერნეტ-განაწესი HTTP (Hypertext Transfer Protocol).

World Wide Web, ან WWW, ან უბრალოდ Web, არის ინფორმაციის წარმოდგენის და გაცვლის სისტემა. ინტერნეტ ქსელში სწორედ WWW იძლევა ინფორმაციის ვიზუალურად წარმოდგენის საშუალებას.

ტიმ ბერნეს-ლი-მ მთელ კაცობრიობას უფასოდ, საჩუქრად გადასცა თავისი გამოგონება. ამან გახადა ინტერნეტი საყოველთაო სარგებლობის სისტემად. სწორედ ამიტომ, 1991 წლის იანვარი შეიძლება ჩაითვალოს ინტერნეტ ქსელის დაბადების თარიღად.

ყოველწლიურად ინტერნეტით მოსარგებლე აბონენტების რაოდენობა განუხრელად იზრდება. 1999 წლის მონაცემებით მსოფლიოში ინტერნეტით მოსარგებლე აბონენტების რაოდენობა იყო 201 მილიონი ადამიანი, მათ შორის აშშ-ში და კანადაში – 112,4 მილიონი (43%), ევროპაში – 47,15 მილიონი, აზიაში – 33,61 მილიონი, ლათინურ ამერიკაში – 29 მილიონი. 2006 წელს კი ინტერნეტით მოსარგებლე აბონენტების რაოდენობამ გადააჭარბა 1 მილიარდ ადამიანს ანუ ეს იყო იმ დროს დედამიწის მოსახლეობის 15%.

2006 წელს ელექტრონულ ფოსტას შეუსრულდა 35 წელი. მისი შექმნის ისტორია რა თქმა უნდა მჭიდროდ არის დაკავშირებული ინტერნეტთან და მის წინამორბედ ქსელზე ARPANET. პირველად შეიქმნა ლოკალური ქსელები, ხოლო 1965 წელს კი არალოკალური ქსელი. ლოურენს რობერტსმა და თომას ლერრილმა დაბალსიჩქარიანი კომპიუტერებადი სატელეფონო კავშირის არხით ერთმანეთს დაუკავშირეს მასაჩუსეტსა და კალიფორნიაში მდებარე კომპიუტერები. შედეგად ნაჩვენები იქნა, რომ კომპიუტერებს შეუძლიათ ურთიერთკავშირის დამყარება და დავალებები გადანაწილება. 1967 წელს დამუშავებული იქნა ARPANET ქსელის პროექტი, ხოლო 1968 წელს კი შეიქმნა პირველი მოდემი, რომელიც საჭირო იყო კომპიუტერების ერთმანეთთან დასაკავშირებლად სატელეფონო კავშირის არხის საშუალებით. ამ სამუშაოში მონაწილეობას ღებულობდა ლ. რობერტსი. 1969 წელს სტენფორდის უნივერსიტეტში დუგლას ენგელბარტმა ARPANET ქსელისთვის დაამუშავა პროგრამა, რომელიც იძლეოდა კომპიუტერების ერთმანეთთან დაკავშირების საშუალებას.

1969 წლის 29 ოქტომბერს კალიფორნიის უნივერსიტეტის კომპიუტერიდან სტენფორდის უნივერსიტეტის კომპიუტერზე გაგზავნილი იქნა პირველი ტექსტური შეტყობინება. კომპიუტერებს შორის ტექსტური შეტყობინებების გაცვლის სისტემა დამუშავებული იქნა დ. ენგელბარტის მიერ.

1971 წელს პროგრამისტმა როი ტომლინსონმა სრულყო კომპიუტერებს შორის წერილების გაცვლის სისტემა. ამისათვის მან დაამუშავა დაშორებულ კომპიუტერებზე საფოსტო მისამართების სისტემა. პროგრამასთან მუშაობისას კომპიუტერის ყოველ მომხმარებელს მიენიჭებოდა მისამართი, რომელიც შედგებოდა მისი სახელისა და მისი კომპიუტერის საქსელო სახელებისაგან. ეს სახელები ერთმანეთისაგან გამოყოფილი იყო ნიშნით "@". ეს ნიშანი ტომილსონმა გამოიყენა "at" (ზე) წინდებულის ნაცვლად, ანუ ჩანაწერი user@machine აღნიშნავს: ესა და ეს მომხმარებელი ქსელის ამა და ამ კომპიუტერზე. ARPANET ქსელის მომხმარებლებისათვის „საფოსტო ყუთის“ ადგილმდებარეობა გახდა სრულიად განსაზღვრული, რის შედეგადაც გაადვილდა მათ შორის კავშირის დამყარება. ელექტრონული ფოსტის შექმნის საწყის ეტაპზე შესაძლებელი იყო მხოლოდ ტექსტური შეტყობინებების გადაცემა, ელექტრონულ წერილებს შემდეგ დაემატა მათში ჩადგმული ნახატები, სურათები, ვიდეოროლიკები და მუსიკა. ელექტრონული ფოსტა დღეს წარმოადგენს ინტერნეტის ყველაზე მოთხოვნად ფუნქციას.



ნახ. 2.1.4. როი ტომლინსონი

ახალი რეალობის პირობებში ტელეგრაფი გახდა არარენტაბელური. ტელეგრაფი ჯერ ტელეფაქსმა შეავიწროვა, ხოლო შემდეგ ინტერნეტმა და ელექტრონულმა ფოსტამ კი მისი მოხმარება მინიმუმამდე დაიყვანა.

2011 წლის მონაცემებით ელექტრონული ფოსტის მომხმარებლების რაოდენობა შეადგენდა 5,9 მილიარდ ადამიანს.

## 2.2. ინტერნეტში ჩართვის მიზნები

რა შედეგები შეიძლება მივიღოთ ინტერნეტში ჩართვით? ასეთი შედეგები რამდენიმეა. ერთერთი უმთავრესი შედეგი არის საჭირო ინფორმაციის მოძიება და მიღება. ადრე ინფორმაციის მიღების უმთავრესი წყარო იყო პრესა, რადიო, ტელევიზია, მაგრამ ახლა პირველ რიგს იმკვიდრებს ინტერნეტი. ამჟამად ინტერნეტი უკვე დიდი პოპულარობით სარგებლობს. იქედან შეიძლება ყოველგვარი ინფორმაციის მოპოვება. მაგალითად, ამერიკელების 80%, რომელთაც გააჩნიათ ინტერნეტთან წვდომა, ინფორმაციას სწორედ იქედან ღებულობს. მეორე შედეგი არის პერსონალური „გვერდის“ შექმნა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია მსოფლიო საზოგადოებას გააცნო შენი თავი, შენი შესაძლებლობები, შედეგები, მოთხოვნილებები, ინტერესები. პერსონალურ გვერდზე შესაძლებელია გამოქვეყნებული იქნას ნებისმიერი მასალა – სტატიები, წიგნები, ნახატები, ფოტოსურათები, მუსიკა. ამ დროს, „გვერდის“ ავტორი არაა დამოკიდებული რომელიმე გამომცემლობაზე და მითუმეტეს ცენზორზე (იგულისხმება, რომ ავტორი უნდა დაემორჩილოს ქვეყნისა და საერთაშორისო კანონებით მიღებულ ნორმებს).

ინტერნეტის შედეგების ერთერთი ყველაზე გავრცელებული ფორმაა ელექტრონული ფოსტა. ინტერნეტ მომხმარებლების 70%-ს ვეღარ წარმოუდგენიათ თავი ელექტრონული ფოსტის გარეშე. ამერიკელთა შორის ეს მაჩვენებელი უფრო მაღალია – 90%.

ინტერნეტში ჩართვის კიდევ ერთი მიზანია *გაერთიანება ინტერესების მიხედვით*: მაგალითად, თქვენ გასურთ ინფორმაციის გაცვლა სხვა კინომოყვარულებთან. კიდევ ერთი მიზანია *ინფორმაციის გაცვლა გაერთიანებებსა და ორგანიზაციებს* (კომერციულ და არაკომერციულ) შორის. და ბოლოს, *პროდუქტების ან მომსახურების შეთავაზება*, თუ კი შესაძლებელია ამ პროდუქტების ფოსტით გადაგზავნა ან მომსახურების დისტანციურად განხორციელება. ამჟამად მომსახურების ეს ფორმა ძალიან გავრცელებულია და კიდევაც სწრაფად ვითარდება.

ინტერნეტ ქსელის საშუალებით შესაძლებელია მოლაპარაკებების განხორციელება დროის რეალურ მასშტაბში (on line) – ე.წ. (chat) და ICQ.

ინტერესების მიხედვით ურთიერთობის ინტერესი გამოიხატა XX საუკუნის 80-იან წლებში და შეიქმნა სხვადასხვა სოციალური ქსელები.

სოციალური ქსელი ეს არის ინტერაქტიული მრავალმომხმარებლიანი Web-გვერდი, რომლის შიგთავსის შევსებაც ხდება ქსელის მომხმარებლების მიერ. გვერდი წარმოადგენს ავტომატიზებულ სოციალურ გარემოს, რომელიც საერთო ინტერესებით გაერთიანებულ მომხმარებლების ჯგუფს აძლევს ურთიერთობის საშუალებას.

### 2.2.1. YouTube

**YouTube** არის მომსახურება, რომელიც იძლევა ვიდეო მასალების გამოყენების საშუალებას. მომხმარებლებს შეუძლიათ დაათვალიერონ, დაამატონ ან კომენტარები გაუკეთონ ამა თუ იმ ვიდეო ჩანაწერებს. მოხმარების სიმარტივის გამო YouTube გახდა ძალიან პოპულარული ვიდეოპორტალი და მესამე Web-გვერდი მიკითხვების რაოდენობის მიხედვით. ყოველდღიურად ვიდეო მონაცემების დასათვალიერებლად მიკითხვებების რაოდენობა არის 2 მილიარდი. Web-გვერდზე წარმოდგენილია როგორც პროფესიონალურად გადაღებული ფილმები, ასევე მოყვარულების მიერ ჩაწერილი ვიდეო ჩანაწერები, ვიდეო ბლოგების ჩათვლით.

პროექტი განხორციელებული იქნა 2005 წელს კალიფორნიის ქალაქ სან-ბრუოს ფირმის PayPal-ს ყოფილი თანამშრომლების მიერ. ისინი იყენებდნენ Flash Video (flv) ტექნოლოგიას, რომელიც იძლეოდა ჩაწერის საკმაოდ მაღალ ხარისხს გადაცემული მონაცემების მცირე მოცულობის პირობებში.

2006 წლის ნოემბერში კომპანია Google-ს მიერ დასრულებული იქნა YouTube-ს შექმნა, რისთვისაც გადახდილი იქნა 1,65 მილიარდი დოლარი. YouTube-ს შექმნამდე Google-საც გააჩნდა მსგავსი სერვისი – Google Video. Google-ს წარმომადგენლები არ აპირებენ ამ სერვისის დახურვას, მას იყენებენ ვიდეოჰოსტინგის ყველა „გვერდზე“ ვიდეო ინფორმაციის მოძიებისათვის. ამჟამად Google Video-ს ძიება მოიცავს YouTube-საც. YouTube-ზე პირველი ვიდეო განთავსებული იქნა 2005 წლის 23 აპრილს. ეს იყო სან-დიეგოს ზოოპარკში მოყვარულის მიერ გადაღებული 18 წამიანი ვიდეო როლიკი. ამჟამად YouTube ფართოდ გამოიყენება ფილმებისა და სხვადასხვა სახის ინფორმაციის გავრცელებისათვის.

### 2.2.2. Facebook

"Facebook" – სოციალური ქსელი დაფუძნებული იქნა 2004 წელს მარკ ცუკერბერგის და ჰარვარდის უნივერსიტეტის საერთო საცხოვრებელში მისი მეზობლების ედუარდ სავერინის, ედუარდ მოსკოვიცის და კრის ჰიუზის მიერ. ამ Web-გვერდის წყალობით მარკ ცუკერბერგი გახდა ყველაზე ახალგაზრდა მილიარდერი 23 წლის ასაკში.

თავდაპირველად Web-გვერდს ერქვა thefacebook.com და გახსნილი იყო მხოლოდ ჰარვარდის უნივერსიტეტის სტუდენტებისათვის. მოგვიანებით შეიცვალა სახელწოდება და დაერქვა თანამედროვე სახელი facebook და მომხმარებლების რიცხვს დაემატა ჯერ ბოსტონის უნივერსიტეტის სტუდენტები, ხოლო შემდეგ კი ამერიკის ყოველი უნივერსიტეტის სტუდენტებს შეეძლოთ Web-გვერდით სარგებლობა. ამისათვის საკმარისი იყო ელექტრონული მისამართი ყოფილიყო დომენით .edu. 2010 წლის 21 ივლისის მონაცემებით Facebook-ით მსოფლიოში სარგებლობდა 500 მილიონი მომხმარებელი, გვერდების დათვალიერებების რაოდენობა იყო 570 მილიარდი. 2009 წელს Facebook-ის მიერ მიღებული თანხა იყო 700 მილიონი დოლარი.

Facebook-ის საშუალებით შესაძლებელია პროფილის შექმნა სურათებით, მეგობრების დაპატიჟება, მათთან შეტყობინებების გაცვლა, სხვა მომხმარებლებისათვის სტატუსის შეტყობინება. Facebook-ში ასევე შესაძლებელია საერთო ინტერესების მიხედვით ჯგუფების შექმნაც.

2007 წელს Facebook-მა გააკეთა განცხადება, რომ პროგრამისტებს შეეძლოთ შეექმნათ ახალი პროგრამები, რომელთა საშუალებითაც Facebook-ს დაემატებოდა მომსახურების ახალი ფორმები. Facebook იძენდა ამ შეთავაზებებს. ამ აქციამ ერთის მხრივ, Facebook-ს დაუმატა ბევრი ახალი ფუნქცია, და მეორეს მხრივ მოახდინა მომხმარებლების აქტიურობის სტიმულირება.

ამჟამად Facebook-ში გათვალისწინებულია მომსახურების სხვადასხვა ფორმები. მათ შორის ყველაზე მეტი პოპულარობით სარგებლობს ფოტოალბომი და „კედელი“, რომელზეც მეგობრებს შეუძლიათ შეტყობინებების დატოვება. მომხმარებელს შეუძლია პროფილში გამოქვეყნებულ ინფორმაციაზე წვდომის დონის კონტროლი და იმის განსაზღვრა, თუ ვინ ახორციელებს წვდომას მისი პროფილის ამა თუ იმ ნაწილთან.

2003 წლის 28 ოქტომბერს მეორეკურსელმა მარკ ცუკერბერგმა დაწერა პროგრამა *Facemash*, რომელიც ფოტოსურათებს ათავსებდა წყვილად და განსაზღვრავდა მათ შორის რომელი იყო უფრო მეტად „პიკანტური“. ამის მისაღწევად ცუკერბერგმა გატეხა ჰარვარდის უნივერსიტეტის კომპიუტერული ქსელის დაცული განყოფილებები და იქიდან გადაიწერა ფოტოსურათები. ჰარვარდს იმ დროს არ ჰქონდა სტუდენტური „ალბომი“. *Facemash*-მა მუშაობის პირველ ორ საათში მიიზიდა 450 მნახველი, რომლებმაც დაათვალიერა 22 000 ფოტოსურათი.

გვერდი სწრაფად იზრდებოდა ჰარვარდის ადმინისტრაციამ რამდენიმე დღის შემდეგ დახურა. ცუკერბერგი დაადანაშაულეს უსაფრთხოების ნორმების და საავტორო უფლებების დარღვევაში და გარიცხეს უნივერსიტეტიდან, მაგრამ შემდეგ მალევე მოუხსნეს ეს ბრალდება. ცუკერბერგი დაუბრუნდა თავის პირვანდელ პროექტს და გახსნა გვერდი თანაკუსელებისათვის შეტყობინებების გასაცვლელად.



ნახ. 2.2.1. Facebook-ს შექმნელი – მარკ ცუკერბერგი



შემდეგ სემესტრში 2004 წლის იანვარში ცუკერბერგმა დაიწყო პროგრამის კოდოს წერა ახალი Web-გვერდისათვის. მისი თქმით ამ საქმისაკენ მას უბიძგა Harvard Crimson-ში გამოქვეყნებულმა Facemash-ის ინციდენტთან დაკავშირებულმა სტატიამ. 2004 წლის 4 თებერვალს ცუკერბერგმა გაუშვა "Thefacebook" მისამართით thefacebook.com.

Web-გვერდის გაშვებიდან 6 დღის შემდეგ ჰარვარდის უნივერსიტეტის სამმა უფროსკურსელმა, კამერონ ვინკლევოსმა, ტაილერ ვინკლევოსმა და დივია ნარენდრამ დაადანაშაულეს ცუკერბერგი იმაში, რომ ის გამიზნულად ატყუებდა მათ, დახმარებას ჰპირდებოდა სოციალური ქსელის შექმნაში HarvardConnection.com სახელწოდებით, მაგრამ მან ამის მაგივრად, გამოიყენა რა მათი იდეები, ააგო მათი ქსელის კონკურენტი ქსელი. მათ იჩივლეს Harvard Crimson გაზეთში და დაიწყო გამოძიება.

თავდაპირველად Facebook-ში გაწევრიანება შესაძლებელი იყო მხოლოდ ჰარვარდის უნივერსიტეტის სტუდენტებისათვის. არსებობის პირველივე თვეში მასში დარეგისტრირდა ჰარვარდის უნივერსიტეტის სტუდენტების ნახევარზე მეტი. Web-გვერდის შემდგომი განვითარების მიზნით ცუკერბერგს შეუერთდნენ ედუარდ სავერინი (ფინანსური დირექტორი), დასტინ მოსკოვიცი (პროგრამისტი), ენდრიუ მაკ-კოლლუმი (გრაფიკოსი) და კრის ჰიუზი. 2004 წელს Facebook-ს მიუერთდა სტენფორდი, კოლუმბიის უნივერსიტეტი და იელი. ცოტა ხნის შემდეგ მათ რიცხვს დაემატა კიდევ ბოსტონისა და ნიუ-იორკის უნივერსიტეტები მასაჩუსეტის ტექნოლოგიური ინსტიტუტი. ძალიან მალე Facebook-მა მოიგვა ამერიკის შეერთებული შტატებისა და კანადის უნივერსიტეტების უმეტესობა.

2010 წლის ბოლოს და 2011 წლის დასაწყისში ინტერნეტში მოხდა დიდი ძვრები, განსაკუთრებით სოციალური ქსელების სფეროში. თუ ადრე ინტერნეტი გავლენას ახდენდა ქვეყნების ეკონომიკურ განვითარებაზე, ბოლო დროს ის უკვე გავლენას ახდენს პოლიტიკაზეც. ვიდეოკავშირის პროგრამების YouTube, Skype და Facebook-ის მსგავსი სოციალური ქსელების საშუალებით შესაძლებელია მიტინგების, დემონსტრაციებისა და პიკეტების ოპერატიულად ორგანიზება.

2004 წლის ივნისში *The Facebook* გადავიდა პალო-ალტოში (კალიფორნია). იმავე თვეს *The Facebook*-მა მიიღო პირველი ინვესტიცია PayPal სისტემის დამარსებელი პიტერ ტილისაგან. 2005 წელს კომპანიამ 200 000 დოლარად შეიძინა დომენის სახელი facebook.com და თავის დასახელებას მოაცილა არტიკლი *The*.

2006 წლის 26 სექტემბრიდან გვერდი გაიხსნა 13 წლის ასკიდან დაწყებული ამერიკის ყოველი მოქალაქისათვის, რომელსაც კი ჰქონდა ელექტრონული ფოსტა.

2007 წლის 24 ოქტომბერს Microsoft-მა გამოაცხადა, რომ 240 მილიონ დოლარად შეიძინა Facebook-ის აქციების 1,6%. ამან შესაძლებელი გახდა კომპანიის ღირებულების დათვლა, რომელმაც დაახლოებით 15 მილიარდი დოლარი შეადგინა. Microsoft-მა მიიღო Facebook-ში საერთაშორისო განცხდებების განთავსების უფლება.

2008 წელს Facebook-მა დუბლინში გახსნა საერთაშორისო შტაბ-ბინა. 2009 წლის სექტემბერში პირველად იქნა გამოცხადებული, რომ კომპანიამ მოგება მიიღო. 2010 წლის ნოემბერში SecondMarket Inc-ის მონაცემებით კომპანიის ღირებულება შეადგენდა 42 მილიარდ დოლარს. ამგვარად, კომპანია Facebook Web-კომპანიებს შორის გახდა სიდიდით მესამე, Google-სა და Amazon-ის შემდეგ. 2011 წლის გაზეთ The New York Times-ის მონაცემებით სოციალური ქსელის ღირებულებამ 50 მილიარდ დოლარს მიაღწია.

Facebook-ის ტრაფიკი სტაბილურად იზრდებოდა 2009 წლის შემდეგ. 2010 წლის 13 მარტს, უკანასკნელი კვირის შედეგების მიხედვით, Facebook-ს ჰყავდა უფრო მეტი მნახველი ვიდრე Google-ს.



ნახ. 2.2.2. Facebook-ის შტაბ-ბინა პალო-ალტოში



2009 წლის 13 ივნისს Facebook-ის მომხმარებლებს მიეცათ შესაძლებლობა თავად აერჩიათ თავისი გვერდის მისამართი ([www.facebook.com/არჩეული\\_მისამართი](http://www.facebook.com/არჩეული_მისამართი)).

2010 წლის 30 სექტემბერს კომპანიამ ხელი მოწერა შეთანხმებას ინტერნეტ-ტელეფონიის სერვისს Skype-სთან, რომლის მიხედვითაც დაიგეგმა მისი სოციალურ ქსელში ინტეგრირება.

2010 წლის 7 ოქტომბერს წარმოადგენილი იქნა ინტერფეისის ახალი სახეობა ჯგუფები, რომელიც იძლევა მომხმარებლების მცირე ჯგუფებს შორის (მეგობრები, კოლეგები, ოჯახი და ა.შ.) ინფორმაციის უფრო სწრაფად და მოხერხებულად გაცვლის საშუალებას. ჯგუფები იძლევა ახალ შესაძლებლობებს: დოკუმენტების ერთობლივი რედაქტირება, ჯგუფური ჩათი. ამავე წლის 15 ნოემბერს მარკ ცუკერბერგმა პრეზენტაციაზე ოფიციალურად გამოაცხადა საკუთარი საფოსტო სამსახურის შექმნის შესახებ.

### 2.2.3. Skype

ინტერნეტ-ტელეფონიის კომპანიის Skype Group-ს დამფუძნებლები არიან შვეციელი ნიკლას ზენსტრემი და დანიელი იანუს ფრიისი, ხოლო პროგრამული უზრუნველყოფა კი დამუშავებულია ესტონელი პროგრამისტების ახტი ხაინლას, იანს ტალლინ-ის და პრიიტ კასესალუს მიერ.

კომპანია Skype დაარსებული იქნა 2003 წელს. 2005 წელს კომპანია 2,6 მილიარდ დოლარად შეიძინა მსხვილა ონლაინ-აუქციონმა eBay-მ, შემდეგ Skype-ის საკონტროლო პაკეტი შეიძინა ინვესტორების ჯგუფმა (30% დარჩა eBay-ს და 14% კომპანიის დამფუძნებლებს). ამ მომენტისათვის კომპანია შეფასებული იყო 2,75 მილიარდ დოლარად. Skype-ში ყველაზე დიდი პოპულარობით სარგებლობს ვიდეო-ზარები, რომლითაც სარგებლობს მომხმარებლების 40%. Skype-ის ვერსიები გამოშვებული იქნა ყველა ოპერაციული სისტემისათვის. არსებობის მანძილზე მომხმარებლებს უკვე ნალაპარაკები აქვთ 100 მილიარდ „უფასო“ წუთზე მეტი. უფასო რეჟიმში Skype to Skype საუბრის გარდა შესაძლებელია ზარების განხორციელება მობილურ, სტაციონალურ ტელეფონებზე და პირიქით. მაგრამ, ეს საუბრები ფასიანია, სწორედ ეს ზარები იძლევა შემოსავლის დიდ ნაწილს, თუმცა კი ყოველთვიური სააბონენტო გადასახდი დაბალია.

Skype არის უფასო პროგრამული უზრუნველყოფა დახურული კოდით, რომელიც უზრუნველყოფს დაშიფრული ხმოვანი საუბარის გადაცემას ინტერნეტში ჩართულ კომპიუტერებს შორის (VoIP) და ასევე ფასიან ზარებს მობილურ და სტაციონალურ ტელეფონებზე.

პროგრამა ასევე იძლევა კონფერენც-ზარების (25 აბონენტამდე), ვიდეოზარების (მათ შორის ვიდეოკონფერენციის 10 აბონენტამდე) შესაძლებლობას. გარდა ამისა, უზრუნველყოფს ტექსტური შეტყობინებების (ჩათი) და ფაილების გადაცემას. მონაცემების გადაცემისათვის Skype იყენებს P2P-არქიტექტურას. Skype-ის მომხმარებლების კატალოგი განაწილებულია Skype-ის მომხმარებლების ქსელის კომპიუტერებზე, რაც სისტემას აძლევს თავისი მასშტაბების ძალიან დიდ ზომებამდე მარტივად გაფართოების საშუალებას. ამჟამად Skype-ს ჰყავს 100 მილიონზე მეტი მომხმარებელი. Skype-ის ღირსებას წარმოადგენს ისიც, რომ მას არ სჭირდება ძვირადღირებული ინფრასტრუქტურა და ცენტრალიზებული სერვერები.



ნიკლას ზენსტრემ (შვეცია)



იანუს ფრიის (დანია)



ახტი ჰაინლა



იან ტალლინ (ესტონია)



პრიიტ კასესალუზ

ნახ. 2.2.3. Skype-ს ავტორები

### 2.3. ინტერნეტის საძიებო სისტემები

ინტერნეტში დაგროვდა ინფორმაციის იმდენად დიდი მოცულობა, რომ წარმოიქმნა საჭირო ინფორმაციის მოძებნის პრობლემა. ინტერნეტში ინფორმაციის მოძიება, თუ ცნობილი არ არის საჭირო ინფორმაციის მისამართი, შეიძლება შევადაროთ დიდ ქალაქში კონკრეტული ადამიანის სახელის, გვარისა და მისამართის გარეშე მისი ბინის მოძიებას.

ინტერნეტში „გზის გაგნების“ გასამარტივებლად შექმნილი იქნა სპეციალური საძიებო სისტემები. ისინი შეიძლება პირობითად დაყოფილი იქნას ორ ძირითად ჯგუფად: კატალოგებად და სრულტექსტიან სისტემებად. კატალოგები მოწყობილია ბიბლიოგრაფიული საცნობარო სისტემების პრინციპებით. მათში ყოველი წიგნი ან სტატია მოთავსებულია საცნობარო სისტემაში და მათი მოძიება ხდება საგნობრივი ან ავტორების მიმთითებლებით. საქსელო კატალოგში მიმთითებლები დახარისხებულია თემატური რუბრიკებით და თან ახლავთ ანოტაციები. საქსელო კატალოგში, საბიბლიოთეკო კატალოგთან შედარებით სარძნობლადაა დაჩქარებული მონაცემების მოძიება, მის მთავარ გვერდზე მოთავსებულია საძიებო ფანჯარა. საძიებო სიტყვის შეტანის შემდეგ მიიღება რუბრიკების და მიმთითებლების სია, რომლებშიც გამოყენებულია მოცემული საძიებო სიტყვა. ასეთი კატალოგების მაგალითებს წარმოადგენს: [Yahoo!](#), [list.mail.ru](#), [Rambler's "Top 100"](#).

იმ კატალოგებისაგან განსხვავებით, რომლებიც მხოლოდ ანოტაციებს შეიცავს, ინტერნეტის საძიებო სისტემებში შენახულია web-გვერდის მთელი ტექსტი. ინფორმაციის ასეთი გიგანტური მოცულობის დამუშავება ავტომატურად ხდება. ამისათვის საძიებო მანქანები დღედაღამ „დაძვრებიან“ მთელ ქსელში, ეწვევიან web-გვერდებს და მონაცემები მათ შესახებ შეაქვთ თავის ბაზებში. ადამიანი პროცესს მხოლოდ იწყებს: კატალოგების შემთხვევის მსგავსად, web-გვერდის ავტორმა უნდა გაუგზავნოს მოთხოვნა თავის ახალ მასალაზე. თუ ასეთი მოთხოვნა გაგზავნილი არ იქნება, მაშინ საძიებო სისტემა თავად მიაღწევს ახალ web გვერდამდე მასთან მიმავალი მითითებების გამოყენებით, მაგრამ ამას გაცილებით მეტი დრო დასჭირდება. ამიტომ, ქსელში ახალი web-გვერდის შექმნის შემდეგ, მისი ავტორები ცდილობენ, რომ მთავარ საძიებო სისტემაში მოახდინონ მათი გვერდის აღრიცხვა. ასეთი საძიებო სისტემების მაგალითებს წარმოადგენს: [Яндекс](#), [Google](#), [Rambler](#).



ნახ. 2.3.1. Google სისტემის შემქმნელები ლარი პეიჯი და სერგეი ბრინი

1996 წელს სტენფორდის უნივერსიტეტის (აშშ, კალიფორნიის შტატი) web-გვერდზე გამოჩნდა ახალი საძიებო სისტემა სახელწოდებით "BackRub". ამ სისტემის ავტორები იყვნენ ასპირანტები სერგეი ბრინი და ლარი პეიჯი. საძიებო სისტემის დასამუშავებლად საჭირო სერვერს გააჩნდა ვინჩესტერები მოცულობით 1 Tბაიტი და მოთავსებული იყო უნივერსიტეტის საერთო საცხოვრებელში ბრინის ოთახში. სისტემა BackRub-ს საფუძვლად ედო ინტერნეტ-ძიების სრულიად ახალი სისტემა, ხდებოდა შეკვეთების შედეგად მოძიებული web-გვერდების რანჟირება მათზე სხვა web-გვერდებიდან მითითებების რაოდენობით. ამგვარად, სისტემის ზედა სტრიქონებში აღმოჩნდებოდა ყველაზე მოთხოვნადი დოკუმენტები.

საძიებო სისტემა იმდენად წარმატებული აღმოჩნდა, რომ მალე მისით სარგებლობა დაიწყეს საუნივერსიტეტო ქალაქის გარეთ მაცხოვრებელმა ადამიანებმა. 1998 წლის ზაფხულისათვის BackRub სისტემას ყოველდღიურად აკითხავდა 10 ათასამდე ადამიანი. ამან უკვე სტენფორდის შემფოთება გამოიწვია, რაგანაც სერვისმა დაიკავა მთელი საუნივერსიტეტო ტრაფიკის თითქმის ნახევარი. ამას კიდევ დაემატა კომპიუტერული ხულიგნობის ბრალდება. საქმე იმაში იყო, რომ საძიებო სისტემა ყურადღებას არ აქცევდა საუნივერსიტეტო დოკუმენტებზე წვდომის შეზღუდულ უფლებებს „სამსახურეობრივი გამოყენებისათვის“, ხსნიდა და ასაჯაროებდა ყველაფერს. სისტემა BackRub უკვე გასცდა სამეცნიერო პროექტის ფარგლებს და დახურვითაც კი დაემუქრნენ. სერგეი ბრინი აღმოჩნდა არჩევანის წინაშე, ან უნდა დაეწყო თავისი საქმე, ან დაესრულე-

ბინა განათლება. გადაწყვეტილების მიღებაში მას მოულოდნელად დაეხმარა კომპანია Sun Microsystems-ის ერთ-ერთი დამფუძნებელი ენდი ბეხტოლშაიმი. ის ძალიან დაინტერესდა საძიებო სისტემით მისი შესაძლებლობების გაცნობის შემდეგ. ენდომ სერგეის ჰკითხა კომპანიის სახელწოდება და როდესაც გაიგო, რომ ასეთი არ არსებობდა, შესთავაზა სახელწოდება Google Incorporated და ცოტა ხანში დაბნეული სერგეი ბრინი იდგა არარსებული კომპანიის სახელზე გაცემული ჩეკით ხელში, თანხაზე \$100 000. 1998 წელს სერგეი ბრინმა უნივერსიტეტულ მეგობართან ლარი პეიჯთან ერთად დააარსა კომპანია Google.

სერგეი ბრინი დაიბადა მოსკოვში 1974 წელს. სერგეი 5 წლის იყო, როდესაც მისი ოჯახი საცხოვრებლად გადავიდა აშშ-ში. მისი მშობლებიც და ბაბუაც მათემატიკოსები იყვნენ და სერგეიმაც უმაღლესი განათლების მიღება მათემატიკის მიმართულებით დაიწყო მერილენდის უნივერსიტეტში. ბრინის და პეიჯის საძიებო სისტემის პირველი მომხმარებლები მათივე მეგობრები იყვნენ.

მალე კომპანია Google-ს გამოუჩნდა ორი ინვესტორი, რომლებმაც მის განვითარებაში ჩადეს 25 მილიონი დოლარი. Google-მა დაიწყო სწრაფი განვითარება, დღითი-დღე იზრდებოდა მისი პოპულარობა. მალე კომპანია დამწყებებიდან გადავიდა სწრაფად განვითარებადი კომპანიების რანგში.

2000 წლის ზაფხულში Google-მა საძიებო მოთხოვნილებების მომსახურებაზე ხელი მოაწერა კონტრაქტს კომპანიასთან Yahoo!. იმ დროს Yahoo! იყო ყველაზე ცნობილი კომპიუტერული კომპანია, რომელსაც გააჩნდა ყველაზე საინტერესო გვერდი. Yahoo!-სთან თანამშრომლობამ კარგი ბიძგი მისცა Google-ს პოპულარობის მოხვეჭის საქმეში. კომპანიის პოპულარობის მთავარი განმპირობებელი მაინც იყო მომხმარებლების საყოველთაო კმაყოფილება.

ბრინმაც და პეიჯმაც ისე დატოვეს სტენფორდის უნივერსიტეტის კედლები, რომ დოქტორის ხარისხი არცერთს არ მიუღია. მაგრამ, მიუხედავად ამისა საკადრო პოლიტიკაში ისინი უპირატესობას მაინც დოქტორებს ანიჭებენ, მათი რაოდენობა Google-ში უკვე დიდი ხანია აჭარბებს 100-ს. საერთო ჯამში კომპანიაში 2 000-მდე თანამშრომელი მუშაობს.

კომპანია Google-ს საძიებო მექანიზმში გაერთიანებული კომპიუტერების რაოდენობამ უკვე დიდი ხანია გადააჭარბა 100 000-ს. ეს კომპიუტერები გაერთიანებულია ერთ რგოლში და ახორციელებენ ძიებას ინტერნეტის მილიარდობით გვერდში. ინტერნეტის მომხმარებლებს ასევე შეუძლიათ მიიღონ საინფორმაციო მომსახურების სხვა ფორმებიც. Google-ის საშუალებით ათასობით კომპანია, ფირმა და კეძო მწარმოებელი ანთავსებს ინტერნეტში თავის ბანერს. მიუხედავად ყველფრის კომპანიის მთავარ სტრატეგიას მაინც წარმოადგენს ინფორმაციის ეფექტური მოძიება.

2001 წლის დასაწყისში კომპანია Google-მ დაიწყო უკვე მოგების მოტანა. Google იყო კერძო კომპანია, რომლის აქციებიც თავმოყრილი იყო ძალიან ვიწრო წრეში - კომპანიის დამფუძნებლებსა და ინვესტორებს შორის. განვითარების ლოგიკის მიხედვით საჭირო იყო ღია ტიპის კომპანიის სახით ბირჟაზე გასვლა. 2004 წლის აგვისტოში უკვე შედგა აქციების პირველადი განთავსება, მაგრამ არა ჩვეულებრივი გზით, ანუ საბროკერო კანტორების საშუალებით, არამედ გამართეს ღია აუქციონი. სერგეი ბრინს ეს მიაჩნდა უფრო პატიოსან ქმედებად. გამოშვებული იქნა კომპანიის აქციების ორი ტიპი: A და B. პირველი ტიპის აქციების დიდი ნაწილი ერგოთ ბრინსა და პეიჯს.

Google-ს დამფუძნებლები მოქმედებენ ბიზნესის კანონებით. დირექტორთა საბჭოს თავმჯდომარედ და კომპანიის შემსრულებელ დირექტორად დაინიშნა არა ბრინი ან პეიჯი, არამედ გაცილებით უფრო გამოცდილი პროფესიონალი ერიკ შმიდტი, რომელიც მანამდე მუშაობდა კომპანია Novell-ში. მათ მიერ დაფუძნებულ კომპანიაში ბრინმა დაიკავა პრეზიდენტის თანამდებობა ტექნოლოგიების მხრივ, ხოლო პეიჯმა კი პრეზიდენტის თანამდებობა პროდოქციის მხრივ.

კომპანია ცნობილია მუშაობის საუკეთესო პირობებით. კორპორაციულ სასაბუღალტრო სადილებს აშხადებს კალიფორნიის ერთერთი საუკეთესო მზარეული. კორპორაციის თანამშრომლები უფასოდ მიირთმევენ ცხელ ჩაის და ყავას და გამაგრებულ სასმელებს. დასაშვებია

ოფისში ბავშვების და შინაური ცხოველების მიყვანა. კორპორაციის ლოგოტიპის შესაბამისად შტაბ-ბინაში სართულებზე მიმობნეულია წითელი, ყვითელი, ლურჯი და მწვანე ფერის ბურთები. Google-ში მუშაობა პრესტიჟულია, რაც ასევე აისახება თანამშრომელთა ანაზღაურებაზეც. თანამშრომლები ხელფასის გარდა ლეზულობენ კომპანიის აქციებს და მათ შორის რამდენიმე კომპანიის ბირჟაზე გასვლისას მილიონერიც გახდა.

Google-ს თანამშრომლებს სამუშაო დროის 20% შეუძლიათ გამოიყენონ თავისი შეხედულებებისამებრ, რითაც ხდება თანამშრომლების შემოქმედებითი აზროვნების სტიმულირება. სერგეი ბრინის მთელი სამუშაო დრო იხარჯება საორგანიზაციო საქმიანობაზე. მიუხედავად ამისა, ზოგიერთ საქმეებს თვითონ აკონტროლებს უწვრილმანეს დეტალებამდე. ასე მაგალითად, თვითონ აკონტროლებდა Google-ს ინტერფეისის შექმნას და საძიებო ბაზაში რუსული ენის ინტეგრებას.

2006 წელს სერგეი ბრინის და ლარი პეიჯის ფინანსური მდგომარეობა შეადგენდა თითოეულისათვის 11 მილიარდ დოლარს. მილიარდელი სერგეი ბრინი ცხოვრებაში მორიდებულია. იმდროინდელ ინტერვიუში, მისი მამა ამბობდა, რომ სერგეი ჯერ კიდევ სამოთახიან ბინაში ცხოვრობს და გადაადგილდებოდა არა ძვირად ღირებული მერსედესით, რაც მის მდგომარეობას უფრო მეტად შეეფერებოდა, არამედ ეკოლოგიურად სუფთა, ჰიბრიდული ძრავის მქონე ავტომობილით Toyota Prius.

გაეროში გაკეთებული მოხსენების „ინფორმაციული ეკონომიკის შესახებ“ თანახმად 2006 წელს მსოფლიოში ინტერნეტით სარგებლობდა 1 მილიარდზე მეტი ადამიანი. 2007 წლის მონაცემებით მათმა რაოდენობამ შეადგინა 1,3 მილიარდი. ინტერნეტ მომხმარებლების რაოდენობის მიხედვით ქვეყნების პირველი სამეული ასე გამოიყურება: აშშ (200 მილიონი), ჩინეთი (172 მილიონი) და იაპონია (85,29 მილიონი). ჩინეთის მრეწველობისა და ინფორმატიზაციის სამინისტროს 2008 თებერვლის მონაცემებით ინტერნეტის მომხმარებელთა რაოდენობამ 221 მილიონ ადამიანს მიაღწია.

2009 წლის ბოლოს მსოფლიოში ინტერნეტის მომხმარებელთა რაოდენობამ 1,5 მილიარდს მიაღწია.

2003 წელს ინტერნეტ ქსელში დაიწყო გავრცელება უფასო პროგრამულმა უზრუნველყოფამ Skype, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი გახდა სხვა აბონენტებთან უფასო ვიდეო ზარების განხორციელება. Skype ფაქტობრივად წარმოადგენს უფასო ვიდეო ტელეფონს.

ინტერნეტის საყოველთაო განვითარებამ მოახდინა მსოფლიო საზოგადოების ინფორმატიზაცია.

#### 2.4.1. ინტერნეტი საქართველოში დღეს

Internetworldstats.com-ის მიერ გამოქვეყნებული სტატისტიკის მიხედვით საქართველოში ინტერნეტის მომხმარებელთა რიცხვი ბოლო წლებში საგრძნობლად იზრდება. მათ აქვთ შედარებული 2000 წლისა და 2010 წლის მონაცემები, რომელთა შედეგებიც ჩანს ნახ. 2.3.2-ზე.

| YEAR | Users     | Population | % Pen. |
|------|-----------|------------|--------|
| 2000 | 20,000    | 4,389,004  | 0.5 %  |
| 2006 | 332,000   | 4,389,004  | 7.6 %  |
| 2009 | 1,024,000 | 4,615,807  | 22.2 % |
| 2010 | 1,300,000 | 4,600,825  | 28.3 % |

დღეისათვის არ არსებობს ზუსტი მონაცემები იმისა თუ რამდენი მომხმარებელი ჰყავს ქართულ ინტერნეტს. ეს ფაქტი განპირობებულია იმითაც, რომ აბონენტს, რომელსაც ინტერნეტი გაჰყავს, შემდგომ ხდება ამ ინტერნეტის გამწვანებელი. ანუ ხშირად რეგისტრირდება ერთი აბონენტი, სინამდვილეში კი მომხმარებელი რამდენიმე პირია. Internetworldstats\_ს<sup>[2]</sup> მონაცემებით 2010 წლისათვის საქართველოში, ინტერნეტით სარგებლობს 1.300 მილიონი ადამიანი. მაგალითისათვის 2000 წელს ინტერნეტით სარგებლობდა მხოლოდ 20 ათასი ადამიანი.

ნახ. 2.3.2. ინტერნეტის გავრცელება საქართველოში

ქვემოთ მოყვანილია ცხრილი სადაც შედარებული ასაქართველოს, აზერბაიჯანისა და სომხეთის ინტერნეტ მომხმარებელთა რაოდენობის ზრდის ტენდენცია: (ცხრილი დაფუძნებულია Internetworldstats-ის მონაცემებზე, ზუსტად იგივე მონაცემებია მოყვანილი ცნობილ საიტზე cia.gov):



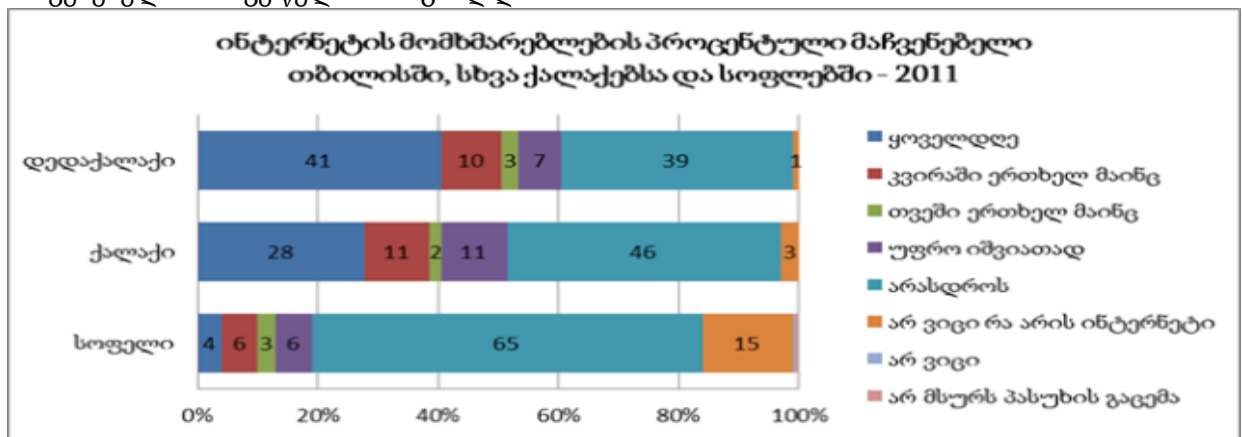
ამიერკავკასიის ქვეყნების ინტერნეტის მომხმარებელთა ზრდის თავისებურებანი

| ქვეყანა     | მოსახლეობა (2009წელი) | ინტერნეტის მომხმარებლები (2000 წელი) | ინტერნეტის მომხმარებლები (2009 წელი) | ინტერნეტით სარგებლობს მთელი მოსახლეობის | 2000-2009 წლების ზრდის % მაჩვენებელი |
|-------------|-----------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---|--------------------------------------|
| საქართველო  | 4,615,807             | 20,000                               | 1,024,000                            | 22.2 %                                  | 5,020.0 %                            |
| სომხეთი     | 2,967,004             | 30,000                               | 191,000                              | 6.4 %                                   | 536.7 %                              |
| აზერბაიჯანი | 8,238,672             | 12,000                               | 1,485,100                            | 18.0 %                                  | 12,275.8 %                           |

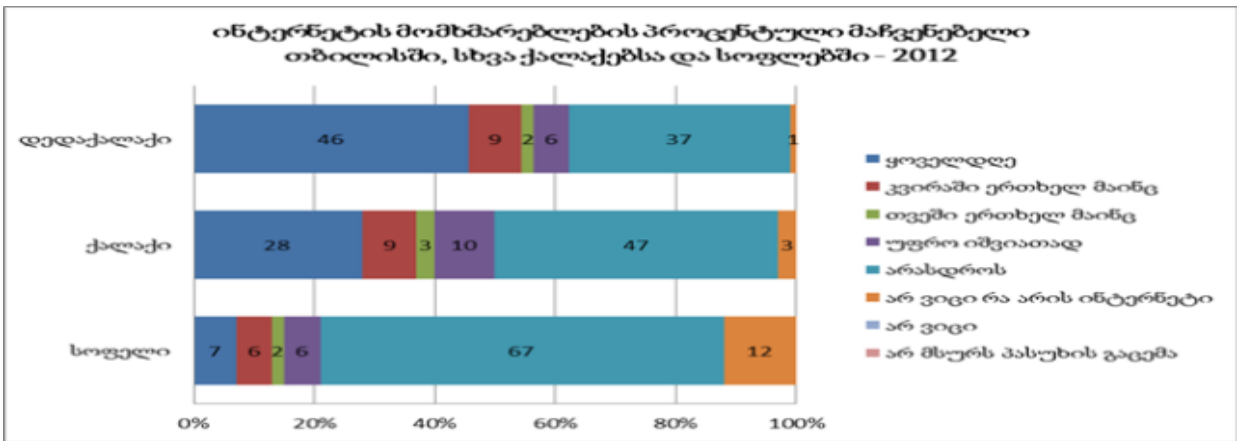
**2.4. 2. ინტერნეტ მომხმარებელთა სტატისტიკა საქართველოში**

თანამედროვე ტექნოლოგიებმა და ინტერნეტმა ინფორმაციის ხელმისაწვდომობა და კომუნიკაცია გაამარტივა. დღეს მსოფლიოს მთავრობებმა აქტიურად დაიწყეს ინტერნეტის საშუალებით მოქალაქეებთან კომუნიკაციის დანერგვა და რაც ყველა ზემნიშვნელოვანია, ხელისუფლებების ანგარიშვალდებულების გასაზრდელად აქცენტი კეთდება მათი საქმიანობის შესახებ დეტალური ინფორმაციის ხელმისაწვდომობაზე. ინტერნეტურესურსების ეფექტური გამოყენების შემთხვევაში შესაძლებელია ბიუროკრატიული პროცედურების გამარტივება, პირდაპირი კომუნიკაციის აგება, აზრთა ურთიერთგაცვლა და საბოლოო ჯამში, მთავრობის მეტი ღიაობის უზრუნველყოფა. მიუხედავად აღნიშნული დადებითი მხარეებისა, ამ ყველაფრის წინაპირობას ქვეყნის მასშტაბური ინტერნეტიზაცია და მასობრივი ხელმისაწვდომობა წარმოადგენს. წინააღმდეგ შემთხვევაში, დანერგილი ელ-საშუალებებით მოქალაქეების მხოლოდ შეზღუდული ნაწილი ისარგებლებს.

კავკასიის კვლევითი რესურსების ცენტრის (CRRC) 2012 წლის მონაცემების მიხედვით, წინა წელთან შედარებით გაზრდილია დედაქალაქსა და სოფლებში მაცხოვრებელთა რიცხვი, რომლებიც ინტერნეტს ყოველდღიურად იყენებენ. თუ 2011 წელს თბილისში იმემაჩვენებელი [41%-ს შეადგენდა](#), მომდევნო წელს იგი [46%-მდე გაიზარდა](#). რაც შეეხება იგივე მონაცემებს სოფლების შემთხვევაში, 2011 წლის 4%-იანმა მაჩვენებელმა 7%-მდე მოიმატა. ქალაქებში კი მსგავსი მაჩვენებელი ორივე წელს 28% გახლდათ.



წყარო: „კავკასიის კვლევითი რესურსების ცენტრი,“ „კავკასიის ბარომეტრი 2012 –საქართველო“



წყარო: „კავკასიის კვლევითი რესურსების ცენტრი“, „კავკასიის ბარომეტრი 2012 –საქართველო“

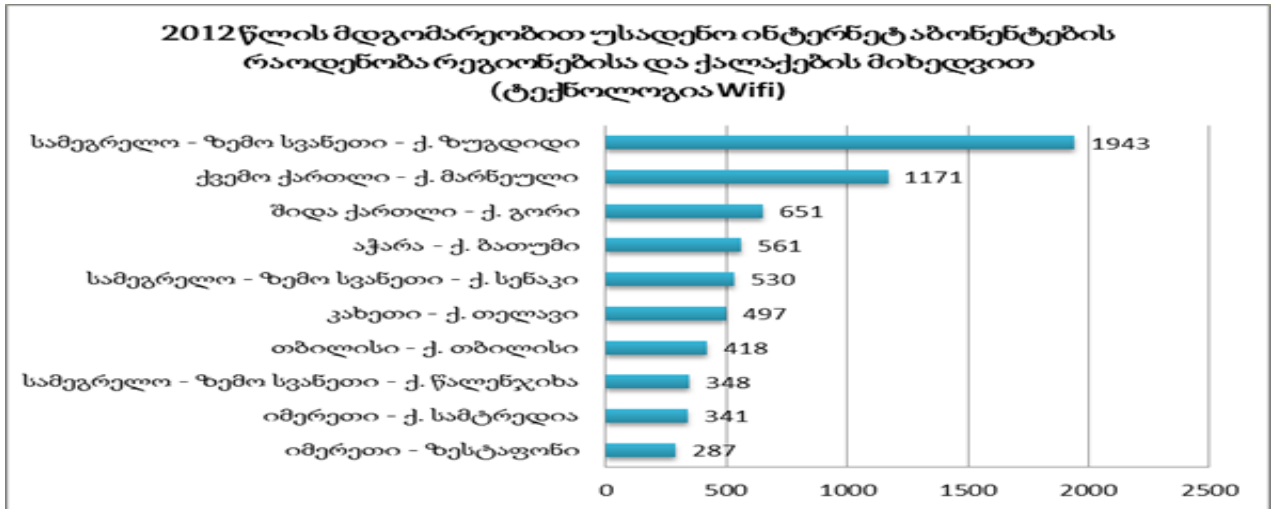
საგულისხმოა კომუნიკაციის ეროვნული კომისიის (GNCC)-ის მიერ გამოქვეყნებული 2012 წლის მონაცემები. ანგარიშის მიხედვით, საქართველოში ფიქსირებული ფართოზოლოვანი მომსახურების მომხმარებელთა რაოდენობამ 2012 წლის ბოლოს 483,3 ათასი აბონენტი შეადგინა. 2011 წლის ბოლოსთან შედარებით, აბონენტების რაოდენობა 27,4%-ით (103,9 ათასით) გაიზარდა. რაც შეეხება სადენიანი ფართოზოლოვანი (DSL და ოპტიკურ-ბოჭკოვანი) მომსახურების აბონენტთა რიცხვს, მათმა რაოდენობამ 2012 წლის ბოლოსთვის 392 ათასი შეადგინა. აბონენტების უდიდესი ნაწილი თბილისშია თავმოყრილი – 64,1%, ქუთაისში – 6,5%, ბათუმში – 6,3%, რუსთავში – 6,0%, ფოთში – 1,5%. დანარჩენ საქართველოში კი სულ 15,6%. ამავე დოკუმენტში ხაზგასმულია, რომ Wifi მომსახურება ქვეყანაში ყველაზე დინამიურად განვითარებადი ტექნოლოგიაა. „იგი ძირითადად რეგიონებში ვითარდება, იქ, სადაც სადენიანი ინტერნეტი ნაკლებად არის ხელმისაწვდომი. ხუთ დიდ ქალაქში თბილისში, ქუთაისში, ბათუმში, რუსთავსა და ფოთში Wifi აბონენტების წილი მხოლოდ 6,2%-ს შეადგენს“–ნათქვამია [ანგარიშში](#).

ამასთანავე, IDFI-იმ (ინფორმაციის თავისუფლების განვითარების ინსტიტუტი) 12 აპრილს საჯარო ინფორმაციის მოთხოვნით მიმართა საქართველოს კომუნიკაციების ეროვნულ კომისიას. ინსტიტუტი სხვა ინფორმაციასთან ერთად, ითხოვდა 2012 წლის მდგომარეობით, სადენიანი და უსადენო ინტერნეტ მომხმარებლების რაოდენობას რეგიონებისა და ქალაქების შრილში. მიღებულ პასუხებზე დაყრდნობით, გთავაზობთ იმ 10 ქალაქის მონაცემებს, გრაფიკის სახით, სადაც ყველაზე მეტი ინტერნეტმომხმარებელი დაფიქსირებული.



GNCC-ის მონაცემები

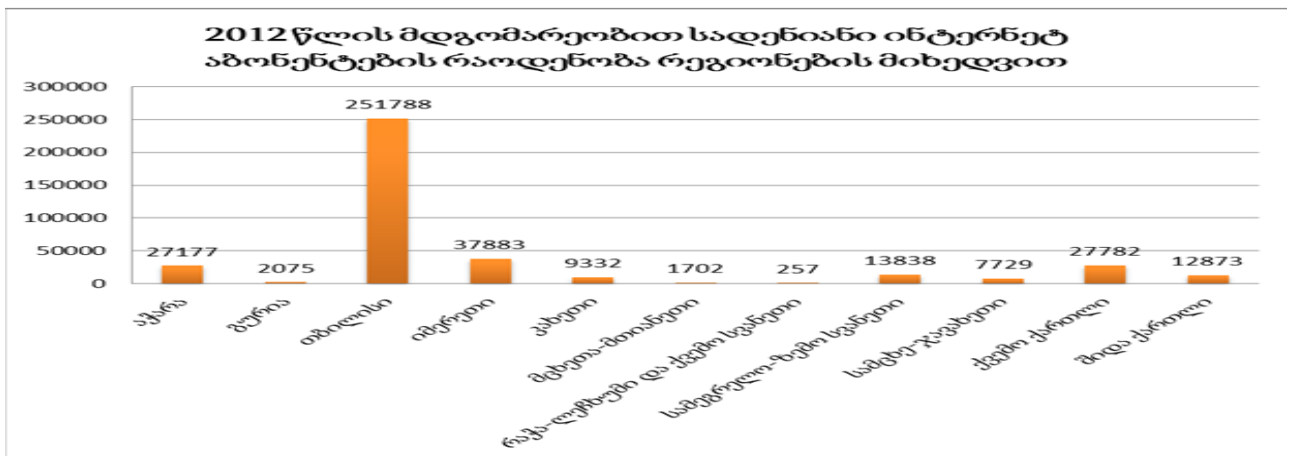
სადენიანი ინტერნეტის მომხმარებლების რაოდენობა თბილისში სხვა ქალაქებთან შედარებით გააცილებით მაღალია. შედარებით მოკრძობებული მაჩვენებლებით დედაქალაქს ჩამორჩება ნაშენი დიდი ქალაქები: ქუთაისი, ბათუმი, რუსთავი.



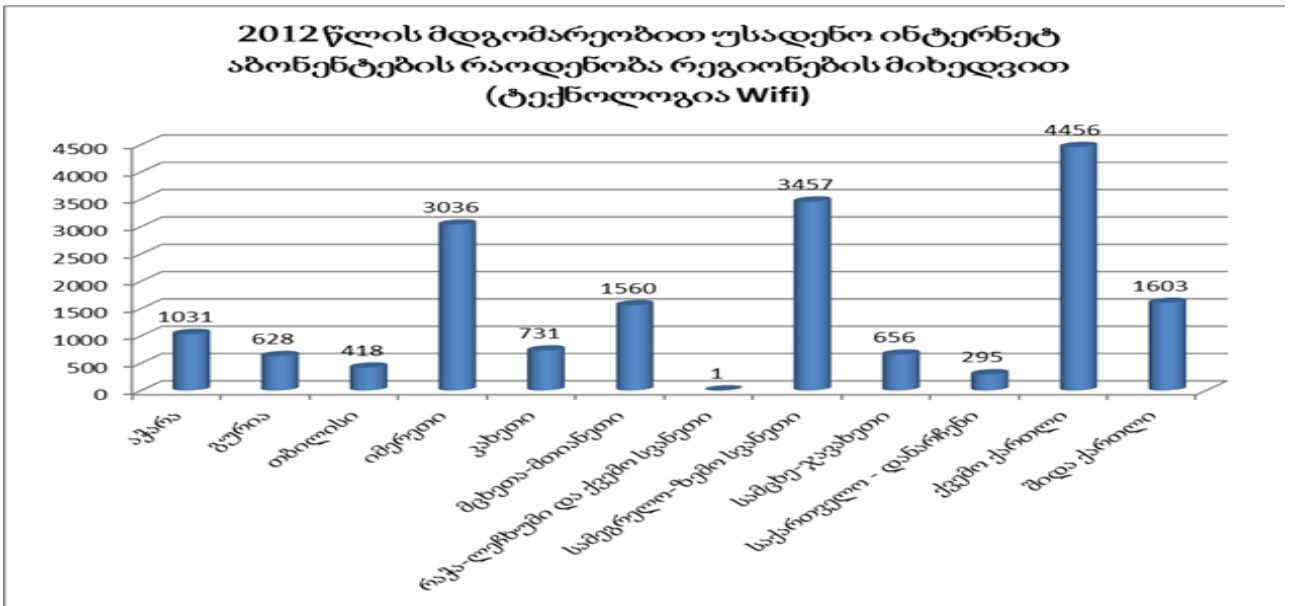
**GNNC-ის მონაცემები**

როგორც მიღებული მონაცემებიდან ირკვევა უსადენო ინტერნეტ მომხმარებელთა რაოდენობის კუთხით შემდეგი ქალაქები ლიდერობენ: ზუგდიდი, მარნეული. მათ მოჰყვებიან ქ. გორი, ქ. ბათუმი და ქ. სენაკი შედარებით განსხვავებული მაჩვენებლებით.

საინტერესოა, როგორ განაწილდა მაჩვენებლები რეგიონების მიხედვითაც.

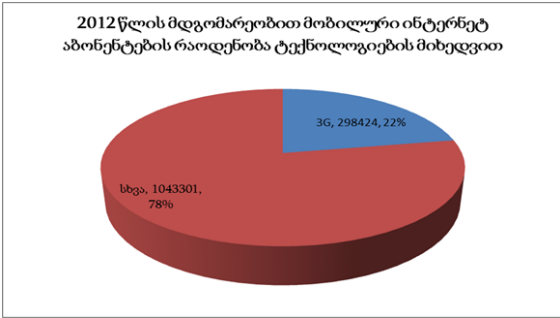


საერთო ჯამში, საქართველოში სადენიანი ინტერნეტ აბონენტთა რაოდენობა 392 436, ხოლო უსადენო (Wifi) ინტერნეტ მომხმარებელთა რაოდენობა 17 872 ადამიანს შეადგენს. საგულისხმოა სადენიანი ინტერნეტ აბონენტთა სტატისტიკა ტექნოლოგიურ ჭრილშიც. მიღებული ინფორმაციიდან ჩანს, რომ DSL-ს 211 440 მომხმარებელი იყენებს, ოპტიკურ ინტერნეტს კი 180 640 აბონენტი. საქართველოს კომუნიკაციების ეროვნული კომისიის მიერ მოწოდებული ინფორმაციით ასევე, სადენიანი ინტერნეტ აბონენტების რაოდენობის შესახებ ავტორიზებული პირების ჭრილში. ამ მხრივ ლიდერობს სსილქნეტი 199 736 აბონენტით, მას მოსდევს კავკასუს ონლაინი 121 842 მომხმარებლით, მესამე ადგილზეა ახალიქსელები – 30 601 აბონენტით.



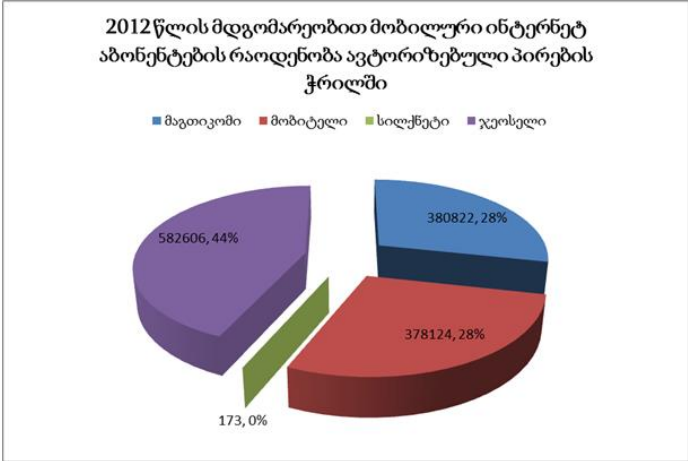
**GNNC-ის მონაცემები**

საინტერესოა მობილური ინტერნეტ აბონენტების შესახებ მოწოდებული ინფორმაცია. მიღებული მონაცემების მიხედვით, მობილური ინტერნეტ მომხმარებელთა რაოდენობა შემდეგია: 3G – 298 424 აბონენტი, სხვა – 1 043 301. აქედან რა თქმა უნდა, განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია 3G-ის აბონენტთა რაოდენობა, რადგან ეს ციფრი რეალურად ასახავს მობილური საშუალებებით ინტერნეტის რეგულარულად გამოყენების მაჩვენებელს.



მიღებული სტატისტიკური მონაცემებიდან აგრეთვე ირკვევა, რომ მობილური ოპერატორების აბონენტებიდან ყველაზე მეტი ინტერნეტ მომხმარებელი ჯეოსელს ჰყავს – 582 606 აბონენტი, მას მოსდევს მაგთიკომი – 380 822-იანი მაჩვენებლით, მობიტელის აბონენტთა შესაბამისი მაჩვენებელი 378 124 მომხმარებლით განისაზღვრა.

სფეროში არსებული ძირითადი ტენდენციებისა და პრობლემების წარმოსაჩენად საინტერესოა იმ მიზეზების განსაზღვრა, რის გამოც საქართველოში ცირკა ინტერნეტის მომხმარებელთა რაოდენობა. CRRC-ის მონაცემებიდან ირკვევა, რომ აღნიშნულის მთავარი გამოძვევი ფაქტორებია: მოქალაქეებისთვის ინტერნეტის ნაკლები საჭიროება (26,8%), კომპიუტერული ტექნიკის მაღალი ფასი (24,3%), ნაკლები დაინტერესება (18,6%) და ინტერნეტის გამოყენებისთვის საჭირო უნარების უქონლობა (11,7%). აღსანიშნავია, რომ საკმაო სხვაობა დაფიქსირდა კომპიუტერის ხელმისაწვდომობის მაჩვენებელთან დაკავშირებით სოფლებსა და თბილისში. კერძოდ, მაშინ როცა [კომპიუტერული ტექნიკა თბილისის სმოსახლეობის 17,4%-ს არ გააჩნია, ეს რიცხვი გაცილებით მაღალია რეგიონებში – 27,9%.](#)





ქართული ინტერნეტის შექმნაში პირველი ნაბიჯები გადადგა საქართველოს დევნილი ეროვნული ხელისუფლების ემიგრაციამ ფინეთიდან.

- **პირველი** ქართული (ქართულ ენაზე შესრულებული) საიტი ანუ ვებსაიტი 1996 წლის დასაწყისში შექმნაპრეზიდენტ [ზვიად გამსახურდიას](#) წარმომადგენელმა ევროპაში რენო სირამემ (ფინეთი) - ეს იყო „[დედაენა](#)“ (იხ.: [გაუნკოდებული ასლი](#)).
- პირველი ქართული ვებსაიტი რომელიც უნიკოდკოდირებაზე იყო დაფუძნებული და ზოგადად მეორე ქართული ვებსაიტი გახდა „[შავლეგო](#)“ დაარსებული 1996 წელს BPG-InfoTech-ის (ბესარიონ გუგუშვილი, ფინეთი) მიერ.
- ინტერნეტ ტექნოლოგიებისადმი და ინტერნეტში ქართული დამწერლობის გამოყენებისადმი მიძღვნილი პირველი ქართული ვებსაიტი გახდა „[ქართული ვების ტიპოგრაფია](#)“ დაარსებული 1997 წლის დასაწყისში BPG-InfoTech-ის (ბესარიონ გუგუშვილი, ფინეთი) მიერ - იყენებს უნიკოდ კოდირებასა და დინამიურ ფონტებს
- პირველი ქართული წარმოების უნიკოდ ფონტები ინტერნეტისა და ვებისათვის გახდნენ BPG-InfoTech-ის (ბესარიონ გუგუშვილის) მიერ შექმნილი [BPG SanSer](#), [BPG Classic](#) და რენო სირამის შექმნილი [RsWWWNet](#)

## 3. კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარება

### 3.1. წიგნების ბეჭდვა

წიგნების გავრცელება თავდაპირველად ხდებოდა მხოლოდ ხელნაწერების სახით. შუა საუკუნეებში ვაჭრობის განვითარების შედეგად გაიზარდა მოთხოვნილება წიგნებზე. მაგრამ ხელნაწერი წიგნები წარმოადგენდა იშვიათობას და ძალიან ძვირი ღირდა. ხელნაწერი წიგნებით მათზე მოთხოვნილების დაკმაყოფილება შეუძლებელი იყო. ამ მოთხოვნილებამ მოამზადა ნიადაგი წიგნების ბეჭდვის დაწყებისათვის.

წიგნების ბეჭდა ეს არის ტექნოლოგიური პროცესების ერთობლიობა, რომელთა შედეგადც შესაძლებელია ნაბეჭდი წიგნების, ჟურნალების და გაზეთების მომზადება. ტერმინი „წიგნების ბეჭდვა“ იხმარებოდა გასულ საუკუნეებში. ახლა კი გამოიყენება ტერმინი პოლიგრაფია. პოლიგრაფიული პროცესის არსი მდგომარეობს იმაში, რომ საბეჭდი ფორმის ზედაპირზე მიღებული იქნას დასაბეჭდი ტექსტის ან ნახატის შესაბამისი საღებავის ფენა, ხოლო შემდეგ კი ეს საღებავი გადატანილი იქნას ქაღალდზე.

დიდი ხნის განმავლობაში ბეჭდვის ტექნიკას საფუძვლად ედო წნევის გამოყენება, რომლის საშუალებითაც ერთი საბეჭდი ფორმიდან მიიღებოდა ძალიან ბევრი ერთნაირი ანაბეჭდი ქაღალდზე.

პირველად წიგნებს ბეჭდავდნენ ფიცრის ნაჭრებიდან, რომლებზეც რელიეფურად ხდებოდა ტექსტის ამოჭრა. პირველი ასეთი ქსილოგრაფიული წიგნი დაბეჭდილი იქნა კორეაში IX საუკუნეში. წიგნის ბეჭდვის ცდები ჩინეთში ჩაატარა ბი-შენმა 1041-1048 წლებში. ამ მეთოდის ნაკლი იყო ის, რომ წიგნის ყოველი გვერდისათვის დამზადებული უნდა ყოფილიყო ასეთი ტრაფარეტი და ამ ტრაფარეტების დამზადება ხდებოდა ყოველი ახალი წიგნის დასაბეჭდად.

1438 წელს ბეჭდვის ყველაზე სრულყოფილი ტექნიკა შექმნა იოჰან გუტენბერგმა (ნახ. 3.1.1). მან შექმნა საბეჭდი ფორმა, რომელიც აიწყობოდა ჩამოსხმული ცალკეული ასოებისაგან - **ლიტერებისგან**. გუტენბერგამდე ყველა წიგნი იყო ხელნაწერი. ხელნაწერი წიგნების უმეტესობა იყო ბიბლია ან მისი კომენტარები. წიგნების გადაწერით დაკავებული იყვნენ სასულიერო პირები, რომლებიც ერთი წიგნის გადაწერას წლებს ანდომებდნენ.

გუტენბერგმა დაბეჭდა 1300 გვერდიანი ბიბლია, რომელსაც უწოდეს „42 სტრიქონიანი“ ბიბლია, რადგანაც წიგნის ყოველ გვერდზე დაბეჭდილი იყო 42 სტრიქონი. გუტენბერგმა ჩამოასხა 290 სხვადასხვა ლიტერი. შემდეგ მხატვარ-ილუსტრატორებმა დაუმატეს კიდევ ფერადი ასოები და ილუსტრაციები, ძირითადად ორნამენტები (ნახ. 3.1.2). მის მიერ გამოგონილი საბეჭდი პრესის საშუალებით გუტენბერგმა 3 წლის განმავლობაში დაბეჭდა ბიბლიის 180 ეგზემპლიარი. მას ამ საქმეში ეხმარებოდა 20 შეგირდი. მონასტრების მწერლებს ერთი ეგზემპლიარის გადასაწერად სჭირდებოდათ უფრო მეტი დრო.



ნახ. 3.1.1 იოჰან გუტენბერგი  
(დაახლოებით 1394 - 1468)

გუტენბერგის გამოგონების შედეგად წიგნების ბეჭდვის სამე მნიშვნელოვნად დაჩქარდა და გაიფარა. წიგნების ბეჭდვის დაწყებამ ასევე განაპირობა მისწრაფება განათლებისაკენ. განათლების მიღება გაცილებით უფრო ფართო საზოგადოებისათვის გახდა ხელმისაწვდომი. გუტენბერგამდე მთელ ევროპაში არსებობდა ბიბლიის 30 000 ხელნაწერი ეგზემპლარი, ხოლო XVI საუკუნის დასაწყისისათვის არსებობდა 9 000 000 ნაბეჭდი წიგნი და თანაც არა მარტო რელიგიური შინაარსის, არამედ მეცნიერული, ლიტერატურული, პოლიტიკური და სხვა შინაარსის წიგნები. ანუ, წიგნებზე და სხვა ნაბეჭდ გამოცემებზე ხელი მიუწვდებოდა არა მარტო სასულიერო პირებს, არამედ მთელ საზოგადოებას. ამრიგად, ნაბეჭდი წიგნი გახდა მასობრივი ინფორმაციის პირველი საშუალება, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი გახდა ცოდნისა და გამოცდილების გადაცემა თაობიდან თაობაზე.

თავიდან ლიტერებს ხისგან ამზადებდნენ და შესაბამისად მალე გამოდიოდნენ მწყობრიდან. მოგვიანებით გუტენბერგმა გამოიგონა პუანსონი - მეტალის ძელაკები, რომლებზეც ამოტვიფრული იყო რელიეფური ასოები და ნიშნები. მათი საშუალებით, წნეხით სპილენძის ნაჭერზე დაწოლის შედეგად ღებულობდა მატრიცს, მეტალის ლიტერების ჩამოსახმელად. მანვე გამოიგონა ტყვიის, კალის და სტიბიუმის სპეციალური შენადნობი, რომლისგანაც ხდებოდა მეტალის ლიტერების ჩამოსხმა. ბეჭდვის ამ მეთოდმა იარსება XX საუკუნის შუა წლებამდე.

გამზადებულ ლიტერებს ასოების ამობურცული გამოსახულებებით ათავსებდნენ საბეჭდი სალაროს უჯრედებში. ამ ლიტერების საშუალებით და სპეციალური ბორტებიანი სახაზავების გამოყენებით ხდებოდა წიგნის სტრიქონების აწყობა. სტრიქონებით კი მიიღებოდა ნაბეჭდი გვერდის ფორმა. მეტალის ლიტერების გამოყენება ბევრად უფრო ადვილი იყო. მათი აწყობაც სწრაფად ხდებოდა და დაშლაც. გარდა ამისა, ხდებოდა მათი მრავალჯერადი გამოყენება სხვადასხვა წიგნების ასაწყობად.

ქალაქზე ყოველ ამონაბეჭდს გუტენბერგი ღებულობდა სპეციალური ხრახნებიანი საბეჭდი პრესის საშუალებით (ნახ. 3.1.3). ხელით სამართავი ასეთი დაზგა ძალიან პრიმიტიული იყო და ნელა მუშაობდა. ასეთი პრესით დღეში შესაძლებელი იყო დაახლოებით 300 ანაბეჭდის მიღება. გარკვეული გაუმჯობესებების შედეგად ამ საბეჭდმა პრესმა იარსება XIX საუკუნის დასაწყისამდე.

გუტენბერგის გამოცემებში ილუსტრაციები წიგნის ყოველ ეგზემპლარს ხელით უკეთებოდა. ორნამენტების ტიპოგრაფიული ბეჭდვა დაიწყო გერმანელმა ტიპოგრაფმა კ. შიოფერმა 1457 წელს. 1461 წელს ტიპოგრაფმა ა. პფისტერმა გამოუშვა პირველი წიგნი ნაბეჭდი ილუსტრაციებით. მაგრამ ტექსტის და ილუსტრაციების ბეჭდვა ერთად არ ხდებოდა, ტექსტი იბეჭდებოდა საბეჭდი ფორმიდან, ხოლო ილუსტრაცია კი მეორე ჯერზე - გრავიურებიანი შტამბის ხის ნაჭრიდან. ეს ტექნიკა შემ-



ნახ. 3.1.2. გუტენბერგის ბიბლიის პირველი გვერდი



ნახ. 3.1.3. ხრახნიანი საბეჭდიპრესი

დეგ დაიხვეწა და ტექსტის და ილუსტრაციების ბეჭდა ხდებოდა ერთიდაიგივე შტამპებიდან.

ნოტების ბეჭდვა დაიწყო 1476 წელს. ბეჭდვა ხდებოდა ხეზე გაკეთებული გრავიურების საშუალებით. XVIII საუკუნიდან კი ნოტების ბეჭდვა დაიწყო ტიპოგრაფიული სასუალებით.

მეტალზე საჭრისებით გრავიურების კეთება იყო ძალიან შრომატევადი სამუშაო და მოითხოვდა დიდ ძალისხმევას. ეს სამუშაო არსებითად გაამარტივა XV საუკუნეში იარაღის ოსტატის დანიელ ჰოპფერის მიერ გამოგონილმა ტექნოლოგიამ. მისი ტექნოლოგიით გრავიურის დამზადება ხდებოდა სპილენძის ფირფიტაზე (ჩვენს დროში კი ცინკის ფირფიტაზე). ფირფიტას დაფარავდნენ სპეციალური ლაქით და წვეტიანი ნემსის საშუალებით ლაქზე ხდებოდა საჭირო ნახატის ამოკაწვრა. ამოკაწვრის ადგილებზე შიშვლდება მეტალის ზედაპირი. მეტალის ფირფიტის ზედაპირის დამუშავება ხდება მჭავით, რის შედეგადაც ნაწილობრივ ამოიჭმება მეტალის ზედაპირი და მასში გაჩნდება დასაბეჭდი სურათის შესაბამისი ღრმულები. ამ ღრმულების შევსება ხდება საღებავით, რის შემდეგაც შესაძლებელია ქაღალდზე ანაბეჭდის მიღება.

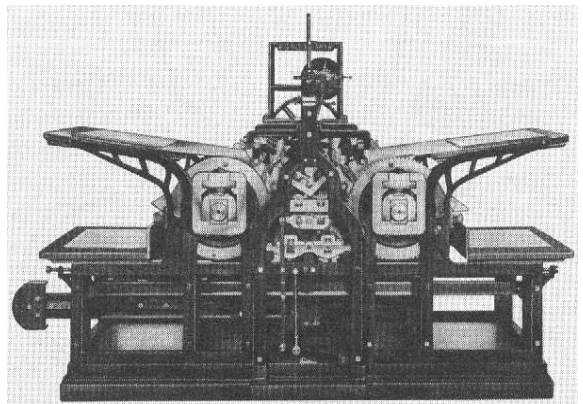
1798 წელს ალოიზ ზენეფელდმა გამოიგონა ლითოგრაფია - ბრტყელი ბეჭდვის ფორმა, რომლის დროსაც საბეჭდი ფორმის მოვალეობას ასრულებდა ბრყტელი ქვის (კირქვის) ზედაპირი. ლითოგრაფიულ ქვაზე გამოსახულების დატანა ხდებოდა ლითოგრაფიული ტუშით ან ლითოგრაფიული ფანქრით. ლითოგრაფიით შესაძლებელი იყო მრავალრიცხოვანი ტირაჟირება. XIX საუკუნიდან კი ლითოგრაფიამ გავრცელება ჰპოვა გრაფიკაში. XX საუკუნეში გამოგონილი იქნა ოფსეტური ბეჭდვა, რომელმაც ძალიან შეავიწროვა ლითოგრაფიული ბეჭდვა, მისი გამოყენება ხდებოდა მხოლოდ მაღალმხატვრული გრავიურების დასამზადებლად.

1810 - 1812

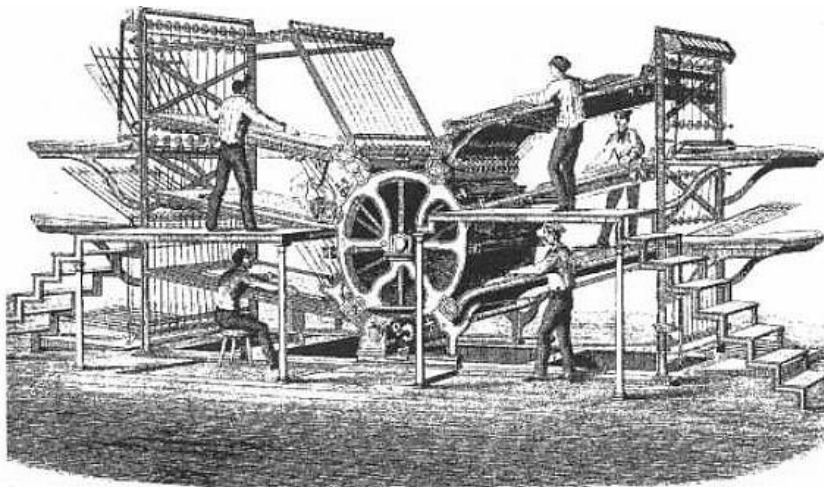
წლებში ფრიდრიხ კენინგმა (ნახ. 3.1.4.) გამოიგონა სწრაფი ბეჭდვის მანქანა მეტალის ცილინდრით, რომელიც აწევბოდა ბრტყელ საბეჭდ ფორმას (ნახ. 3.1.5). ამ საბეჭდი მანქანით შესაძლებელი იყო საათში 1000 ანაბეჭდის



ნახ. 3.1.4. ფრიდრიხ კენინგი (1774 - 1833)



ნახ. 3.1.5. კენინგის საბეჭდიმანქანა



ნახ. 3.1.6. როტაციული საბეჭდი მანქანა

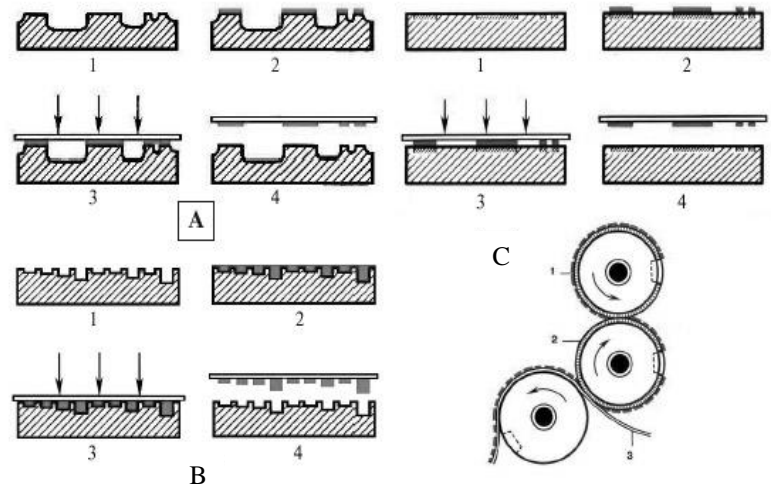
დამზადება და თანაც ფურცლის ორივე გვერდზე ბეჭდვით. ასაწყობ ფორმაზე ხდებოდა ტიპოგრაფიული საღებავის გადასმა, შემდეგ მასზე მოათავსებდნენ ქაღალდის სუფთა ფურცელს, რომელსაც გადაუვლიდა მეტალის ცილინდრი, რის შედეგადაც ქაღალდზე მიიღებოდა ანაბეჭდი. ყველა შემდგომ საბეჭდ მანქანებში ქაღალდზე დაწოლა ხდებოდა მეტალის ცილინდრის საშუალებით.



1865 წელს გამოგონებული იქნა როტაციული საბეჭდი მანქანა, რომელშიც საბეჭდი ფორმა მოთავსებული იყო უწყვეტად მბრუნავ ცილინდრზე (ნახ. 3.1.6). როტაციამ მრავალჯერ გაზარდა ბეჭდვის სიჩქარე. როტაციულ მანქანას ქალაქი მიეწოდება მიმდევრობით ცალკეული ფურცლების სახით ან უწყვეტად ქალაქის რულონიდან.

ბეჭდვის გამოგონებიდან XXსაუკუნის ბოლომდე ბეჭდვის ძირითადი პროცესები არ შეცვლილა. ანაბეჭდის მისაღებად საჭირო იყო საბეჭდი ფორმა, საბეჭდი მასალა (უმეტეს შემთხვევაში ქალაქი) და საბეჭდი საღებავი. საბეჭდი ფორმები არსებობს სამი სახეობის: ამობურცული და ჩაღრმავებული საბეჭდი ფორმები და აგრეთვე ბრტყელი ზედაპირით. საბეჭდი ფორმების ამ ტიპების მიხედვით განარჩევენ ბეჭდვის სამ ძირითად სახეობას: ამობურცული, ჩაღრმავებული და ბრტყელი (ნახ. 3.1.7).

ამობურცული ბეჭდვა, რომლის დროსაც ანაბეჭდი მიიღება საბეჭდი ფორმისაგან, რომელსაც ბეჭდვის ნაწილი აქვს ამობურცული, ხოლო ჩაღრმავებული ნაწილებით ბეჭდვა არ ხდება. ბეჭდვის ეს ფორმა იყო ერთადერთი ფორმა გუტენბერგიდან მოყოლებული მეცხრამეტე საუკუნის ბოლომდე. ის დღესაც გამოიყენება ტექსტური გამოცემების ბეჭდვისათვის (წიგნები, გაზეთები, ბროშურები და ა.შ.).



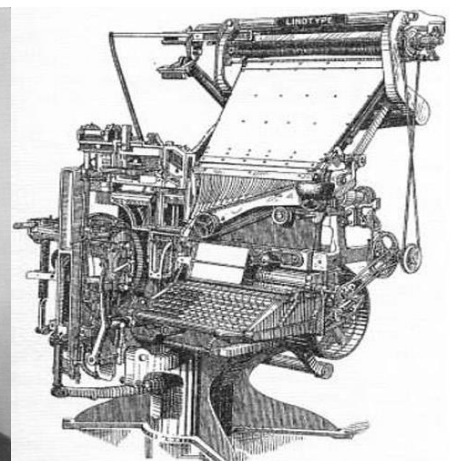
ნახ. 3.1.7. ბეჭდვის სახეობები

ჩაღრმავებული ბეჭდვის დროს ბეჭდვის არეები ჩაღრმავებულია და ხდება მათში საბეჭდი საღებავის ჩასხმა. დარჩენილი ზედაპირიდან კი სპეციალური სახაზავით ხდება საღებავის მოცილება. ბეჭდვის ეს სახეობა 1890 წელს გამოიგონა კ. კლიჩმა. ჩაღრმავებული ბეჭდვა კარგად გადმოსცემს გარდამავალ ტონებს და გამოიყენება ილუსტრირებული ჟურნალების დაბუკლებების ბეჭდვისათვის.

ბრტყელი ბეჭდვა დღეს არის ბეჭდვის ძირითადი სახეობა. ბეჭდვის ამ სახეობის დროს ბეჭდვის და ცარიელი ადგილები ერთ სიბრტყეშია. სპეციალური ქიმიური დამუშავების შედეგად საბეჭდი ფორმის ბეჭდვის არეებში დაიტანება საბეჭდი საღებავი, ხოლო თავისუფალი არეები კი არ ღებულობს საღებავს. ბრტყელი ბეჭდვის ყველაზე გავრცელებულ და პროგრესულ სახეობას წარმოადგენს ოფსეტური ბეჭდვა. ამ დროს საბეჭდი საღებავი დაიტანება საბეჭდ ფორმაზე, საიდანაც ჯერ გადადის რეზინის გორგოლაჭზე და შემდეგ ქალაქზე. ოფსეტური ბეჭდვის პირველი მანქანები შექმნეს ა. რუბელმა (აშშ) და კ. გერმანმა (გერმანია) 1905 – 1907 წლებში.



ნახ. 3.1.8. ო. მერგენტალერი



ნახ. 3.1.9. ლინოტიპი

ტრადიციული პოლიგრაფიული ბეჭდვის პროცესს გააჩნია ბევრი ეტაპები. ჯერ საჭიროა ტექსტისა და ილუსტრაციების სარედაქციო მომზადება; შემდეგ ხდება საბეჭდი ფორმის მომზადება. საბეჭდი ფორმა შეიძლება იყოს ტექსტური (აწყობილი) და შერეული, როდესაც ერთ საბეჭდ ფორმაზე ერთდროულადაა მოთავსებული ტექსტიც და ილუსტრაციებიც; ამის შემდეგ საბეჭდი ფორმიდან მიღებული უნდა იქნას ანაბეჭდი; ბოლო ეტაპია ბეჭდვის დასრულების სამუშაოები. ესაა დალაგება, აკინძვა, ყდებში ჩასმა და ა.შ.

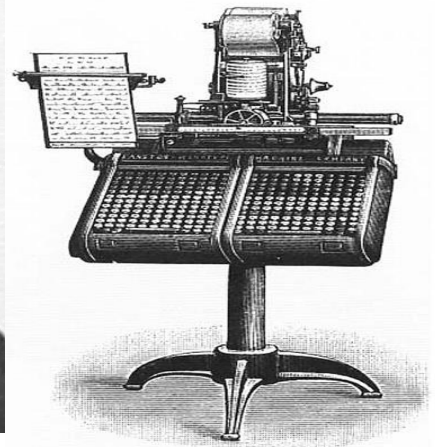
საბეჭდი ფორმის ნაკლებმწარმოებლური და ძვირი ხელით აწყობის ტექნიკა შემორჩა XIX საუკუნის ბოლომდე. 1886 წელს ო. მელგენტალერმა (ნახ. 3.1.8) გამოიგონა ასაწყობი მანქანა - ლინოტიპი, რომელიც იძლეოდა ცალკეულ ჩამოსხმულ სტრიქონებს (ნახ. 3.1.9).

1892 წელს კი ტ. ლანსტონმა (ნახ. 3.1.10) გამოიგონა მონოტიპი (ნახ. 3.1.11), რომლის საშუალებითაც ტექსტების აკრეფა ხდებოდა ცალცალკე ჩამოსხმული ასოებისგან. ბეჭდვის ეს მეთოდი გამოიყენებოდა საკმაოდ დიდ ხანს, XX საუკუნის მიწურულამდე.

წიგნების ბეჭდვის საქმეში ადრე თუ ხდებოდა ცალკეული საწარმოო პროცესების მექანიზაცია, XX საუკუნეში უკვე ხდება ავტომატიზირებულ ხაზებზე გადასვლა. საუკუნის დასაწყისში მოხდა პოლიგრაფიული მანქანების გადაყვანა დენზე. 30 – 40-იან წლებში საბეჭდ მოწყობილობებში მოხდა საკონტროლო, გამზომი და ბლოკირების მოწყობილობების გამოყენება. 50 – 60-იანი წლებიდან კი წიგნების ბეჭდვის საქმეში იწყება ელექტრონიკისა და გამომთვლელი მოწყობილობების გამოყენება. ბეჭ-



ნახ. 3.1.10. ტ. ლანსტონი



ნახ. 3.1.11. ტექსტის ასაწყობი აპარატი - მონოტიპი

დვის საქმეში კომპიუტერების გამოყენებამ ძალიან დააჩქარა ბეჭდვის ტექნოლოგიის განვითარება. ძირეული გარდატეხა მოხდა პოლიგრაფიული წარმოების პროცესებშიც.

ადრე სარედაქციო პროცესი შედგებოდა მთელი რიგი მიმდევრობითი პროცესებისაგან. თავიდან ავტორი ხელით წერდა ტექსტს ქაღალდზე და შეჰქონდა შესწორებები. შემდეგ მემენქანეს საბეჭდ მანქანაზე უნდა დაებეჭდა ეს ხელნაწერი ტექსტი. შემდეგ ეტაპზე ხდებოდა დაბეჭდილი ტექსტის ჩაბარება რედაქციისათვის. ამის შემდეგ რედაქტორი ასწორებდა ტექსტს და შეტანილ შესწორებებს ათანხმებდა ავტორთან. ამ პროცესში კიდევ რამდენჯერმე ხდებოდა საბეჭდ მანქანაზე ტექსტის გადაბეჭდვა. ამის შემდეგ ხდებოდა საბოლოოდ გასწორებული ტექსტის გადაცემა ასოთამწყობებისათვის. ტექსტის აწყობის შემდეგ იბეჭდებოდა სასინჯი ვარიანტი. ცალკე ხდებოდა ილუსტრაციების მომზადება და ტექსტში ჩადგმა. შემდეგ სასინჯი ანაბეჭდი გადაეცემოდა გასასწორებლად ავტორს. ავტორის შემდეგ ანაბეჭდს ასწორებდნენ კორექტორები. ამ მრავალრიცხოვან მოსამზადებელ ეტაპებზე იხარჯებოდა უამრავი ქაღალდი და რა თქმა უნდა კიდევ უფრო ძვირფასი დრო. ამის შემდეგ მზადდებოდა უკვე საბოლოო საბეჭდი ფორმები და იწყებოდა ბეჭდვის პროცესი.

პერსონალური კომპიუტერი შექმნამ ყველა ეს პროცესი ბევრად უფრო გააადვილა და დააჩქარა. ახლა ავტორი ტექსტს წერს არა ქაღალდზე, არამედ კრეფს თავის პერსონალურ კომპიუტერში. იქვე ასწორებს და შემდეგ დისკით მიაქვს ან სულაც ელექტრონული ფოსტით აგზავნის რედაქციში. ტექსტის პრინტერზე დაბეჭდვის საჭიროება დაყვანილია მინიმუმამდე.

მთელი სარედაქციო პროცესი მიმდინარეობს კომპიუტერში და თანაც სპეციალური სარედაქტორო პროგრამების საშუალებით. ამ პროგრამების საშუალებით ხდება ტექსტის განლაგება გვერდებზე, დაყოფა სვეტებად. ყველაფერი ეს ხდება კომპიუტერის მონიტორზე. ამ საქმიანობისათვის შექმნილია სპეციალური სამაგიდო საგამომცემლო სისტემები.

დიდი ტირაჟების დასაბეჭდად ტრადიციულად ჯერ ამზადებენ სპეციალურ საბეჭდ ფორმებს, ხოლო შემდეგ კი ამ ფორმებიდან ხდება ბეჭდვა. ბოლო წლებში ძალიან აქტუალური გახდა პროდუქციის გამოშვება ძალიან სწრაფად და პატარა ტირაჟით. ასეთ პროდუქციას განეკუთვნება სხვადასხვა პროსპექტები, კატალოგები, მოსაწვევი ბარათები და მრავალი სხვა. ასეთი ამოცანის გადასაწყვეტად გასული საუკუნის ბოლოს შეიქმნა სპეციალური ციფრული საბეჭდი მოწყობილობები, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელია საბეჭდი ფორმების დამზადების თავიდან აცილება და მთელი ტირაჟის ამ საბეჭდ მოწყობილობებზე დაბეჭდვა. ტექსტი და ილუსტრაციები ინქსება კომპიუტერის მეხსიერებაში და იბეჭდება კომპიუტერის ბრძანებებით. ასეთი სისტემებით პროდუქცია შესაძლებელია დაიბეჭდოს ტირაჟით 1-დან 1000 ეგზემპლარამდე და თანაც 4 ფერში (ეს სინამდვილეში 16 ფერია, რაც მიიღწევა ფერთა დაშლით და ამ 4 ძირითადი ფერის წაძვრით). ასეთ ბეჭდვას აქვს კიდევ ერთი შესანიშნავი თვისება: ტირაჟის ყოველ ეგზემპლარში შეიძლება შეტანილი იქნას უნიკალური ტექსტი ან ილუსტრაცია. ამ თვისების ღირებულების საილუსტრაციოდ შეიძლება მოვიყვანოთ მოსაწვევი ბარათების ბეჭდვა, სადაც ყოველ მოსაწვევში უნდა ჩაიწეროს ინდივიდუალური პიროვნების სახელი და გვარი, შესაძლოა მისი ფერადი ფოტოსურათითაც.

ციფრულ ბეჭდვას აქვს კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი უპირატესობა, რომელიც მდგომარეობს იმაში, რომ ამ შემთხვევაში იბეჭდება გამოცემის გვერდები მიმდევრობით და საჭირო აღარ ხდება ცალკეული გვერდების გადალაგება. წიგნების შეფუთვა და გასაყიდად გატანა შესაძლებელია ტირაჟის ბეჭდვის პროცესში. ეს ციფრული ბეჭდვის დიდი უპირატესობაა, ძალიან იზრდება ბეჭდვის ოპერატიულობა.

პოლიგრაფიულ წარმოებაში ციფრული ტექნოლოგიების გამოყენებამ შესაძლებელი გახადა ე.წ. „ჯიბის“ ციფრული პოლიგრაფიის შექმნა, რომელსაც არ სჭირდება საამქროები და დიდი საწარმოო ფართობები. ასეთი პოლიგრაფიისათვის საკმარისია სულ რამდენიმე კვადრატული მეტრის ფართის ოფისი და მხოლოდ ერთი ოპერატორი. ასეთი კომპლექსით შესაძლებელია წიგნების გამოცემა სხვადასხვა ფორმატით, მხატვრულად გაფორმებული ფერადი რბილი ყდით.

წიგნების ტირაჟის ბეჭდვა ხდება ციფრულ საბეჭდ მანქანებზე, რომელთა წარმადობაა 4500 ანაბეჭდი საათში. წიგნების ფერადი ყდებისა და ფაერადი ჩანართების ბეჭდვა კი ხდება სხვა საბეჭდ მოწყობილობაზე, რომლის წარმადობაცაა 720 ანაბეჭდი საათში. ეს სიჩქარეები ერთმანეთთან კარგადაა შეთანხმებული. ასე, რომ ბეჭდვის დროს საჭირო არ ხდება ყდების ან ტექსტის ფურცლების ლოდინი. ასეთი ციფრული ტიპოგრაფიის საშუალებით ერთ სამუშაო დღეში შეიძლება გამოშვებული იქნას საშუალო მოცულობის წიგნი ტირაჟით 500 ეგზემპლარი.

ქალაქებზე დაბეჭდილი წიგნების ისტორია მოითვლის უკვე რამდენიმე საუკუნეს. მკითხველი მიეჩვია ინფორმაციის მიღებას წიგნებიდან. დღეს შეუძლებელია იმის დათვლა თუ რამდენი წიგნია უკვე დაბეჭდილი. გამოცემების ასეთი სახის გარდა არსებობს კიდევ ხმოვანი გამოცემები, რომლებიც ჩაწერილია გრამფირფიტებზე ან მაგნიტოფონის ლენტებზე. ასეთი ჩანაწერები განსაკუთრებით უყვართ ბავშვებს, ზღაპრების მოსასმენად. მათზე შესაძლებელი იყო პატარა ნაწარმოებების ან ზღაპრების ჩაწერა. ასეთი გამოცემებისათვის დღეს გამოიყენება უკვე ინფორმაციის კომპიუტერული მატარებლები როგორებიცაა CD და DVD დისკები, ფლემ მეხსიერება. ასეთი გამოცემების წაკითხვა შესაძლებელია პერსონალური კომპიუტერის მონიტორზე, ნოუთბუკში, ახლა უკვე გამოჩნდა სხვადასხვა სახისა და შესაძლებლობების მინიატურული კომპიუტერები. ასეთი გამოცემების გადაგზავნა შესაძლებელია ელექტრონული ფოსტითაც.

როგორ შეიძლება ქალაქზე დაბეჭდილი წიგნისა და ელექტრონული გამოცემების ერთმანეთთან შედარება? საითაა უპირატესობა?

ქალაქზე დაბეჭდილი წიგნი მოიცავს მიმდევრობით ტექსტს, რომელშიც ძეგლის განსახორციელებლად გამოყენებულია სარჩევი და გვერდების გადანომვრა.

ელექტრონული დოკუმენტი, იქნება ეს წიგნი თუ სტატია, წარმოადგენს ჰიპერტექსტს, რომელშიც ჰიპერმიმითებლებით ადვილია გადასვლა დოკუმენტის საინტერესო თემაზე. ელექტრონული დოკუმენტების დათვალიერების ბევრი სისტემა საშუალებას იძლევა გასაღები სიტყვების საშუალებით მოძებნილი იქნას საჭირო მასალა.

რთულია ტექსტური დოკუმენტისათვის ასლის გადღება. კიდევ უფრო რთულია მასში შესწორებების შეტანა. ქალაქის დოკუმენტის გადაგზავნას დიდი დრო სჭირდება და ძვირიც ჯდება.

ელექტრონული დოკუმენტის კოპირება ძალიან ადვილია და სწრაფად ხდება. ასევე ადვილია და სწრაფად ხდება ელექტრონული დოკუმენტის შესწორება და გადაგზავნა, რისთვისაც არსებობს ელექტრონული ფოსტა. ეს თვისება საშუალებას იძლევა ელექტრონული გამოცემების გასაყიდად გამოყენებული იქნას ინტერნეტი. ამ შემთხვევაში საჭიროა მხოლოდ უფლების შეძენა ინტერნეტ ქსელიდან გამოცემის ჩამოსატვირთად. ელექტრონული გამოცემების გასაყიდად შესაძლებელია CD და DVD დისკების გამოყენებაც.

ქალაქზე დაბეჭდილი წიგნისგან განსხვავებით, ელექტრონულ გამოცემაში (eBook - electronic Book) შესაძლებელია ინფორმაციის რამდენიმე სახეობის გაერთიანება, რისი წარმოდგენაც კომპიუტერის შესაძლებლობებშია, მაგალითად ხმის და მოძრავი გამოსახულებების.

ქალაქზე დაბეჭდილ წიგნებთან შედარებით ელექტრონულ წიგნებს გააჩნიათ კიდევ მრავალი უპირატესობა. მაგალითად მათი მოცულობა ძალიან მცირეა, ერთ CD დისკზე შესაძლებელია ჩაწერილი იქნას ასეულობით წიგნი. ელექტრონული წიგნების გამოცემა ბევრად უფრო ადვილია, ბევრად უფრო სწრაფად და იაფად ხდება მალი გამოცემა. კითხვის დროს ელექტრონულ წიგნებში შესაძლებელია შრიფტის ტიპის, ზომების და ფერის შეცვლა, შესაძლებელია სიტყვების ძებნა და კიდევ მრავალი სხვა.

ელექტრონული წიგნების ამ უპირატესობების ჩამოთვლის შემდეგ შეიძლება გაჩნდეს ეჭვი, რომ ნაბეჭდი წიგნების დრო იწურება და მომავალი ელექტრონულ წიგნებს ეკუთვნის. საქმე ასე მარტივად არ არის. ნაბეჭდი წიგნებსაც აქვთ უპირატესობები და ელექტრონულ წიგნებსაც გააჩნიათ ნაკლი. ელექტრონული წიგნების კითხვა უფრო დამღლეელია ადამიანის თვალისთვის და აღქმისათვისაც ადამიანის გონება უფრო მიჩვეულია ნაბეჭდი წიგნებს. ასე, რომ ნაბეჭდი წიგნები ჯერ „სიკვდილს“ არ აპირებენ, მაგრამ დროთა განმავლობაში ელექტრონული წიგნების მხრიდან კონკურენცია სულ უფრო გაიზრდება. დღესაც, ელექტრონული წიგნების უპირატესობა აშკარაა საცნობარო გამოცემებში - ლექსიკონები, ცნობარები, ენციკლოპედიები. ეს უპირატესობა განპირობებულია მათი არა მარტო მცირე მოცულობით, მცირე ფასით და შექმნის სიმარტივით, არამედ იმით, რომ მომხმარებლისათვის გაცილებით უფრო ადვილია მათში საჭირო ინფორმაციის მოძიება და მომხმარებელი ამით ზოგავს თავის დროს.

რაც შეეხება მხატვრულ ლიტერატურას, აქ ელექტრონული გამოცემების უპირატესობები გაცილებით მოკრძალებულია. მიუხედავად ამისა, ინტერნეტში არის მრავალი ბიბლიოთეკა მხატვრული ლიტერატურის ელექტრონული ვარიანტების დიდი რაოდენობით.

კომპიუტერული ტექნოლოგიების განვითარებამ მოიტანა კიდევ ერთი სიახლე საგამომცემლო საქმიანობაში. ესაა ე.წ. „მოლაპარაკე“ წიგნები ინფორმაციის ელექტრონულ მატარებლებზე. აქ ხდება მხატვრული ლიტერატურის არა კითხვა, არამედ მოსმენა. თუ გავითვალისწინებთ, რომ



ნახ. 3.1.12. პლანშეტი



ტექსტის გახმოვანებას ახორციელებს პროფესიონალი მსახიობი, ასეთი გამოცემების მოსმენა საკმაოდ სასიამოვნოა. ასეთ გამოცემებზეც საკმაოდ დიდი მოთხოვნაა. ინტერნეტში საკმაოდ გაიზარდა ასეთი გამოცემების რაოდენობა.

ელექტრონულ წიგნებზე მოთხოვნილების ზრდამ განაპირობა კომპიუტერების სპეციალური სახეობის - პლანშეტების შექმნა (ნახ. 3.1.12), რომლებიც წარმოადგენენ სპეციალიზირებულ კომპიუტერებს კითხვისათვის. მათში გათვალისწინებულია გახმოვანებული წიგნების მოსმენის საშუალებაც. ეს კომპიუტერები აღჭურვილია საკმაოდ დიდი მეხსიერებით, რომელიც საშუალებას იძლევა დამახსოვრებული იქნას ელექტრონული გამოცემების საკმაოდ დიდი რაოდენობა. შესაძლებელია მეხსიერების გასუფთავება და შემდეგ ახალი წიგნების ჩატვირთვა.

საქართველოშიც წიგნების ბეჭდვას დიდი ხნის ისტორია აქვს, თუმცა კი ჩვენთან წიგნების ბეჭდვა უფრო მოგვიანებით დაიწყო ვიდრე მსოფლიოში. ეროვნული სტამბის - ქართული წიგნის ბეჭდვის ისტორია ქართველი ხალხის მრავალსაუკუნოვანი კულტურული წარსულის ერთ-ერთი განუყოფელი ნაწილია. ქართული წიგნების ბეჭდვა იწყება 1629-1709 წწ.

1629 წელს რომში გამოვიდა პირველი ქართული ნაბეჭდი წიგნი - ქართულ-იტალიური ლექსიკონი. ამ წიგნის თავფურცელს აწერია, რომ იგი შეადგინა სტეფანე პაოლინიმ ქართველ ნიკიფორე ირბაქის (ნიკოლოზ ჩოლოყაშვილის) დახმარებით. ეს წიგნი შეიცავს 300-მდე ქართულ სიტყვას, ქართულ ანბანსა და იტალიური სიტყვების საძიებელს.

ამავე წელს რომში დაიბეჭდა მეორე ქართული წიგნი - «ქართული ანბანი ლოცვებითურთ». რომში XVII საუკუნის განმავლობაში დაბეჭდილ წიგნთაგან ცნობილია სულ ხუთიოდე დასახელების გამოცემა. მათ შორის მისიონერ ფრანცისკო მარია-მაჯიოს «ქართული ენის გრამატიკა» (პირველი გამოცემა - 1643 წელს, მეორე - 1670 წელს). წიგნები აწყობილია მხედრული და ნუსხური შრიფტით.

XVII საუკუნეების ბოლო წლებში საქართველოში შექმნილი აუტანელი პოლიტიკური ვითარების გამო მოსკოვს გადახვეწილი ცნობილი პოეტი და მწიგნობარი, მეფე არჩილ მეორე უკავშირდება დასავლეთ ევროპიდან ჩამოსულ განათლებულ უცხოელებს - ამსტერდამის ბურგომისტრს ნიკოლა ვიტცენს და შვედ მეცნიერს დიპლომატ იოჰან შპარვენგელფერდს, ხოლო მათი მეშვეობით ამსტერდამში მოღვაწე უნგრელ მიკლოშ კიშს და იწყებს სტამბის მოწყობასა და საგამომცემლო საქმიანობას. მან შეადგინა ქართული ასოების დამწერლობის ნიმუშები და გაუგზავნა ამსტერდამში სახელგანთქმულ ასოთმქანდაკებელსა და წიგნების ამწყობს მილოშ ტოტვალუმ კიშს, რომელმაც 1687 წელს თავისი შრიფტისათვის გამოიყენა ეს ნიმუშები და მიიღო ქართული ასომთავრულის, ნუსხა-ხუცურისა და მხედრული შრიფტების პირველი ანაბეჭდები.

1705 წელს მოსკოვის სინოდის სტამბასთან მოწყობილ ქართული წიგნის სამბეჭდაოში აიწყო და დაიბეჭდა «დავითნი». არჩილს განზრახული ჰქონდა სახარების გამოცემა, მაგრამ ვერ მოასწრო, 1713 წელს იგი გარდაიცვალა. მისი ნაშრომი გამოუყენებიათ 1742-1743 წლებში ბიბლიის გამომცემლებს ბაქარსა და ვახუშტის.

ამავე პერიოდში ვახტანგ მეექვსე ვლახეთიდან (ახლანდელი რუმინეთი) მესტამბე მიხაელ სტეფანოვიჩი, ანუ მიხაილ ალახი (ცნობილი ქართველი მოღვაწის ანთიმოზ ივერიელის მოწაფე) მიიწვია. თბილისში მტკვრისპირას, თავისი სასახლის ახლოს, სტამბა მოაწყო და შეუდ



დავით წინასწარმეტყველისა მიერ ქება :

კანონი პირველი :

ესალომონი ღმერთისა შედა წარუწერიელი ებრაელითა შრის : ა :

6 ეტარას კარვი რი-მელი არა მივიდა სრასესა უღმროთასა : ღმერთისა კო-დელოთასა არა ღმერთი : დასაფილო-მელონა უსწყოლოთასა არა ღმერთი : არამედ სწყოლოსა უფლოსასა არს ნება მისი : ღმერთისა მისსა სრასესა იგი დღე ღმერთი :



მოსკოვის სტამბისათვის ქართულ შრიფტებს ამზადებდნენ პეტერბურგში ქრისტეფორე გურამიშვილის ხელმძღვანელობით. მან 1736 წელს პეტერბურგის სამეცნიერო აკადემიასთან მოაწყო ქართული სტამბა, სადაც დაიბეჭდა რუსულ-ქართული ანბანი ლოცვებით, ლათინური ლოცვების ტექსტით, შენიშვნებით. 1741 წელს მოსკოვში გამოვიდა «მარხვანი».

1749 წელს ერეკლე II აღადგინა თბილისის სტამბა. 1782-1785 წლებში საგამომცემლო საქმეს აყვავების ხანა დაუდგა. გაუმჯობესდა და გაფართოვდა სტამბის შრიფტი და მოწყობილობები, მაგრამ 1795 წელს აღა-მაჰმად-ხანის მიერ თბილისის აოხრების დროს სტამბა ხელმეორედ დაინგრა. სამაგიეროდ მუშაობა გააცხოველა მოსკოვის ათანასე ამილახვრის სტამბამ, ხოლო 1796-1801 წლებში მოზდოკის ქართულმა სტამბამ, რომელიც გაიოზ რექტორმა დაარსა.

1793 წელს იმერეთის მეფემ სოლომონ II მესტამბე გ. პაიჭაძეს დაავალა სტამბის მოწყობა. მან ერთ წელიწადში სტამბაც გახსნა და პირველი წიგნიც გამოსცა. 1803 წელს ამ სტამბას სათავეში ჩაუდგა მოზდოკის სტამბიდან გადმოსული რომანოზ რაზმაძე-ზუბაშვილი. იმერეთის სტამბა 1809-1811 წლებში მუშაობდა სოფელ წესში, 1815-1817 წლებში კი საჩხერეში (ზურაბ და გრიგოლ წერეთლის კარმიდამოში). ამის შემდეგ წიგნის გამოცემა კვლავ შეფერხდა. 1801-1837 წლებში გამოვიდა მხოლოდ შვიდი წიგნი, მათ შორის «ოსური საცისკრონი ლოცვანი», რომელიც აწყობილია ნუსხური შრიფტით და დართული აქვს ოსური ბგერების გამომხატველი ნიმუშები.

დადგენილია, რომ მოსკოვისა და პეტერბურგის გარდა სხვადასხვა დროს ქართული წიგნი გამოდიოდა აგრეთვე პარიზსა და მონთბანში (საფრანგეთი), ლონდონში, ბერლინში, ვენეციაში, კონსტანტინეპოლში, კავკავში, ბაქოსა და სხვ. მაგრამ ეს თითო-ოროლა გამოცემა მხოლოდ ამა თუ იმ პერიოდის შემთხვევითი მოვლენა იყო და უმნიშვნელო გავლენას ახდენდა ქართული მწიგნობრობის განვითარებზე, თუმცა მათ გარკვეული როლი შეასრულეს ქართული წიგნის ისტორიისათვის.

1836 წელს ქართული წიგნის გამოცემა თბილისში კვლავ გამოცოცხლდა. ვითარდება ბეჭდვითი საქმე, გარდა თბილისისა სტამბები დაარსდა ქუთაისში, ბათუმში, ფოთში, ოზურგეთში, ზუგდიდში, სენაკში, ხონში, გორში, თელავში, სიღანაღსა და ზესტაფონში. თბილისში ამ პერიოდისთვის არსებობდა 19 სტამბა, სადაც იბეჭდებოდა წიგნები, ჟურნალები და გაზეთები.

ეს ის პერიოდია, როცა საგამომცემლო საქმეს სათავეში ჩაუდგა ქართველთა შორის წერა-კითხვის გამავრცელებელი საზოგადოება. 1850 წელს დაიწყო ქართული კომედიების სერიის გამოცემა (გიორგი ერისთავის «გაყრა»). 1851-1867 წლებში სულ გამოვიდა 142 ქართული წიგნი.

ამ პერიოდიდან ქართული წიგნის გამოცემის საქმე მტკიცედ უზრუნდება მშობლიურ კერას და მას შემდეგ საქართველოში უფრო მეტი ქართული წიგნი გამოდის, ვიდრე მის გარეთ.

## 3.2. კავშირგაბმულობის ტრადიციული და თანამედროვე საშუალებები

ინფორმაციის მოპოვების შემდეგ საჭიროა მისი არა მარტო მეხსიერებაში დაფიქსირება, არამედ მიმღებისათვის მისი დროულად გადაცემაც. მიღები თუ ტერიტორიულად მოშორებულია ინფორმაციის წყაროსაგან, მაშინ ინფორმაციის გადაცემა ხდება კავშირგაბმულობის საშუალებებით. ამ საშუალებებს განეკუთვნება: სიგნალიზაცია, ფოსტა, ტელეგრაფი, ტელეფონი, რადიო, ტელევიზია, კოსმოსური კავშირი და კიდევ მრავალი სხვა. მათგან ყველაზე ძველია სიგნალიზაცია და ფოსტა.

### 3.2.1. სიგნალიზაცია და ფოსტა

ადამიანებს შორის ურთიერთობის ყველაზე პირველი ფორმა იყო მიმიკა და ჟესტები. ურთიერთობის ამ ფორმის დროს ადამიანები პირდაპირ უნდა ხედავდნენ ერთმანეთს. მათგან ერთი გადასცემს სიგნალებს მიმიკისა და ჟესტების საშუალებით, მეორე ან ადამიანების ჯგუფი

კი ამ სიგნალებს ღებულობენ. სიგნალების მიმღები ადამიანი თუ შემობრუნდა ან თვალები დახუჭა, მაშინ ის ამ სიგნალებს უკვე ვეღარ ღებულობს. მიმიკისა და ჟესტების საშუალებით ძალიან ბევრი რამის გადმოცემა შეიძლება. ურთიერთობის ამ ფორმაზეა დამყარებული ხელოვნების სახეობა - პანტომიმი.

ჩვენ დროში ურთიერთობის ამ ფორმის მაგალითია დაქტილოლოგია - ანბანი ყრუმუნჯთათვის. ეს არის ურთიერთობის თავისებური ფორმა, რომლის საშუალებითაც სიტყვები გამოისახება ხელის თითების საშუალებით.

მიმიკით და ჟესტებით ურთიერთობის შემდეგ შეიქმნა ენა და მეტყველება, მაგრამ ხმის გაგონებაც შესაძლებელია მხოლოდ მოკლე მანძილზე.

დიდ მანძილზე ინფორმაციის გადაცემისათვის ხმა საკმარისი არ იყო. ამ მიზნისათვის დაიწყო სიგნალიზაციის სხვადასხვა საშუალებების გამოყენება, მაგალითად ხმა (რომელიც დიდ მანძილზე კარგად ისმის) და შუქი (სიგნალები სინათლით, რომლებიც დიდ მანძილზე კარგად ჩანს). აფრიკულ ქვეტნებში ამისათვის გამოიყენებოდა დოლის ბრახუნი - ტამტამები. დღესაც კი, ტელეფონის, რადიოსა და ტელევიზიის ეპოქაში, აფრიკის ზოგიერთ სოფელში ისევ გამოიყენება „დოლების ტელეგრაფი“.

საქართველოში საყოველთაო შეტყობინებების გადასაცემად გამოიყენებოდა საეკლესიო ზარების რეკვა. ამ გზით ატყობინებდნენ მტრის მოახლოებას, ხანძარს ან სხვა საშიშროებას. ზარების რეკვით უხმობენ მოსახლეობას ეკლესიებში სალოცავად. ამისათვის ეკლესიებთან სპეციალურადაა აშენებული სამრეკლოები. მუსულმანურ ქვეყნებში ამ მიზნით გამოიყენება მინარეთები.

ოპტიკური სიგნალიზაციის ძველისძველი სახეობაა სიგნალიზაცია კოცონის საშუალებით, რომლითაც მოსახლეობას ატყობინებდნენ მტრის მოახლოებას. დღის სინათლეზე გამოიყენებდნენ კოცონის კვამლს, ხოლო ღამით კი კოცონის ცეცხლს. რომელი მწერლის და სწავლულის პლინიუს უფროსის (24-79 წ.წ. ჩვ. წელთაღრიცხვამდე) ცნობით სიგნალიზაციის ამ ფორმას გამოიყენებდნენ ჯერ კიდევ ტროას ომის დროს, ანუ XIII საუკუნეში ჩვ. წელთაღრიცხვამდე. ძველი ბერძენი დრამატურგი ესქილე (525-456 წ.წ. ჩვ. წელთაღრიცხვამდე) ტრაგედიაში „აგამემნონი“ გვატყობინებს, რომ ცნობა ტროას დაცემის შესახებ საბერძნეთამდე მივიდა 5 საათში და ეს მოხდა სწორედ სასიგნალო კოცონების საშუალებით.

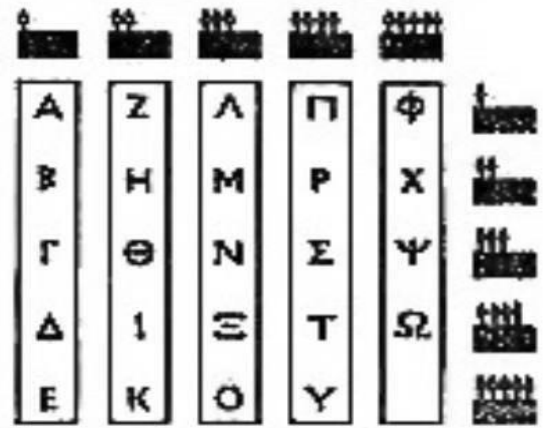
ჩინელებიც კოცონის ცეცხლსა და კვამლს იყენებდნენ ოპტიკური სიგნალიზაციისათვის. სასიგნალო კოცონებს ანთებდნენ ჩინეთის დიდი კედლის გასწვრივ, რომლის სიგრძეც აღემატებოდა 5000 კილომეტრს და აგებული იყო III საუკუნეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე.

ძველი ბერძენი მხედართმთავარი და ისტორიკოსი პოლიბიოსი (203-120 წწ.. ჩვ. წ.) თავის წიგნში „ისტორია“ აღწერს ჭყლის ტელეგრაფს, რომლის იდეაც მდგომარეობს შემდეგში: ორი კომკი ერთმანეთთან დაკავშირებულია წყლის მილით, რომელსაც ორივე ბოლოზე დამაგრებული აქვს ზუსტად ერთნაირი ცილინდრული ჭურჭელი ერთნაირი დანაყოფებით. ყველა დანაყოფს გაკეთებული ჰქონდა შესაბამისი წარწერა. წყლის თავზე ცილინდრულ ჭურჭლებში ცურავდა ტივტივები. მესიგნალები მუდმივად ადევნებდნენ ერთმანეთს თვალყურს. როდესაც სიგნალის გადაცემა იყო საჭირო, მესიგნალე ანთებდა კოცონს და მოუშვებდა ონკანს ისე, რომ ტივტივა დამდგარიყო საჭირო დანაყოფთან. ამის შემდეგ კეტავდა ონკანს და აქრობდა კოცონს. მიმღები მიიღებდა ცილინდრული ჭურჭლის დანაყოფებიდან ტივტივის მდებარეობის შესაბამისი დანაყოფის შესაბამის შეტყობინებას. შეტყობინებების გადაცემის ეს მეთოდი იყო ძალიან შრომატევადი, ნაკლებადსაიმედო და იძლეოდა გადასაცემი შეტყობინების არცთუ მაინცდამაინც დიდ რაოდენობას.



პოლიბიოსს აღწერილი აქვს შეტყობინებების გადაცემის უფრო სრულყოფილი მეთოდიც (ნახ. 3.2.1.), რომელიც შემდეგში მდგომარეობს. ბერძნული ანბანის 24 ასე დაყოფილია 5 ჯგუფად. ამ ჯგუფებიდან ასოები დატანილი იყო სპეციალურ დაფებზე.

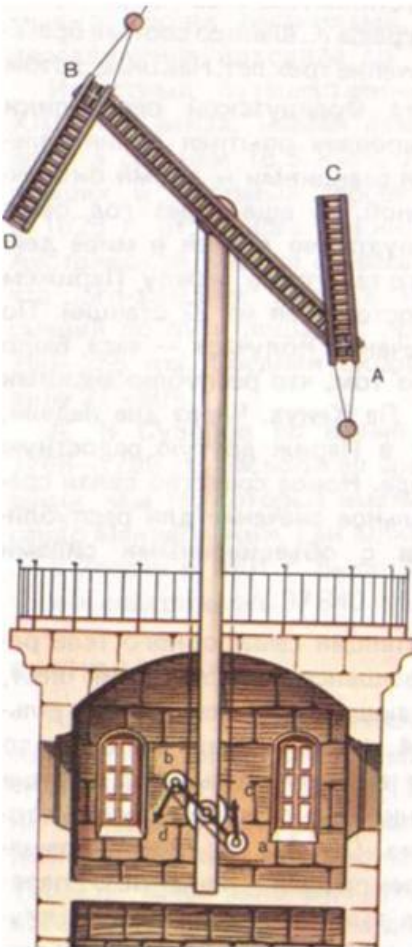
გადამცემი მხარე ჩირაღდნით ანიშნებდა მიმღებ მხარეს და მისგან მოითხოვდა მიღებისათვის მზარყოფნას. მიმღები მხარე ასევე ჩირაღდნით უდასტურებდა მიღებისათვის მზადყოფნას. შემდეგი ინფორმაცია მოდიოდა გადამცემიდან, რომელიც ანთებული ჩირაღდნების რაოდენობით უთითებდა საჭირო დაფის ნომერს. ამის შემდეგ გადამცემი მხარიდან ისევ უჩვენებდნენ ანთებულ ჩირაღდნებს, რომელთა რაოდენობითაც მიუთითებდნენ



ნახ. 3.2.1. სიგნალიზება ბერძნული ანბანის მიხედვით

არჩეულ დაფაზე საჭირო ასოს ნომერს. ამგვარად შესაძლებელი იყო ნებისმიერი ინფორმაციის გადაცემა, რადგანაც გამოიყენებოდა ბერძნული სრული ანბანი.

თანამედროვე ტერმინოლოგია რომ გამოვიყენოთ, ბერძნული ანბანის ასოები ამოწერილი იყო მართკუთხა მატრიცის სახით, ანუ შეიცავდა სტრიქონებსა და სვეტებს. მათი ნომრების მინიშნებით შესაძლებელი იყო ასოების საშუალებით სიტყვებისა და წინადადებების გადაცემა. შეიძლება ითქვას, რომ ინფორმატიკის ისტორიაში ეს იყო პირველი მცდელობა მოეხდინათ ანბანის სიმბოლოების რიცხვების საშუალებით კოდირება. მრავალი საუკუნის შემდეგ ეს პრინციპი 1835 წელს გამოიყენე ს. მორზემ, მხოლოდ მან ლათინური ანბანის ასოების კოდირებისათვის გამოიყენა წერტილები და ტირეები. თანამედროვე კომპიუტერებში ანბანის ასოებისა და საჭირო სიმბოლოების კოდირებისათვის გამოიყენება სპეციალური მოწყობილობა, კლავიატურა. მისი საშუალებითაც საჭირო სიმბოლოების კოდირება ხდება რიცხვებით, მხოლოდ ამისათვის გამოიყენება ორობითი რიცხვები.



ნახ. 3.2.2. სემაფორული ტელეგრაფი

XVIII საუკუნის მიწურულს ევროპაში დაიწყო მუშაობა ე.წ. „სემაფორულმა ტელეგრაფმა“, რომლის საშუალებითაც ინფორმაცია გადაიცემოდა დიდ მანძილზე. ინფორმაციის გადასაცემად გამოიყენებოდა სპეციალური მექანიზმები მოძრავი ელემენტებით. პირველი ასეთი აპარატის დემონსტრირება მოახდინა ინგლისელმა ფიზიკოსმა რობერტ გუკმა 1684 წელს. ამის შემდეგ ოპტიკური ტელეგრაფი მოაწყო ფრანგმა ამონტონმა. ასეთი ტელეგრაფის ფართო მასშტაბით დანერგვა მოახერხეს მხოლოდ ფრანგმა ძმებმა კლოდ და იგნატიუ შაპპებმა.

1792 წელს ძმებმა შაპპებმა ოფიციალურად წარუდგინეს დასამტკიცებლად ეს მოწყობილობა სახელწოდებით სემაფორი (ნახ. 3.2.2). იგი წარმოადგენდა სამფრთიანი სემაფორების

სისტემას, რომელსაც შეეძლო სხვადასხვა მდგომარეობების მიღება. ეს მოწყობილობები განთავსებული იყო კომპლექსურად, 15 მილის დაშორებით და მათ შორის უნდა ყოფილიყო პირდაპირი გეომეტრიული ხედვა. ყოველ კომპლექსურ იმყოფებოდა დამკვირვებელი - ტელეგრაფისტი, რომელიც ჭოგრით აკვირდებოდა მეზობელ კომპლექსურ სემაფორის ფრთების მდგომარეობას. ცვლილების შემთხვევაში ამ ცვლილებას იმეორებდა. ამგვარად გადაეცემოდა მონაცემები კომპლექსიდან კომპლექსურ სემაფორის ფრთების 256 შესაძლო მდგომარეობიდან შაკებმა ამოირჩიეს 92 მდგომარეობა, რომლებიც ერთმანეთისაგან მკვეთრად განსხვავდებოდა. მათ ასევე აირჩიეს ფრანგულ ენაში ყველაზე მეტად გამოყენებადი 8400 სიტყვა და დააღაგეს 92 ფურცელზე. ტიტოულ ფურცელზე განლაგებული იყო 92 სიტყვა. ამგვარად, კომპლექსიდან კომპლექსურ გადაეცემოდა ჯერ ფურცლის ნომერი, შემდეგ კი ფურცელზე სიტყვის ნომერი. ოპტიკური ტელეგრაფის პირველი ხაზი შეიქმნა 1794 წელს პარიზსა და ლილს შორის და მისი სიგრძე იყო 225 კმ. ამ ხაზზე შეტყობინების გადაცემას სჭირდებოდა 10 წუთი.

ასეთი ტელეგრაფის ნაკლი მდგომარეობდა იმაში, რომ დამოკიდებული იყო ამინდზე. მაგრამ, მიუხედავად ამისა, გამოიყენებდნენ XIX შუამდე. ოპტიკური ტელეგრაფის დანერგვისთანავე, ფართოდ დაიწყო მისი გამოყენება სამხედრო და სამოქალაქო სფეროებში. დაიწყო უკვე ახალი ხაზების აგება: პარიზი - სტარასბურგი (450 კმ.), პარიზი - ტულონი (1100 კმ.). მალე ოპტიკური ტელეგრაფის ხაზების საერთო სიგრძემ შეადგინა 50000 კმ. საფრანგეთში სემაფორული ტელეგრაფი გამოიყენებოდა ძალიან ეფექტურად, განსაკუთრებით ჯარში. თავისი ნაწილებისთვის დიდ მანძილზე ინფორმაციის ძალიან სწრაფად გადაცემა საფრანგეთის ჯარს დიდ უპირატესობას ანიჭებდა. სწორე ამის შედეგი იყო ნაპოლეონ ბონაპარტეს (1769-1812) ბრწყინვალე გამარჯვებები ევროპაში.

საზღვაოსნო საქმეში სიგნალიზაციისათვის გამოიყენებოდა ალმები. სიგნალიზაციის ეს



ნახ. 3.2.3. სამანქანო ტელეგრაფი

ფორმა გამოიყენებოდა უკვე შუა საუკუნეებიდან. გემის ანძაზე ერთი სასიგნალო ალამი აღნიშნავს სიტყვას ან წინადადებას, ხოლო ორი სასიგნალო ალამის ერთდროულად გამოყენებით კი გადაიცემოდა ასოები. საზღვაოსნო საქმეში ასევე გამოიყენება სინათლით სიგნალიზაცია. ამისათვის გამოიყენება სპეციალური სასიგნალო ნათურები მიმართული ნათებით. მორზეს ანბანის საშუალებით გადაიცემა გადაიცემა კოდირებული სიგნალები (ხანმოკლე და უფრო გრძელი სინათლის იმპულსებით).

გემის ბორტზე კავშირისათვის არსებობს სამანქანო ტელეგრაფი (ნახ. 3.2.3). გემის კაპიტანსა და მექანიკოსს აქვთ ერთნაირი რგოლები ისრებითა და სახელურებით. გემის კაპიტანი სახელურის საშუალებით ისარს აყენებს გარკვეულ დანაყოფთა, შესაბამისი წარწერით. ასეთივე რგოლი მემანქანესთანაც დადგება ზუსტად

იგივე მდგომარეობაში და იმავე წარწერასთან, ამასთან, მემანქანესთან დაირეკება ზარი, რომ ბრძანება უყურადღებოდ არ დარჩეს.

საზოგადოებრივი დანიშნულების პირველი რკინიგზა გახსნა ჯორჯ სტეფენსონმა 1825 წელს. ექსპლუატაციის დასაწყისში მატარებლების მოძრაობის სიჩქარე იყო დაბალი და მოძრაობის უსაფრთხოების მიზნით ცდილობდნენ მაქსიმალურად დაეცვათ მოძრაობის განრიგი. მიუხედავად ამისა, უბედური შემთხვევა ექსპლუატაციის დასაწყისშივე ვერ აიცილეს თავიდან. ჯორჯ სტეფენსონი იძულებული გახდა მოეგონა სიგნალები, რომლებიც უზრუნველყოფდნენ მოძრაობის უსაფრთხოებას. სტეფენსონის მითითებით შემოღებული იქნა სიგნალები, რომლებიც დღისით მიიცემოდა ალმებით, ხოლო ღამით კი ხელის ფანტებით. მემანქანეებს დაურიგეს საყვირები. მოგვიანებით კი 1835 წელს ეს საყვირები შეცვალეს ორთქლის სასტვენებით. 1834 წლიდან ლივერპულ-მანჩესტერის ხაზზე დაყენებული იქნა სასიგნალო ბოძები. ეს ბოძები

შეღებლი იყო სასიგნალოდ და დააჩნდა ვიწრო და ფართო მხარეები. ბოძებს შეეძლოთ შემობრუნება 90<sup>0</sup>-ით. ბოძი ფართო მხარით მატარებლის მოძრაობის მიმართულებით აღნიშნავდა მატარებლის გაჩერებას. 1841 წელს ინგლისელმა გრეგორი სემაფორმა გამოიგონა სემაფორი. ეს იყო ანძა მოძრავი ფრთით. მოძრაობის უსასფრთხოების უზრუნველყოფის საქმეში წინ გადადგმული ნაბიჯი იყო ბლოკირების გამოყენება. სემაფორის ამკრძალავი მდგომარეობა იბლოკებოდა ვიდრე მატარებელი იმყოფებოდა სემაფორის ხევის მონაკვეთში. ამის შემდეგ ბლოკირება იხსნებოდა და შესაძლებელი ხდებოდა სემაფორის ახალი გადართვა.

სიგნალიზაციის საშუალებებს განეკუთვნება ქალაქებში საგზაო მოძრაობის მომწესრიგებელი შუქნიშნები. პირველი საგზაო შუქნიშანი დაყენებული იქნა ლონდონში 1868 წელს, ხოლო პირველი ელექტრული სამფერიანი შუქნიშანი დაყენებული იქნა ნიუ-იორკში 1918 წელს.

დამწერლობის შექმნამდე შეტყობინებები მიჰქონდათ მალმსრბოლებს, ხოლო დამწერლობის შექმნის შემდეგ მათ უკვე წერილები გადაჰქონდათ. ფოსტის გამართული მუშაობა აღწერილია ძველ თურქეთში. იქ შექმნილი იყო საფოსტო სადგურების მთელი ქსელი. ძველ რომშიც არსებობდა ფოსტის ასეთი სისტემა. ფოსტით გადაჰქონდათ მხოლოდ სახელმწიფო მოხელეების წერილები. წერილები იწერებოდა გასანთლულ ფიცრის პატარა ნაჭერზე, რომელსაც ახვევდნენ ნაჭერში და ბეჭდავდნენ სანთლის ბეჭდით. ნაჭრის „კონვერტზე“ აღნიშნული იყო თარიღი, როდესაც ეს გზავნილი უნდა გაეხსნათ. სახელმწიფო სასწრაფო ფოსტასთან ერთად არსებობდა აგრეთვე „მძიმე“ ფოსტაც, რომლითაც წერილების მიტანას უფრო მეტი დრო სჭირდებოდა.



ნახ. 3.2.4. პირველი ინგლისური საფოსტო მარკა დედოფალ ვიქტორიას გამოსახულებით

შუა საუკუნეებში ფოსტა ემსახურებოდა უკვე არა მარტო სახელმწიფო ინტერესებს. ფოსტით სარგებლობდნენ ცალკეული ქალაქები, სამონასტრო ორდენები, სავაჭრო გილდიები. XVI საუკუნეში გერმანიში შეიქმნა პირველი საიმპერიო ფოსტა, რომლითაც სარგებლობდა უკვე მთელი მოსახლეობა.

XVII-XVIII საუკუნეებში წერილების გადატანა ხდებოდა საფოსტო ეტლებით. 1830 წლიდან კი დაიწყო წერილების გადატანა რკინიგზით, სადაც შემადგენლობაში ჩართეს სპეციალური საფოსტო ვაგონი. 1840 წლიდან უკვე დაიწყო საფოსტო მარკების გამოყენება (ნახ. 3.2.4). მათ გამომგონებლად ითვლება გამომცემელი ჯეიმს ჩალმერსი.

საფოსტო მარკების გამოყენებაში დანერგვამ გამოიწვია საფოსტო გზავნილების და კორესპონდენციის რაოდენობის მკვეთრი გაზრდა.

ბრიტანეთის შემდეგ საფოსტო მარკების გამოყენება დაიწყო სხვა ქვეყნებმაც. 1843 წელს შვეიცარიაში ცირკულაციაში შემოვიდა ევროპის კონტინენტის პირველი მარკები ე.წ. „ციურიხის მარკების“ (ინგ. Zurich 4 & 6) ორი დენომინაცია 4 და 6 რაპენის ღირებულებით - ერთი უშუალოდ ციურიხის და მეორე ციურიხის კანტონის ფარგლებში გასაგზავნი წერილებისათვის. იმავე წელს გამოვიდა პირველი ბრაზილიური მარკა ე.წ. „ხარის თვალი“ (ინგ. Bull's Eye) სამი დენომინაციით, 30, 60 და 90 რეის ღირებულებით.

საქართველოში ფოსტის არსებობას დიდი ხნის ისტორია აქვს. უძველესი დროიდან ცნობილია, რომ საქართველოში ცნობების სწრაფად გადაცემა ხორციელდებოდა ”შიკრიკთა” და ”მალემსბოლთა” მეშვეობით, რომლებიც არაერთხელ მოიხსენიებიან „ქართლის ცხოვრებაში“. XIX საუკუნის დამლევს, ქართული ეკონომიკური აზროვნების მნიშვნელოვანი წარმომადგენ-



ლი იოანე ბატონიშვილი, რომელმაც შეადგინა სახელმწიფო წესწყობილების რეფორმის კანონ-პროექტი, მიიჩნევდა, რომ ფოსტის სადგურების მოწყობა ფრიად სასარგებლო იქნებოდა ხალხისათვის და შემოსავალს მისცემდა ხაზინას. აღებ-მიცემობის გაფართოება ფოსტის გარეშე შეუძლებელი იყო და იგი მოითხოვდა ფოსტის დაწესებას და საფოსტო დაწესებულების შექმნას.

”ფოსტები ანუ ჩაფარხანა რაოდენ შეიძლებოდა განწყობდეს სამ ადგილას: ქართლსა, კახეთსა და თათრებში”... (იოანე ბატონიშვილი)

საქართველოში პირველი ფოსტის გადაზიდვასთან დაკავშირებულია ქართული ურმის სახელი. ქართულმა ურემმა თავისი ადგილი დაიკავა მსოფლიოში ფოსტის გადაზიდვის პირველ საშუალებათა შორის.



ნახ.3.2.5. ტფილისის უნიკა, რუსეთის იმპერია, 20 ივნისი, 1857წ.

პოპოვის სახელობის კავშირგაბმულობის ცენტრალურ მუზეუმში (სანქტ-პეტერბურგში) გამოფენილ უძველეს ფოსტის გადაზიდვის საშუალებებთან ერთად არის ქართული ურემი. ურემში შებმული ხარები მძიმედ ეწევიან ფოსტის დიდ ყუთს. ურემს წინ ორი ქართველი მიუძღვის. პოპოვის სახელობის მუზეუმის ერთ-ერთი კატალოგი გვამცნობს, ჩიკაგოში, 1893 წელს მოწყობილ მსოფლიოს საფოსტო გამოფენაზე, რუსეთის საფოსტო განყოფილებაში გამოფენილია ქართული საფოსტო ურმის მოდელი და კავკასიონზე ფოსტის გადატანის ნახატი. საქართველოში საფოსტო კავშირების განვითარება დაკავშირებული იყო კავკასიონის გავლით მიმოსვლის გაუმჯობესებასთან.

ბერლინის საფოსტო მუზეუმში დაცულია უნიკალური ექსპონატები: ორთვალის ქართული ურმით ფოსტის გადა-

ზიდვის სურათები. ამის შესახებ მოხსენიებულია გერმანულიდან რუსულ ენაზე თარგმნილ წიგნში - "ტექნიკა და მრეწველობა" (მეათე ტომი, 1900 წ.), სადაც აღწერილია ბერლინის მუზეუმის ექსპონატები.

პირველი ეროვნული ქართული საფოსტო მარკა გამოიცა 1919 წლის 26 მაისს საქართველოს დამოუკიდებლობის (1918-1921 წწ.) და საბჭოთა პერიოდის პირველ წლებში (1922-1923 წწ.) გამოცემული ქართული მარკები დიდ იშვიათობას წარმოადგენს. 1924 წლიდან საბჭოთა კავშირის დაშლამდე მართალია გამოდიოდა მარკები საქართველოს სიუჟეტებითა და ქართველი მოღვაწეების გამოსახულებით, მაგრამ არც ერთ მათგანზე არ იყო მოხსენიებული "საქართველო". ყველა მათგანზე იყო რუსულ ენოვანი წარწერა "სსრკ-ს ფოსტა".



ნახ. 3.2.6. ტფილისის საქალაქო ფოსტა 1872 წ.

1991 წ. საქართველოს დამოუკიდებლობის აღდგენის შემდეგ კვლავ აქტუალური გახდა ქართული ეროვნული მარკების წარმოება, ვინაიდან ეროვნული საფოსტო მარკების გამოცემა ქვეყნის დამოუკიდებლობისა და სუვერენიტეტის ერთერთი დამადასტურებელი ნიშანია. 1993 წ. 31 ივლისს გამოიცა ქართული ეროვნული საფოსტო მარკების სერია "საქართველო გაეროს წევრი", რომელიც მიემდგნა საქართველოს გაერთიანებული ერების ორგანიზაციაში გაწევრიანების პირველ წლისთავს. XX საუკუნის მიწურულს კი საქართველოს ფოს-



ტამ პირველად გამოსცა **საფოსტო მარკების კატალოგი, 1993-1999 წწ.**, რომელიც საინტერესო ცნობარია ფილატელისტებისა და სხვა დაინტერესებული პირებისათვის.

საფოსტო გადაგზავნების ისტორიაში განსაკუთრებული ადგილი უკავიათ საფოსტო მტრედებს. ჯერ კიდევ ბიბლიაშია მოხსენიებული მტრედი. მსოფლიო წარღვნის დროს ნოემ კიდობანიდან მტრედი გაუშვა, რომ გაეგო იკლო თუ არა წყლის დონემ.

უძველეს დროში შუამდინარეთში იყენებდნენ მტრედებს მოკლე ტექსტური შეტყობინებების გასაგზავნად. შემდეგ საფოსტო მტრედების გამოყენება დაიწყო ეგვიპტესა და საბერძნეთში. საფოსტო მტრედები დღესაც გამოიყენება შეტყობინებებისა და მცირე ამანათების გადასაგზავნად. მაგალითად, ჰოლანდიაში დღესაც გამოიყენებენ საფოსტო მტრედებს პატარა სინჯარებით დონორის სისხლის გადასატანად.

ბალტიისპირეთში 1980-იანი წლების დასაწყისში ჩაატარეს ექსპერიმენტი იმის დასადგენად, თუ ვინ უფრო სწრაფად მიიტანდა წერილს ადრესატამდე: თვითმფრინავი, ფოსტა თუ მტრედი. ყველაზე სწრაფი აღმოჩნდა მტრედი, რომელიც ვერანაირმა ბიუროკრატიულმა წინააღმდეგობამ ვერ დააკავა და პირველმა მიუტანა წერილი ადრესატს.

### 3.2.2. პნევმოფოსტა

კავშირგაბმულობის სხვა საშუალებებთან შედარებით საფოსტო გადაგზავნების მნიშვნელოვან ნაკლს წარმოადგენს წერილების და ამანათების გადაგზავნაზე დახარჯული დიდი დრო. გადაგზავნების დიდი დროის შემცირების მიზნით შეიქმნა საფოსტო სამსახურის ნაირსახეობა – პნევმოფოსტა.

პნევმოფოსტის სახელი წარმოსდგა ბერძნული სიტყვისაგან pneumatikos - საჰაერო. პნევმოფოსტა წარმოადგენს ტრანსპორტს, რომლის საშუალებითაც ხდება სპეციალურ კაფსულებში მოთავსებული წერილებისა და მცირე ზომის ამანათების გადატანა. გადატანა ხდება ჰერმეტიკულ მილებში და მოძრაობისათვის გამოიყენება ჰაერის ნაკადი. პნევმოფოსტის გამოყენება შესაძლებელია ერთი შენობის ფარგლებში ან შესაძლებელია ქალაქის ფარგლებშიც. მაგალითად, პარიზის პნევმოფოსტის ხაზების სიგრძე იყო 600 კმ–მდე და კაფსულების მოძრაობის სიჩქარე აღწევდა 160 კმ/სთ–ს.



ნახ. 3.2.7. როულანდ ჰილი (1795–1879)

პნევმოფოსტის მილებში შეკუმშული ჰაერი პირველად გამოიყენეს 1792 წელს ვენაში. პირველი პნევმოფოსტის საშუალებით გადაიცემოდა შეტყობინებები ქალაქში ხანძრის სესახებ. ამ პნევმოხაზმა იარსება 1855 წლამდე.

პნევმოფოსტის შექმნა დაკავშირებულია როულანდ ჰილის სახელთან. მისი სახელი ასევე დაკავშირებულია საფოსტო მარკების შექმნასთანაც. მან შექმნა მიწისქვეშა მილების სისტემის მოდელი, რომლის საშუალებითაც უნდა დაჩქარებულიყო საფოსტო გზავნების გადატანა. მისი იდეის პრაქტიკული განხორციელება მოხდა 1854 წელს ლონდონში. შეიქმნა შეიქმნა 200 მეტრიანი პნევმოხაზი, რომელმაც ერთმანეთს დააკავშირა ლონდონის საფონდო ბირჟა და ცენტრალური ტელეგრაფი. რამდენიმე წელში ლონდონში შეიქმნა კიდევ რამდენიმე პნევმოხაზი. მათმა ექსპლოატაციამ კარგი შედეგები აჩვენა. მაგალითად, 300 მეტრი მანძილის გავლას სფეროსებური კაფსულა ანდომებდა 11 წამს.

აშშ-ში პირველი პნევმოხაზი 1892 წელს დაამონტაჟეს ფილადელფიაში. იქაც პნევმოხაზით ერთმანეთს დააკავშირეს ერთმანეთისაგან ნახევარი მილით დაშორებული ბირჟა და ფოს-

ტამტი. ამ მანძილის გადალახვას კაფსულა ანდომებდა 1 წუთს. ფილადელფიაში მალე შეიქმნა მეორე პნევმოხაზი, სიგრძით 1 მილი, რომელმაც მთავარი ფოსტამტი დააკავშირა პენსილვანიის რკინიგზასთან. კაფსულას ამ მანძილის დასაფარად სჭირდებოდა 1 წთ და 25 წმ. შემდეგი პნევმოხაზები შეიქმნა ბოსტონსა და ნიუ იორკში. ნიუ იორკის პნევმოფოსტა ერთმანეთთან აკავშირებდა მთავარ ფოსტამტსა და საფოსტო განყოფილებებს. პნევმოხაზისთვის გამოყენებული იყო 8 დიუმიანი მილები. ყველაზე გრძელი მონაკვეთის სიგრძე იყო 5600 მეტრი, რომელსაც კაფსულა 7 წუთში გადიოდა. პნევმოფოსტით ყოველდღიურად ხდებოდა 3 ტონა კორესპონდენციის გადატანა.

გერმანიაში პნევმოფოსტის პირველი ხაზი გაიხსნა ბერლინში 1865 წელს, ხოლო 1875 წელს კი უკვე პნევმოფოსტის მთელი სისტემა ფუნქციონირებს, რომელშიც გაერთიანებული იყო 15 საფოსტო განყოფილება. ამ ქსელში ყველაზე გრძელი მონაკვეთის სიგრძე 12 კმ იყო, რომლის გავლასაც კაფსულა 35 წუთს ანდომებდა. პნევმოფოსტის სისტემის ხაზები შეიქმნა ევროპის სხვა ქვეყნებშიც.

### 3.2.3. ავიაფოსტა

XX საუკუნის დასაწყისში დაიწყო ავიაციის სწრაფი განვითარება. 1903 წლის 17 დეკემბერს ძმებმა რაიტებმა შექმნეს პირველი თვითმფრინავი. ორვილ რაიტი იყო პირველი ადამიანი, რომელმაც მართა თვითმფრინავი. ეს პირველი მართვა გრძელდებოდა მხოლოდ 12 წამი. სულ მალე თვითმფრინავი გახდა სატრანსპორტო საშუალება. 1909 წლის 25 ივლისს ფრანგმა მფრინავმა ლუი ბლერიომ პირველმა გადაუფრინა ლა მანშის სრუტეს.



ნახ. 3.2.8. ძმები რაიტების პირველი გაფრენა

1911 წლის თებერვალში ინდოეთის ქალაქ ალახაბადში ჩატარდა ხელოვნებისა და ხელობის დიდი კომერციული გამოფენა. სწორედ აქ იქნა განხორციელებული პირველი საჩვენებელი ფრენა თვითმფრინავისა, რომელსაც ბორტზე ჰქონდა საფოსტო გზავნილები. 1911 წლის 18 თებერვალს გამოფენის ტერიტორიიდან აფრინდა ბიპლანი, რომლის პილოტიც იყო ა. პიკე, დაეშვა ქალაქ ნაინის მახლობლად. თვითმფრინავის ბორტზე არსებული კორესპონდენცია (6500 წერილი 250 ღია ბარათი) გადაეცა ფოსტის მოხელეებს. კორესპონდენციას დარტყმული ჰქონდა სპეციალური საფოსტო შტემპელი წარწერით: „პირველი საჰაერო ფოსტა (გაერთიანებული ნაციონალური გამოფენა, ალახაბადი, 1911)“. შტემპელზე ასევე გამოსახული იყო ქალაქის თავზე ჰაერში მფრენი თვითმფრინავი.

1911 წლის სექტემბერში ინგლისის მეფემ გეორგ V თავისი კორონაციის აღსანიშნავად გახსნა საავიაციო ხაზი ლონდონი–უინძორი (34 კმ). დაიწყო ფრენები ფოსტის გადატანით.

ავიოფოსტის პირველი ოფიციალური მარკა გამოუშვეს იტალიაში 1917 წელს. 1918 წელს ამერიკის შეერთებულ შტატებში საავიაციო საფოსტო მარკა საავიაციო ხაზისათვის ვაშინგტონი–ფილადელფია–ნიუ იორკი. მარკის ღირებულება იყო 24 ცენტი. აღმოჩნდა, რომ ამ მარკაზე გამოსახული იყო გადაბრუნებული თვითმფრინავი. ეს ფაქტი პირველივე დღეს სეამჩნია ვაშინგტონის ბირჟის კლერკმა და იმავე დღეს იყიდა ამ „დეფექტური“ მარკების მთელი დიდი ფურცელი. დღეს ეს მარკა ერთერთი უიშვიათესი მარკაა ავიოსაფოსტო მარკებს შორის.

ავიაფოსტა რეგულარული გახდა 1919 წელს, როდესაც დაიწყო რეგულარული მიმოსვლა ქალაქებს შორის ბერლინი-ვაიმარი და პარიზი-ბრიუსელი. ამ თვითმფრინავებს ფოსტაც გადაჰქონდათ.

ჩვენს დროში არსებობს ექსპრეს-ფოსტა Federal Express (FedEx), რომელსაც მსოფლიოს 201 ქვეყანაში ერთ დღეში გადააქვს საფოსტო გზავნილები წონით 32 კგ-მდე, ხოლო გზავნილები 68 კგ-მდე გადააქვთ 2 დღეში. საფოსტო გზავნილების გადატანისა და დახარისხების დასაჩქარებლად დღეს კიდევ გამოიყენება საფოსტო ინდექსები, რომლისთვისაც გამოიყენება სპეციალური ფორმის შრიფტი, რომელიც აადვილებს ამ კორესპონდენციის ავტომატიზირებულ დახარისხებას.

### 3.2.4. ტელეგრაფი და ტელეფონი

XIX საუკუნის შუა წლებამდე კონტინენტებს შორის კავშირის დასამყარებლად, მაგალითად ევროპასა და ამერიკას შორის, იყო ერთადერთი საშუალება, ეს იყო ფოსტა გემებით. კორესპონდენციის ადრესატამდე მიტანას სჭირდებოდა კვირები და თვეები. კონტინენტის ფარგლებშიც კი შეტყობინებების ადრესატებამდე მიტანას საკმაოდ დიდი დრო სჭირდებოდა. ცხოვრება განვითარდა და მოითხოვდა ინფორმაციის გადაცემის უფრო სწრაფ საშუალებებს.

1837 წელს ამერიკელმა მხატვარმა და გამომგონებელმა სამუელ ბელმა (1791-1872) ელექტრული ტელეგრაფი, რომელშიც ინფორმაციის გადაცემა ხდებოდა დენის მავთულებით. ეს ფაქტობრივად იყო დიდ მანძილზე ელექტროკავშირის პირველი საშუალება. 1838 წელს კი მან შექმნა სატელეგრაფო კოდი - მორზეს ანბანი. მონაცემების კოდირება ხდებოდა წერტილებისა და ტირეების საშუალებით.

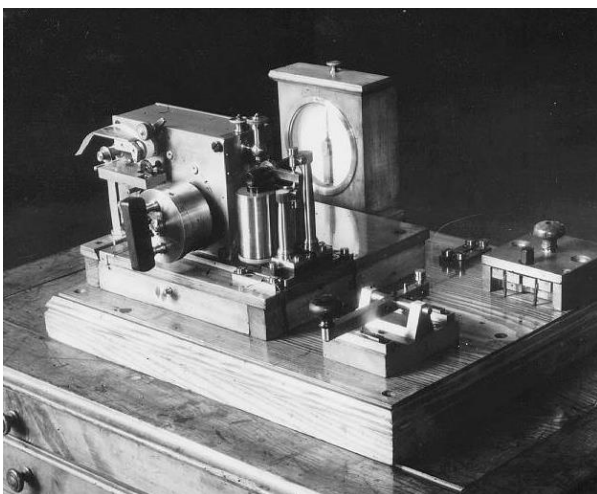
მორზეს ანბანი არსებობს და გამოიყენება უკვე 175 წელი. ზოგიერთ შემთხვევაში მორზეს ანბანი დღესაც გამოიყენება. მაგალითად, ყველასათვის ცნობილია სიგნალი SOS. მორზეს ანბანით ის ჩაიწერება შემდეგნაირად: „სამი წერტილი - სამი ტირე - სამი წერტილი“. 1999 წლის 1 თებერვალს საერთაშორისო საზღვაო ორგანიზაციის მიერ SOS სიგნალი შეცვლილი იქნა ახალი სისტემის რადიოსიგნალით - GMDSS.

გრძელ ელექტრულ ხაზებში (მავთულებში) სიგნალების გადაცემის დროს ხდება მათი მიღება. გადაცემის მანძილის გასაზრდელად ს. მორზემ გამოიყენა 6 წლის წინ დ. ჰენრის მიერ გამოგონებული ელექტრული რელე. ამ საკითხში ს. მორზეს ძალიან დიდი დახმარება აღმოუჩინა თავისი რჩევებით დ. ჰენრიმ. მთელი წრედი დანაწილებული იყო სეგმენტებად და ისინი ერთმანეთთან დაკავშირებული იყო კვების დამატებითი წყაროებით და რელეებით. ამის შედეგად შესაძლებელი ხდებოდა სიგნალების ძალიან დიდ მანძილზე გადაცემა.

1844 წელს ს. მორზემ ააგო პირველი სატელეგრაფო ხაზი ბალტიმორი-ვაშინგტონი და 24 მაისს გადასცა პირველი ტელეგრამა "საკვირველნი არიან საქმენი უფლისანი!"



ნახ. 3.2.9. სამუელ მორზე (1791-1872)



ნახ. 3.2.10. პირველი სატელეგრაფო აპარატი.



პირველ სატელეგრაფო ხაზზე მავთულები დაკიდებული იყო ბომბებზე და იზოლატორებად გამოყენებული ჰქონდათ ბოთლების თავები. სატელეგრაფო ქსელის განვითარებას დიდად შეუწყო ხელი რკინიგზის განვითარებამ.

1866 წელს რამდენიმე უშედეგო ცდის შემდეგ, მოახერხეს ატლანტის ოკეანის ფსკერზე სატელეგრაფო კაბელის გატარება და დამყარდა სატელეგრაფო კავშირი ევროპასა და ამერიკას შორის.

მოგვიანებით გამოგონებული იქნა სატელეგრაფო აპარატები, რომელთა საშუალებითაც ხდებოდა ინფორმაციის უკვე ასოებით გადაცემა. ამ აპარატების ავტორები იყვნენ იუზი, ზოდო, სიმენსი. ამ სიახლით გაიზარდა მონაცემების გადაცემის სიჩქარეც. თანამედროვე პირობებში გამოიყენება ტელეგრაფის ნაირსახეობა - ტელეტიპი, რომელსაც გააჩნია კლავიატურა ასოებით, ციფრებით და სასვენი ნიშნებით.

საქართველოში სატელეგრაფო სისტემის განვითარება დაკავშირებულია ძმებ სიმენსების სახელთან. 1858 წელს, გრიგოლ ორბელიანის მიერ ხელმოწერილი კონტრაქტის საფუძველზე, ამიერკავკასიაში გაიყვანეს პირველი ტელეგრაფი კოჯორი-თბილისი. შემდგომ პერიოდში, კერძოდ კი 1860 წელს, ვერნერის ძმა, ვალტერი, უშუალოდ ხელმძღვანელობდა ტელეგრაფის ხაზის - თბილისი-ქუთაის-ფოთის, (ბორჯომის განშტოებით) გაყვანას. 1862 წლის 2 მარტს კი იმავე ვალტერ სიმენსსა და ორბელიანს შორის დადებული ხელშეკრულებით, დაიწყო თბილისი-მოსკოვის ტელეგრაფის მშენებლობა. იმავე წლის დამლევს პირველი დეპეშები გაიცვალა სტავროპოლთან, შემდეგ ნოვოჩერკასკთან, ხოლო 1863 წელს - მოსკოვთან. დიდ ქალაქებთან კავშირის გაბმის მნიშვნელობაზე იმავე წელს ილია ჭავჭავაძის ჟურნალ „საქართველოს მოამბეში“ ვკითხულობთ: „ამბობენ, რომ წელსვე მიიტანენ ამ მავრთულს როსტოვის ქალაქამდე, რომელიც შეერთებულია პეტერბურგთან ტელეგრაფით. ამნაირად ჩვენი ქალაქი შეერთებული იქნება ტელეგრაფით ევროპის ყველა ქალაქთან.“ 1865 წელს ფირმამ გაიყვანა ტელეგრაფი თბილისი-ერევანი-ჯულფა, რითაც რუსეთი უშუალოდ სპარსეთს დაუკავშირდა. 1868 წელს საექსპლუატაციოდ გადაეცა ხაზი თბილისი-ბაქო, თემურხან-შუშას განშტოებით. ორბელიანის თანადგომით საქართველოში სატელეგრაფო ხაზების მშენებლობაზე მიღებული კონტრაქტების გარდა, 1865 წელს ფირმას ასევე გადაეცა კონცესია შირაქში ნავთობის დამუშავებაზე.

1867 წელს „სიმენსმა“ თავის ბერლინის, ლონდონისა და პეტერბურგის კომპანიებთან ერთად მუშაობა დაიწყო სატელეგრაფო ხაზზე ლონდონი-კალკუტა. ამასთან დაკავშირებით 1869 წელს საქართველოში ჩამოვიდა კარლ სიმენსი და ჩამოიტანა ტელეგრაფის შავ ზღვაში გასატარებელი წყალქვეშა კაბელი. აღსანიშნავია ისიც, რომ კარლმა ლონდონში დამზადებული მიწისქვეშა მოსკოვი-თბილისის კაბელის ნაწილიც ჩამოიტანა. ამ პროექტზე მუშაობა 1880-1881 წწ. დასრულდა, თუმცა ექსპლუატაციაში შესვლის შემდეგ ხშირი იყო შეფერხებები ზამთარში კობი-გუდაურის მონაკვეთზე. სამუშაოები 1870 წელს დასრულდა, რითაც მსოფლიოში ყველაზე გრძელი სახმელეთო ხაზის, ეგრეთ წოდებული „ინდოეთის ტელეგრაფის“, რომელიც კავკასიაში გადიოდა სოხუმ-ქუთაის-თბილისი-ერევანი-ჯულფაზე, საზეიმო გახსნა გაიმართა. 11000-კილომეტრიანმა ხაზმა მსოფლიოს 34 ქვეყანა დაუკავშირა ერთმანეთს. საქართველოს ტერიტორიაზე ბოლო დრომდე ჯერ კიდევ იყო შემორჩენილი ამ ტელეგრაფის ლითონის ბომბები წარწერით - „Siemens-Patent-London“.

ვერნერ სიმენსის ავტობიოგრაფიულ ნაშრომში, „ჩემი მოგონებები“, მოცემულია კავკასიის რუკა და მასზე დატანილი ინდოევროპული ტელეგრაფის სქემა. ასევე აღნიშნულია სოხუმსა და ქერჩს შორის ჩადებული წყალქვეშა სატელეგრაფო კაბელი და სოხუმიდან თბილისის გავლით ჯულფამდე მიმავალი სატელეგრაფო ტრასა. ავტორი დაწვრილებით წერს ტელეგრაფის მშენებლობაზე საქართველოში, შავ ზღვაში კაბელის გაყვანის სამუშაოებზე; განსაკუთრებულ ადგილს უთმობს საქართველოში გატარებული დღეების შთაბეჭდილებებს, სოხუმის, ფოთის, ქუთაისის, თბილისისა და კახეთის მდებარეობისა და ბუნების აღწერას.



საინტერესოა, რომ ვალტერ სიმენსი 35 წლის ასაკში გარდაიცვალა და 1860 წლიდან რვა წლის განმავლობაში თბილისში ცხოვრობდა. ამ პერიოდში იგი მცირე ხნით გაემგზავრა სპარსეთში, სადაც ვერნერის დავალებით გააფორმა ხელშეკრულება სპარსეთის ტერიტორიაზე ინდოევროპული ტელეგრაფის ხაზის გაყვანის თაობაზე. თბილისის იმდროინდელი პრესა განსაკუთრებით აღნიშნავდა ახალგაზრდა მექანიკოსის მიერ ამ დავალების პირნათლად შესრულების ფაქტს და 1860 ქუთაისში, ფოთსა და თბილისში სატელეგრაფო სადგურების მოწყობაში მის პირად მონაწილეობას. ვალტერის სიკვდილის შემდეგ სიმენსების სავაჭრო სახლის ხელმძღვანელი თბილისში ოტო სიმენსი გახდა, შემდგომ კი ის ამიერკავკასიაში პრუსიის კონსულადაც დაინიშნა. 1868 წელს ძმის, ვალტერის, გარდაცვალებასთან და ინდოევროპული სატელეგრაფო ხაზის მშენებლობასთან დაკავშირებით ვერნერ სიმენსი თბილისს ეწვია. სამი წლის შემდეგ, 1871 წლის 1 ოქტომბერს, გაზეთი „კავკაზი“ იუწყებოდა ვერნერის მეორე ძმის - ოტოს - გარდაცვალებას თბილისში. როგორც ვალტერი, ასევე ოტო თბილისში, დღევანდელ ვერის ბაღში იყვნენ დასაფლავებულნი.

ტელეგრაფის საფუძველზე შემდეგ შეიქმნა **ტელეფონი**. ტელეფონის გამოგონება ეკუთვნის ამერიკელ მეცნიერს ალექსანდრე ბელს. ტელეფონის გამოგონებაზე პრეტენზიას აცხადებდა რამდენიმე ათეული გამომგონებელი, მაგრამ გამოგონების პრაქტიკულ რალიზაციამდე მიყვანა შეძლო მხოლოდ ალექსანდრე ბელმა. ა. ბელი თავდაპირველად მუშაობდა მრავალარხიანი ტელეგრაფის შექმნაზე. მან კარგად იცოდა აკუსტიკა და მრავალარხიან ტელეგრაფზე მუშაობის დროს მან შენიშნა, რომ სატელეგრაფო აპარატში დენის გავლის დროს წარმოიქმნებოდა ხმა. მან გადაწყვიტა გადამცემ მხარეზე დაედგა რამდენიმე კამერტონი, რომელთაგან თითოეული საერთო კავშირის არხში ქმნიდა განსაზღვრული სიხშირის დენს. მიმღებ მხარეზე ეს პულსაცია აღქმული უნდა ყოფილიყო ასევე ამ სიხშირეზე აწყობილი კამერტონების საშუალებით. ამგვარად ბელს უნდოდა ერთდროულად გადაეცა მუსიკალური ნოტების რაოდენობის შესაბამისად 7 ტელეგრამა. „მუსიკალურ ტელეგრაფზე“ მუშაობის დროს ბელმა ამავდროულად დაიწყო აპარატის შექმნა. აპარატის ძირითადი ნაწილი უნდა ყოფილიყო მემბრანა. მასზე დამაგრებული იყო ნემსი, რომლის საშუალებითაც დისკზე ხდებოდა ხდებოდა სხვადასხვა მრუდების ჩაწერა, რომლებიც შეესაბამებოდა სხვადასხვა ხმებს, მარცვლებს და სიტყვებს. ასეთ მემბრანებზე მუშაობის დროს ბელი მივიდა სხვა მოწყობილობის შექმნის იდეამდე, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნებოდა სხვადასხვა სიხშირის ხმების გამოცემა. ასეთი აპარატის შექმნის დროს პრობლემას წამოადგენდა სხვადასხვა სიხშირის დენების შესაბამისი ბგერითი რხევების წარმოქმნა. ამ პრობლემამ ბელი მიიყვანა დისტანციური სალაპარაკო მოწყობილობის შექმნამდე, რომელსაც მან ტელეფონი უწოდა. თანამედროვე ტერმინოლოგიით, რომ ვთქვათ, ბელმა შეძლო ბგერითი სიხშირის რხევების გარდაქმნა შესაბამისი სიხშირის ელექტრულ რხევადად, მათი გადაცემა კავშირის არხის საშუალებით და შემდეგ ამ ელექტრული რხევების შესაბამისი სიხშირის ბგერით რხევებად გარდაქმნა, ანუ ხმის მიღება.

პირველი სატელეფონო საუბარი შედგა 1876 წლის 10 მარტს ალექსანდრე ბელსა და მის ასისტენტ უოტსონს შორის, რომელიც იმყოფებოდა მეზობელ ოთახში. პირველი საუბრის ტექსტი იყო ასეთი: Mr.



ნახ. 3.2.11. ალექსანდრე ბელი და მის მიერ შექმნილი სატელეფონო აპარატი

Watson – Come here – I want tu see you (მისტერ უოტსონ, შემოდით, მე მინდა თქვენი დანახვა).

1876 წელს ალექსანდრე ბელმა მოახდინა თავისი სატელეფონო აპარატის დემონსტრირება ფილადელფიის მსოფლიო გამოფენაზე. პირველად იქ გაჟღერდა ტერმინი ტელეფონი, რაც მან უწოდა „მოლაპარაკე ტელეგრაფს“. გამოფენაზე უცხო აპარატიდან გაჟღერდა დანიელი პრინცის ცნობილი მონოლოგი „ყოფნა, არ ყოფნა, საკითხავი აი ეს არის“. ტექსტს კითხულობდა თვითონ ალექსანდრე ბელი, რომელიც მეზობელ შენობაში იმყოფებოდა. ბელის გამოგონება გახდა ფილადელფიის გამოფენის სენსაცია, მიუხედავად იმისა, რომ პირველი სატელეფონო აპარატი საოცრად ამახინჯებდა ხმას და მისის საშუალებით საუბარი შესაძლებელი იყო არა უმეტეს 250 მეტრის მანძილზე (ამ აპარატში არ იყო გამოყენებული კვების ელემენტი და გადაცემა ხდებოდა მხოლოდ ელექტრომაგნიტური ინდუქციის საშუალებით).

ალექსანდრე ბელმა ჩამოაყალიბა ორგანიზაცია „ბელის ტელეფონის საზოგადოება“ და დაიწყო მისი გამოგონილი აპარატის სრულყოფა და უკვე ერთი წლის შემდეგ დააპატენტა ახალი მემბრანა და სატელეფონო აპარატის არმატურა. შემდეგ კავშირის მაძილის გაზრდის მიზნით გამოიყენა იუზის ნახშირიანი მიკროფონი და კვების ელემენტი. ტელეფონი ძალიან სწრაფად გახდა პოპულარული. გამოგონებიდან 4 წლის შემდეგ ამერიკაში იყო უკვე 60 000 ტელეფონი.

ალექსანდრე ბელის მიერ შექმნილი სატელეფონო აპარატი მომხმარებლისათვის იყო მოუხერხებელი, ამ აპარატის მიკროფონი დაკიდებული იყო უძრავ შტატივზე.



ნახ. 3.2.13. ტელეფონისტი კომპუტატორთან

ამიტომ, იგი მალე შეცვალა ლ. მ. ერიკსონის ტელეფონმა. მასში მიკროფონი და ტელეფონი



ნახ. 3.2.12. ლ. მ. ერიკსონი და მის მიერ შექმნილი სატელეფონო აპარატი

გაერთიანებული იყო ერთ კონსტრუქციაში, რომელიც აბონენტს საუბრის დროს ხელში ეჭირა. სატელეფონო აპარატი ერთდროულად წარმოადგენდა გადამცემ და მიმღებ აპარატს.

პირველ ხანებში ხდებოდა აბონენტების ერთმანეთთან დაკავშირება წყვილ-წყვილად. იმისათვის, რომ აბონენტი გამოეძახათ აპარატთან, ფანქრით უკაკუნებდნენ მემბრანაზე. ერიკსონმა ტელეფონს დაუმატა ხმა. 1878 წელს ამერიკის ქალაქ ნიუ-ჰეივენში შეიქმნა პირველი სატელეფონო სადგური. მათი მომსახურება ხდებოდა ტელეფონისტების მიერ, რომლებიც

ხელით ახდენდნენ აბონენტების ერთმანეთს შორის კომუტაციას. აბონენტის მიერ ყურმილის ადებით ხდებოდა სადგურთან დაკავშირება. აბონენტი ტელეფონისტს ეუბნებოდა საჭირო აბონენტის ნომერს და ტელეფონისტი სპეციალური შტეკერის საშუალებით მიაერთებდა მას საჭირო აბონენტთან. ამის შემდეგ აბონენტებს შეეძლოთ ერთმანეთთან საუბარი. საუბრის დასრულების შემდეგ საჭირო იყო კავშირის გათიშვა.



ნახ. 3.2.14. ა.ბ. სტროუჯერი

1881 წელს ა.ბ. სტროუჯერმა დააპატენტა დეკადურ-ბიჯური სისტემა ავტომატური სატელეფონო სადგურისათვის, ხოლო 1889 წელს კი შექმნა ელექტრომექანიკური გამანაწილე-

ბელი. 1896 წელს კი ამერიკის ქალაქ ოგასტაში შეიქმნა უკვე პირველი მოქმედი ავტომატური სატელეფონო სადგური.

თავდაპირველად საჭირო აბონენტის ამორჩევა ხდებოდა სამი კლავის კომბინაციის აკრეფით. შემდეგ დაინერგა სხვადასხვა სიახლე. მათ შორის, ნომრის დისკური ამკრეფის პროტოტიპი (1897წ.), რომელიც დღემდე გამოიყენება. სტროუჯერის ტელეფონის ნომრის ამკრეფ დისკს თავდაპირველად არ ჰქონდა ნახვრეტები. მათ მაგივრად დისკზე გამოიყენებოდა ჭრილები. პირველი ავტომატური სისტემის კომერციული გამოყენება დაიწყო 1899 წელს ქალაქ ლა-პორტში (ინდიანას შტატი). სისტემა იძლეოდა 99 აბონენტის ერთმანეთთან დაკავშირების საშუალებას. სტროუჯერის კომპანიამ მომდევნო ელებში გამოუშვა ტელეფონების რამდენიმე გაუმჯობესებული სახეობა.

ნების შემდეგ ამერიკის მოსახლეობის მხოლოდ უმნიშვნელო ნაწილს შეეძლო ჰქონოდა სახლის ტელეფონის ფუფუნება. ამიტომ, სასწრაფოდ გახდა გადასაწყვეტი სატელეფონო სადგურთან ოპერატიული წვდომის საკითხი. ამერიკის რამდენიმე ქალაქში XIX საუკუნეში შექმნეს ფასიანი სატელეფონო სადგურები. გამოიყენებოდა აბონენტთან ანგარიშსწორების სხვა მეთოდიც: სატელეფონო სამსახურის მორიგე აბონენტს მიაცილებდა ტელეფონის კაბინამდე, მიაერთებდა



ნახ. 3.2.15. სტროუჯერის კედლის (1899წ.) და სამაგიდო (1905 წ.) ტელეფონის აპარატი დისკური ნომრისამკრეფით

სასურველ აბონენტთან და ჩაკეტავდა კაბინაში მანამდე, სანამ აბონენტი სრულად არ გადაიხდიდა საუბრის სრულ ღირებულებას. სატელეფონო მომსახურების სერვისის ასეთი არასრულყოფილი სახეობა შენარჩუნდა მანამდე, ვიდრე ამერიკელმა გრემ არ შექმნა ტელეფონი, რომელმაც შეითავსა მოლარის ფუნქციებიც. ეს იყო ტაქსოფონი. ტაქსოფონი ეს არის იგივე სატელეფონო აპარატი, რომელიც სასურველ აბონენტთან კავშირს ამყარებს მხოლოდ მას შემდეგ, რაც აბონენტი ტაქსოფონში არ ჩააგდებს ერთ ან რამდენიმე მონეტას ან სპეციალურ ჟეტონს. პირველი ტაქსოფონი წარმოდგენილი იქნა 1980 წელს პარიზის მსოფლიო გამოფენაზე.

ტელეფონთან ერთად შეიქმნა სატელეფონო კაბინაც. მისი შემქმნელი იყო მეცნიერი უოტსონი, ალექსანდრე ბელის თანაშემწე. 1883 წელს უოტსონმა წარმოადგინა ხის მასალისაგან შექმნილი სატელეფონო კაბინა. კაბინა აღჭურვილი იყო ვენტილატორით და თაროთი, რომელზეც იდო სამელნე კალმით.

ტელეფონების დახვეწაში ბევრმა მეცნიერმა შეიტანა თავისი წვლილი, მაგრამ მათ შორის პირველ რიგში აღსანიშნავია თ.ა. ედისონი, რომელმაც შეძლო სატელეფონო საუბარი გაესუფთავებინა მუდმივი შიშინისაგან და უზრუნველყო კარგი სმენადობა დიდ მანძილზე.

ავტომატური სატელეფონო კავშირის დროს ნომრის აკრეფა ხდება ნომრის ამკრეფით. ძველ აპარატებში ეს იყო ნომრის დისკური ამკრეფი, ხოლო ახალ აპარატებში ნომრების აკრეფა ხდება ღილაკებით. ნომრის პირველი დისკური ამკრეფი შექმნილი იქნა 1896 წელს, ხოლო ნომრის ღილაკებიანი ამკრეფი კი 1963 წელს.

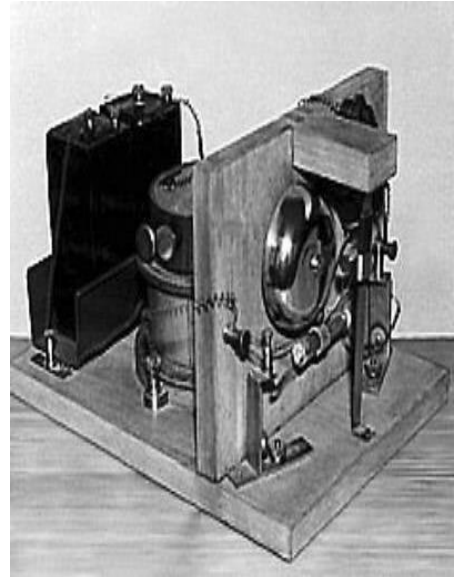
თანამედროვე სატელეფონო აპარატში ჩადებულია მთელი რიგი დამატებითი შესაძლებლობები. ფართოდ გამოიყენება რადიოტელეფონები. ზოგიერთ სატელეფონო აპარატში გამოყენებულია პატარა დინამიკი „ხმამაღალი“ კავშირისათვის. დიდი პოპულარობით სარგებლობს ტელეფონები ავტომოპასუხით. ამისათვის ტელეფონში ჩადგმულია პატარა ხმის ჩამწერი მოწყობილობა. ტელეფონებში ჩადგმულია აგრეთვე მიკროპროცესორი, რომლის საშუალებითაც იქმნება „უბის წიგნაკი“ ხშირად გამოსაყენებელი ნომრებისათვის. უკვე შექმნილია ვიდეოტელეფონები, რომელთა საშუალებით ერთდროულად გადაიცემა ხმა და ვიდეოკამერით მიღებული ვიდეოგამოსახულება.

### 3.2.5. რადიომაუწყებლობა

ტელეგრაფის გამოგონებამ საგრძნობლად გაზარდა მოკლე შეტყობინებების – ტელეგრამების გადაცემის სიჩქარე, ხოლო ტელეფონის გამოგონებამ კი შესაძლებელი გახადა ადამიანის ხმის დიდ მანძილზე გადაცემა. მაგრამ, სატელეგრაფო და სატელეფონო კავშირის დამყარებისათვის საჭირო იყო ინფორმაციის გამტარების – კაბელების გაყვანა. განსაკუთრებით რთული იყო კონტინენტებს შორის კავშირის დამყარებისათვის კაბელების ზღვების და ოკეანეების ფსკერზე გაყვანა. ამ სირთულის დაძლევა შესაძლებელი გახადა რადიოს გამოგონებამ, რომლისთვისაც არსებობს მხოლოდ რადიო გადამცემი და რადიო მიმღები, რომლებიც ერთმანეთთან დაკავშირებულია რადიო ტალღების საშუალებით. გადამცემი რადიო ტალღებს გამოასხივებს, ხოლო მიმღები კი ღებულობს ამ ტალღებს. სიტყვა რადიო ლათინური სიტყვაა და ის ნიშნავს გამოსხივებას.



ნახ. 3.2.16. ალექსანდრე პოპოვი



ნახ. 3.2.17. პოპოვის მიერ შექმნილი რადიო



ნახ. 3.2.18. ჰენრიხ ჰერცი



ნახ. 3.2.18. მაიკლ ფარადეი

რადიოს გამოგონებას სათავე დაუდო ორმა გამომგონებელმა რუსმა მეცნიერმა ალექსანდრე პოპოვმა და იტალიელმა მეცნიერმა გულებმო მარკონიმ. ეს მოხდა 1895 წელს.

ამ გამოგონების წინა ისტორია ასეთია. მაიკლ ფარადეიმ 1831 წელს აღმოაჩინა ელექტრომაგნიტური 19-ე საუკუნის 60-იან წლებში ჯეიმს მაქსველმა თეორიულად იწი-



ნასწარმეტყველა ელექტრომაგნიტური ტალღების არსებობა, ხოლო 1869 ში სინათლის გავრცელების სიჩქარის ტოლი, ანუ 300 000 კმ/წმ. აქედან გამომდინარე, მაქსველმა გააკეთა დასკვნა, რომ სინათლე არის ელექტრომაგნიტური ველის ერთერთი სახეობა.

1886 წელს ჰენრიხ ჰერცმა ჩაატარა ექსპერიმენტი, რომლითაც დაადასტურა, მაქსველის წინასწარმეტყველებები ელექტრომაგნიტური ველის არსებობის შესახებ. ელექტრომაგნიტური ველის შესაქმნელად მან შექმნა ვიბრატორი, ხოლო მათ მისაღებად – რეზონატორი. რადიოტალღები წარმოადგენენ ელექტრომაგნიტური ტალღების ერთერთ სახეობას. მათი სახეობებია აგრეთვე ხილვადი სინათლე, უხილავი ინფრაწითელი და ულტრაიისფერი სინათლე, რენტგენის გა გამა სხივები. ისინი ერთმანეთისაგან განსხვავდება სიხშირით, ანუ დროის ერთეულში რხევების რიცხვით.



ნახ. 3.2.19. ოლივერ ლოჯი

პირველად ელექტრომაგნიტური ტალღების კავშირგაბმულობისათვის გამოყენების შესახებ აზრი გამოთქვა ა. პოპოვმა. მან გამოთქვა მოსაზრება, რომ გადასაცემ სიგნალებს უნდა ჰქონოდათ გარკვეული ხანგრძლივობა (წერტილი – მძიმე) და მორზეს ანბანით უნდა მომხდარიყო მათი გადაცემა სადენების გარეშე. ელექტრომაგნიტური რხევების წყაროდ გამოიყენებოდა ჰერცის ვიბრატორი, ხოლო მათი რეგისტრირება კი ხდებოდა 1891 წელს ე. ბრანლის მიერ შექმნილი მგრძობიარე გადამწოდის მიერ, რომელიც წარმოადგენდა მინის მილაკს პლატინის ელექტროდებით და შევსებული იყო რკინის ფხვნილით.

ბრანლის გადამწოდის ოლივერ ლოჯმა დაუმატა მოწყობილობა (trembler), მუხტის გავლის შემდეგ შეარხვედა რკინის ფხვნილს. ლოჯმა ამ მოწყობილობას უწოდა „კოჰერერი“. კოჰერერის მუშა მდგომარეობაში მოსაყვანად ლოჯი გამოიყენებდა სხვადასხვა მეთოდებს, მათ შორის ელექტრულ ზარსაც. ა. პოპოვი კი ამ ზარს გამოიყენებდა როგორც ხმოვან რეგისტრატორად, ასევე ვიბრირებად ავტომატად, რომლის საშუალებითაც ხდებოდა კოჰერერის მუშა მდგომარეობაში მოყვანა. პოპოვმა შემდეგ ერთმანეთს დაუკავშირა თავისი სქემა და მორზეს სატელეგრაფო აპარატი და შემოიტანა კიდევ მოწყობილობა, რომლის საშუალებითაც ახდენდა მიღებული სიგნალების ქაღალდზე დაფიქსირებას. ყოველივე ამის შედეგად მიღებული იქნა პირველი უსადენო სატელეგრაფო აპარატი.

1895 წლის 7 მაისს ა. პოპოვმა პირველად მოახდინა მის მიერ შექმნილი რადიომიმღების დემონსტრირება. პირველი რადიოგრამა შედგებოდა სულ ორი სიტყვისაგან „ჰენტოხ ჰერცი“. პირველად მონაცემების გადაცემა ხდებოდა სულ რამდენიმე ათეულ მეტრზე. ა. პოპოვმა აღმოაჩინა, რომ გადაცემის მანძილი ბევრად იზრდებოდა კოჰერერის ერთერთ გამომყვანთან ვერტიკალური გამტარის მიერთებით და მეორე გამომყვანის დამიწებით. ამგვარად შექმნა მან მიმღები ანტენა.



ნახ. 3.2.20. გ. მარკონი

1899 წელს ა. პოპოვმა თავის თანაშემწე რიბკინთან ერთად ააგო პირველი რადიომიმღები, 45 კმ მანძილზე ყურსასმენებით ღებულობდა სატელეგრაფო სიგნალებს. იმავე წლის ზამთარში ეს რადიომიმღები გამოყენებული იქნა ავარიის შემდეგ გემის გადასარჩენად.

ა. პოპოვთან თითქმის ერთდროულად რადიოსატელეგრაფო მოწყობილობა შექმნა იტალიელმა მეცნიერმა გ. მარკონიმ და მიიღო მასზე ინგლისის პატენტი. გ. მარკონი იყო არა მარტო ნიჭიერი გამომგონებელი, არამედ იყო ასევე ენერგიული ბიზნესმენიც. მან დააარსა კომპანია თავისი გამოგნების სარეალიზაციოდ. ამან მისცა მას საშუალება უკეთე-

სად დაეხვეწა თავისი რადიოტელეგრაფი, გაეზარდა მისი მგრძობიარობა და კავშირის მანძილი. მარკონი თავის გამოგონებაში იყენებდა ელექტრული რეზონანსის მოვლენას და გადამცემი და მიმღები სადგურების რხევით კონტურებს აყენებდა ერთიდაიგივე სიხშირეზე. დიდ მანძილზე მონაცემების გადაცემასთან დაკავშირებული ცდების დროს მან გააკეთა აღმოჩენა, რომ დედამიწის ზედაპირის სფერულობა არ უშლიდა ხელს ელექტრომაგნიტური რხევების გავრცელებას. 1901 წელს მან თავის დამხმარე ფლემინგთან ერთად ისტორიაში პირველად განახორციელა მორზეს კოდით რადიო სიგნალების გადაცემა ატლანტის ოკეანის იქით. ეს მანძილი იყო 1800 კმ. ამის შემდეგ მალე დამუშავებული იქნა დეტექტორები რადიო სიგნალების მისაღებად.

ამ დროიდან დაიწყო რადიოტექნიკის სწრაფი განვითარება. 1902 წელს მარკონიმ განახორციელა რადიოსიგნალების მიღება 2000 კმ-ის მანძილიდან. ამავე წლის დეკემბერში დამყარებული იქნა რეგულარული რადიოსატელეგრაფო კავშირი აშშ-სა და ინგლისს შორის. პრეზიდენტმა თ. რუზველტმა და ინგლისის მეფემ ედუარდ VIII-ემ გაუზიარეს ერთმანეთს მისალოცი რადიოგრამები.

გ. მარკონი მიმოწერით იცნობდა ა. პოპოვის. 1902 წელს იგი იტალიის სამხედრო ხომალდით ეწვია კრონშტადს და იქ პირადად შეხვდა ა. პოპოვის და აჩვენა მისი რადიომიმღები. ორ დიდ გამომგნებელს კარგად ესმოდა ერთმანეთის. ცნობილია ა.ს. პოპოვის გამონათქვამი: „ეჭვს არ იწვევს, რომ დიდ მანძილებზე რადიოტელეგრაფების გადაცემაში პირველი პრაქტიკული შედეგები მიღებულია გ. მარკონის მიერ“.

1907 წლის ოქტომბერში გ. მარკონის ფირმამ გახსნა პირველი რადიოსატელეგრაფო სადგური ევროპიდან ამერიკაში მონაცემების გადასაცემად. საქმიანობის დაწყების პირველსავე დღეს გადაცემული იქნა 14 000 სიტყვა.

ა. პოპოვსა და გ. მარკონისთან ერთად უსადენო ტელეგრაფის შექმანასა და განვითარებაში დიდი წვლილი შეიტანა გერმანელმა ფიზიკოსმა და გამომგნებელმა ფერდინანდ ბრაუნმა (1850–1918). 1874 წელს მან აღმოაჩინა მეტალების სულფიდების განსაკუთრებული თვისება, მათ შეუძლიათ დენის გატარება მხოლოდ ერთი მიმართულებით. 1897 წელს მან შექმნა კრიტალური დეტექტორი – თანამედროვე რადიომიმღების წინამორბედი. იგივე 1897 წელს მან შექმნა ოსცილოსკოპი (ბრაუნის მილაკი), რომელსაც შეეძლო ძაბვის ცვალებადობისათვის მიეცა ხილვადი სახე. შემდეგ კი მის საფუძველზე დამუშავებული იქნა კინესკოპი.

1909 წელს ფ. ბრაუნმა და გ. მარკონიმ მიიღეს ნობელის პრემია ფიზიკის დარგში.

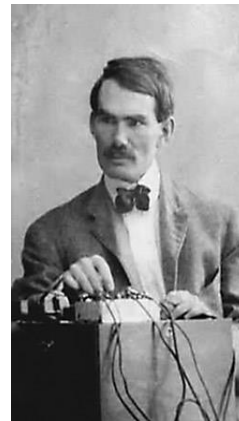
ეს იყო პირველი ნაბიჯები რადიომაუწყებლობაში. ადამიანის ხმისა და მუსიკის გადაცემა დაიწყო უფრო გვიან, 1919–1920 წლებში.

რ. ფესენდენმა უკვე 1900 წელს დაამუშავა ადამიანის ხმის სიხშირის მქონე რადიოტალღების და მუდმივი სიხშირის მქონე რადიოტალღების ზედღების პრინციპი. ამ პრინციპს ეწოდა ამპლიტუდური მოდულაცია (ამ). მანვე ჩაატარა პირველი ექსპერიმენტები ადამიანის ხმის რადიოთი გადასაცემად. მან უკვე 1906 წელს მოახდინა ადამიანის ხმის რადიოთი ოფიციალური გადაცემა.

რადიოს განვითარებაში მნიშვნელოვანი როლი შეას-



ნახ. 3.2.21. ჯონ ფლემინგი, მის მიერ შექმნილი დიოდი



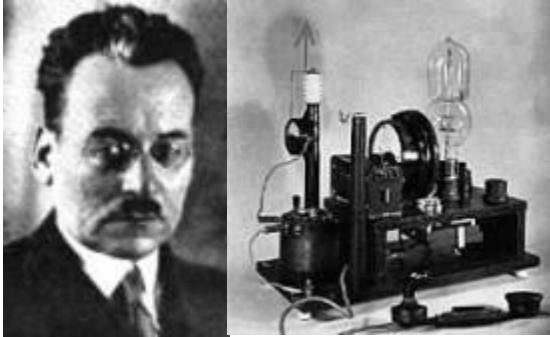
ნახ. 3.2.22. ლი დე ფორსეტი, აუდიონი



რულა ელექტრონული მილაკის გამოგონებამ. 1904 წელს ინგლისელმა მეცნიერმა ჯონ ფლემინგმა გამოიყენა თ. ედისონის მიერ აღმოჩენილი ვაკუუმში თერმოელექტრონული ემისიის მოვლენა და შექმნა ორელექტროდიანი მილაკი – დიოდი, ხოლო შემდეგ კი მის ბაზაზე შექმნა რადიოტალღების დეტექტორი.

1907 წელს ამერიკელმა ინჟინერმა ლი დე ფორსეტმა გამოიგონა სამელექტროდიანი მილაკი – აუდიონი. დიოდისგან განსხვავებით მას დამატებული ჰქონდა კიდევ ერთი ელექტროდი – მმართველი ბადე. შემდეგში ამ მილაკს ტრიოდი უწოდეს. მანვე ამ მილაკის გამოყენებით შექმნა მილაკიანი რადიომიმღების სქემა, რომელშიც ტრიოდი გამოიყენებოდა როგორც გამამლიარებელი.

მილაკებზე აგებული გენერატორის გამოგონებამ შესაძლებელი გახადა საიმედო და მაღალხარისხიანი რადიოსატელეფონო კავშირის შექმნა.



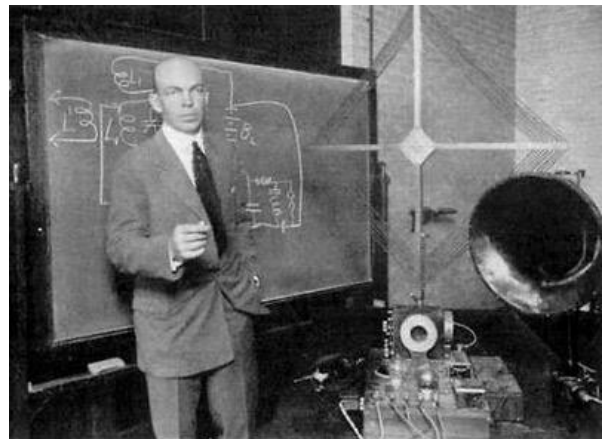
ნახ. 3.2.23. ა. მაისნერი, მილაკიანი გადამცემი

1913 წელს გერმანელმა რადიოტექნიკოსმა ა. მაისნერმა გამოიყენა ტრიოდი და მის ბაზაზე ააგო არამილევადი ელექტრონული რხევების გენერატორი. ამ გენერატორის საფუძველზე მაისნერმა ააგო პირველი რადიოსატელეფონო გადამცემი და დაამყარა რადიოსატელეფონო კავშირი 36 კმ მანძილზე ბერლინსა და მის გარეუბანს შორის. გენერატორი შეიცავდა მილაკურ ტრიოდს და რხევით კონტურს, რომელიც შედგებოდა ინდუქციური კოჭისა და კონდენსატორისაგან.

ანტენით ხდება მაღალი სიხშირის მძლავრი ელექტრონული რხევების გამოსხივება, ხოლო ბგერითი სიხშირის რხევებით წარმოიქმნება ისეთი დაბალი სიმძლავრის ელექტრომაგნიტური ტალღები, რომ შეუძლებელია მათი დიდ მანძილზე გადაცემა. ამიტომ, ხმის გადასაცენად ხდება გენერატორიდან მიღებული მაღალი სიხშირის მქონე მძლავრ ელექტრომაგნიტურ რხევების შეცვლა (მოდულირება) და ეს კეთდება დაბალი სიხშირის (ბგერითი სიხშირის) რხევების მიხედვით. ამ დროს გენერატორის მაღალსიხშირულ რხევებზე ხდება მიკროფონიდან მიღებული დაბალსიხშირული რხევების ზედდება და ჯამური რხევები ანტენიდან გაიცემა ეთერში. ამგვარად მიიღება ელექტრონული რხევები ცვლადი ამპლიტუდით – მაღალი სიხშირის მოდულირებული რხევები. მოდულაციის ამ ფორმას უწოდებენ ამპლიტუდურ მოდულაციას.

რადიომიმღებში სრულდება შებრუნებული პროცესი – დეტექტირება. მიღებული მაღალსიხშირული რხევები გარდაიქმნება დაბალი (სალაპარაკო სიხშირის) რხევებად. დეტექტირება ხდებოდა ვაკუუმური დიოდის საშუალებით. გამლიერების შემდეგ ბგერითი სიხშირის სიგნალები მიეწოდება ტელეფონის მემბრანას ან ხმამლამოლაპარაკის რუპორს და მიიღება ხმა. „პირდაპირი გამლიერების“ რადიომიმღებების ელექტრონული მილაკები და სქემები არ იყო სრულყოფილი და ხარისხი იყო დაბალი.

1913 წელს ამერიკელმა რადიოტექნიკოსმა ე. არმსტრონგმა (1890–1954) დაამუშავა უფრო სრულყოფილი რეგენერაციული რადიომიმღების სქემა (უკუკავშირით), ხოლო 1918 წელს კი



ნახ. 3.2.24. ე. არმსტრონგი

სუპერგეტეროდინული რადიომიმღების სქემა. სუპერგეტეროდინულ რადიომიმღებში გამოყენებულია სპეციალური მოწყობილობა გეტეროდინი – მცირე სიმძლავრის რადიოსიხშირული რხევების გენერატორი, რომლის საშუალებითაც მაღალი სიხშირის რადიორხევები გარდაიქმნება შუალედური სიხშირის რხევებად და მხოლოდ ამის შემდეგ მიეწოდება დეტექტორს. ასეთ რადიომიმღებებს პირდაპირი გაძლიერების რადიომიმღებებთან შედარებით გააჩნიათ ბევრად უფრო მაღალი მგრძობიარობა და ამორჩევისუნარიანობა. სუპერდეტეროდინის სქემა გამოიყენება თანამედროვე რადიომიმღებებშიც.

ე. არმსტრონგის გამოგონების საზოგადოებაში დანერგვას დიდად შეუწყო ხელი დავით სარნოვმა (Saroff) (1891–1971) – რადიო და ტელემაუწყებლობის ამერიკელმა პიონერმა. 1900 წელს სარნოვების ოჯახი რუსეთიდან საცხოვრებლად გადავიდა ამერიკაში და დაფუძნდა ჯერ ოლბანიში, ხოლო შემდეგ გადავიდა ნიუ-იორკში. სკოლაში სწავლის დროს მას ხშირად უწევდა სხვადასხვა სამუშაოს შესრულება ოჯახის დასახმარებლად. 1906 წელს მან დატოვა სკოლა და სატელეგრაფო კომპანიაში მოეწყო კურიერად.

პირველი გამომუშავებული ფულით დ. სარნოვმა იყიდა სატელეგრაფო აპარატი, აითვისა მორზეს ანბანი და ამის შემდეგ მოეწყო რადიოტელეგრაფისტად მარკონის უსადენო სატელეგრაფო კომპანიაში. მალე ის გახდა გამოცდილი რადიოტელეგრაფისტი. რამდენიმე წლის შემდეგ ის გახდა იმ დროისათვის ყველაზე ძლიერი რადიოსადგურის ოპერატორი. ეს რადიოსადგური დამონტაჟებული იყო მანჰეტენის უნივერსიტეტის სახურავზე. 1912 წლის 15 აპრილს მან ნიუ-იორკიდან 2500 კმ-ით დაშორებული გემი „ოლიმპიკიდან“ მიიღო რადიოგრამა: „გემი ტიტანიკი შეეჯახა აისბერგს და სწრაფად იძირება“. ამის შემდეგ მას სამი დღე და ღამე არ მოუხსნია ყურსასმენები და იყო მსოფლიო საზოგადოების ყურადღების ცენტრში, მას ჰქონდა კავშირი გემ ტიტანიკთან. პრეზიდენტის განკარგულებით ამერიკის მარჯვენა სანაპიროს ყველა რადიოსადგური გაჩერებული იქნა 72 საათის განმავლობაში, რათა ხელი არ შეეშალათ იმ ერთადერთი რადიოსადგურისათვის, რომელსაც კავშირი ჰქონდა „ტიტანიკთან“. ამ რადიოსადგურის ოპერატორი იყო 20 წლის დ. სარნოვი. მისგან იგებდა მსოფლიო უკანასკნელ ცნობებს უბედურების ადგილიდან, მისი საშუალებით იმართებოდა სამაშველო ოპერაციები და ზუსტდებოდა გადარჩენილთა სიები. ამ 72 საათიანი ვახტის შემდეგ დ. სარნოვი ცნობილი გახდა მთელი ქვეყნისათვის. მას ეს თავდადება დაუფასეს და მალე გახდა მარკონის კომპანიაში მნიშვნელოვანი თანამდებობის პირი.

1919 წელს შეიქმნა ამერიკული რადიოკორპორაცია (Radio Corporation of America - RCA), რომელსაც უნდა განეხორციელებინა ნაციონალური რადიომაუწყებლობა. მისი დამფუძნებლები გახდნენ უმსხვილესი ამერიკული კომპანიები: „ჯენერალ ელექტრიკი“, „ვესტინგჰაუზი“, „მარკონი-ამერიკა“ და ATT, ხოლო ამ კომპანიის კომერციული ხელმძღვანელი გახდა დ. სარნოვი.

1921 წელს დ. სარნოვი დაინიშნა RCA-ს გენერალურ დირექტორად.

1926 წელს დ. სარნოვმა შექმნა ნაციონალური რადიოსამაუწყებლო კომპანია (NBC), რომელიც განყოფილების სახით შედიოდა RCA კომპანიაში. ამ დროს მან უკვე იგრძნო ტელევიზიის პოტენციალი და 1928 წელს შექმნა ექსპერიმენტალური სატელევიზიო სადგური NBC. 1939 წელს განახორციელა სატელევიზიო გადაცემა ნიუ-იორკში მიმდინარე მსოფლიო გამოფენიდან.

დ. სარნოვი ასევე ხელს უწყობდა ტელევიზიის განვითარებას საბჭოთა კავშირში. 1938 წელს მან მიჰყიდა საბჭოთა კავშირ მოწყობილობების კომპლექტი, რომელმაც სათავე დაუდო მოსკოვში რეგულარულ ტელემაუწყებლობას. 1949 წელს კი, ცივი ომის პირობებში, აქტიურად



ნახ. 3.2.25. დ. სარნოვი



უწყობდა ხელს საბჭოთა კავშირისათვის აპარატურის მიწოდებას მოსკოვის ტელეცენტრის მოდერნიზებისათვის. გარდა ამისა, საბჭოთა კავშირის მოწინავე რადიოქარხნები აჭურვილი იყო RCA კორპორაციისაგან ნაყიდი აპარატურით.

დ. სარნოვმა ერთერთმა პირველმა იგრძნო, რომ რადიოსატელეგრაფო კავშირი საკმარისი არაა და მივიდა რადიომაუწყებლობის ორგანიზების იდეამდე. ეს იდეა არ მოუვიდათ რადიოტექნიკის ისეთ კორიფეებს, როგორების იყვნენ გ. მარკონი, თ. ედისონი, ნ. ტესლა. რადიომაუწყებლობის პიონერი გახდა დ. სარნოვი. ეს ტექნოლოგიები მან პირველად გამოიყენა პოლიტიკაში, კერძოდ ამერიკაში 1916 წლის საპრეზიდენტო არჩევნების დროს. მან 20 მძლავრი რადიოსადგურისგან შექმნა ოპერატიული ქსელი, რომლის საშუალებითაც აშუქებდა არჩევნების მიმდინარეობას და შედეგებს. ეს იყო მსოფლიოში პირველი პოლიტიკური რადიოგადაცემები. ეს გადაცემები ძალიან პოპულარული გახდა, მაგრამ ასეთი მოვლენები დამეორდებოდა მხოლოდ 4 წლის შემდეგ. მანამდე კი საჭირო იყო პოპულარობის შენარჩუნება.

იგივე წლებში, RCA ქსელის გარდა, დ. სარნოვმა კიდევ შექმნა ხმის ჩაწერის მძლავრი ინდუსტრია. მუსიკა იწერებოდა ფირმა „ვიქტორია“-ს გრამფირფიტებზე და გადაიცემოდა ეთერში შვილობილი კომპანიის NBC-ის (National Broadcasting System) მიერ. NBC-ის სიმფონიური ორკესტრი, რომლის დირიჟორიც იყო არტურო ტოსკანინი აღიარებული იქნა საუკეთესოდ.

დ. სდარნოვს გაცნობიერებული ჰქონდა, რომ რადიომაუწყებლობის სრული წარმატებისათვის ეს საკმარისი არ იყო, და გადაწყვიტა სრული წარმატებისათვის გამოეყენებინა ამერიკელების დაინტერესება სპორტული სანახაობების მიმართ. 1921 წელს დ. სარნოვმა ჩაატარა სენსაციური რადიოგადაცემა კრივში მსოფლიოს ჩემპიონატიდან მძიმეწონოსან მოკრივეებს შორის დ. დემპსი (აშშ) და ჟ. კარპანტი-ს შორის (საფრანგეთი).

1916 წელს დ. სარნოვი უკვე თანამშრომლობდა ე. არმსტრონგთან და რეკომენდაცია გაუწია პირველი რადიომიმღების გავრცელებას, რომელსაც მათ უწოდეს „მუსიკალური ყუთი“. სამი წლის განმავლობაში ამ გაყიდვებით მიღებულმა თანხამ შეადგინა 80 მილიონ დოლარი.

### 3.2.6. სატელევიზიო მაუწყებლობა



ნახ. 3.2.26. პ. ნიპკოვი

ტელევიზია ეს არის რადიოტალღების საშუალებით მანძილზე გადატანილი მოძრავი ობიექტების გამოსახულებები, რომელთაც თანახლავს ხმოვანი თანხლება.

პირველი მოქმედი სატელევიზიო სისტემად ითვლება მექანიკური ტელემაწყებლობა, რომელიც შექმნა გერმანელმა ინჟინერმა პაულ ნიპკოვმა, რომელმაც ის შექმნა ჯერ კიდევ სტუდენტობის პერიოდში, 1884 წელს.

პ. ნიპკოვმა გამოიგონა დისკი, რომელსაც შემდგომში მისი სახელი ეწოდა. ამ დისკის საშუალებით გამოსახულება ღებულობდა ელექტრული იმპულსების სახეს. ამ დისკს გააჩნდა ხვრელების გარკვეული რაოდენობა, რომლებიც განლაგებული იყო სპირალის სახით. ამ ხვრელების საპირისპიროდ განლაგებული იყო ფოტოელემენტები. დისკზე ხვრელის გავლით სინათლე ხვდებოდა ფოტოელემენტზე. ნიპკოვი დისკს ატრიალებდა სურათის ან ობიექტის თავზე. სინათლის იმპულსები დისკზე ხვრელების გავლით აღწევდნენ ობიექტამდე და ფოტოელემენტების საშუალებით გარდაიქმნებოდნენ ელექტრულ სიგნალებად. გამოსახულების წერტილებად წარმოდგენის ასეთ მიმდევრობით პრინციპს უწოდებენ სკანირებას. ეს პრინციპი დღესაც გამოიყენება. მაშინ ეკრანზე სტრიქონების რაოდენობა არ იყო

დიდი, ეს რაოდენობა იყო დაახლოებით 300, ანუ სინათლე ობიექტამდე აღწევდა 300 ხვრელის გავლით. ასეთ პირობებში სატელევიზიო გამოსახულება იყო უხეში.

1926 წელს შოტლანდიელმა მეცნიერმა ჯონ ბრენდმა პირველად მოახდინა ნიჰკოვის დისკის საშუალებით გამოსახულების გადაცემის დემონსტრირება და შემდეგ მისი წარმოდგენა. მისი სატელევიზიო სისტემის ღირსებას წარმოადგენდა ის, რომ სატელევიზიო გამოსახულების გადაცემა შესაძლებელი იყო ჩვეულებრივი საშუალო სიგრძის რადიოტალღებით. ამის საშუალებას იძლეოდა ის, რომ გარჩევისუნარიანობა იყო ძალიან დაბალი. ბრედი სატელევიზიო გამოსახულების გადასაცემად იყენებდა კომპანია ბიზისი-ს რადიოსისტემას. მან მსოფლიოში პირველმა მოახდინა სატელევიზიო გამოსახულების დემონსტრირება. ამ გამოსახულების ზომა იყო დაახლოებით საფოსტო მარკის ტოლი, გამოსახულება იყო სუსტი და ციმციმებდა. ამ პრინციპის დახვეწა იდეის ფუნდამენტალური შეცვლის გარეშე შეუძლებელი იყო. ნიჰკოვის გამოგონების შეცვლა ნამდვილი ელექტრონული ტელევიზიით მოხდა საკმაოდ ბევრი წლის შემდეგ.

1907 წელს რუსმა მეცნიერმა ბ.ლ. როზინგმა გამოიგონა და დაპატენტა გამოსახულების გადაცემის მეთოდი ელექტრონულ-სხვური მილაკის საშუალებით. ევრანზე გამოსახულების გამოსატანად მან ააგო ელექტრომაგნიტური გამლის მოწყობილობა. გამლისას სტრიქონების რაოდენობა იყო 12. 1911 წელს თავისი სიტემით მან პირველად მოაწყო ტელეგადაცემა. მისი პატენტი აღიარებული იქნა ბევრ ქვეყანაში.



ნახ. 3.2.26. ვ. კ. ზვორიკინი

ელექტრონული ტელევიზიის განვითარებაში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანა რუსმა ინჟინერმა ვ. კ. ზვორიკინმა. თავიდან ის მუშაობდა ბ. ლ. როზინგის ხელმძღვანელობით, შემდეგ კი გადასახლდა აშშ-ში და დაიწყო მუშაობა კომპანიაში Westinghouse, შემდეგ კი RCA კომპანიაში. RCA-ს პრეზიდენტი დ. სარნოვი ხელს უწყობდა მისი გამოგონებების დანერგვას.

1923 წელს ზვორიკინმა დააპატენტა იკონოსკოპი – გადამცემი სატელევიზიო მილაკი, ხოლო 1924 წელს კი კინესკოპი – მიმღები სატელევიზიო მილაკი. ეს ორი გამოგონება ერთობლიობაში წარმოადგენდა პირველ ელექტრონულ სატელევიზიო სისტემას. 1931 წელს ვ. ზვორიკინმა პრაქტიკულად ააგო თავისი იკონოსკოპი. იკონოსკოპს მალევე გამოუჩნდა უფრო თანამედროვე დამლიერი მოწინააღმდეგე სუპერორტიკონი, მაგრამ არც მისი სიცოცხლის ხანგრძლივობა იყო ხანგრძლივი. მაგრამ მან დადებითი წვლილი შეიტანა სატელევიზიო ტექნოლოგიების განვითარებაში. თანამედროვე სატელევიზიო მიმღები მილაკი პრაქტიკულად წარმოადგენს ზვორიკინის კინესკოპის განვითარებას. მანვე დაამუშავა პირველი ფერადი სატელევიზიო სისტემა, რომელზეც 1928 წელს მიიღო პატენტი.

პრაქტიკულად ვ. ზვორიკინის პარალელურად რუსმა ინჟინერმა ს. კატაევმა (1904–1991) 1931 წელს შექმნა გადამცემი სატელევიზიო მილაკი – იკონოსკოპი და მოახდინა სატელევიზიო გამოსახულების გადაცემა. გამოსახულების გაშლა ხდებოდა რამდენიმე ათეულ სტრიქონად. ვ. ზვორიკინის და ს. კატაევის იკონოსკოპები ერთმანეთს ძალიან ჰგავდა. 1932 წელს კი ს. კატაევმა შექმნა ვაკუმური მიმღები სატელევიზიო მილაკი.

სატელევიზიო გამოსახულების მანძილზე გადასაცემად საჭიროა მისი ჯერ ელექტრონულ სიგნალებად გარდაქმნა, ხოლო შემდეგ რადიოტალღების სახით მისი მანძილზე გადაცემა. მიღების შემდეგ უნდა მოხდეს სიგნალების გაშიფვრა, მისი სატელევიზიო გამოსახულებად გარდაქმნა და მიმღებ სატელევიზიო მილაკზე – კინესკოპზე



ნახ. 3.2.27. ს. ი. კატაევი

წარმოდგენა.

1932 წელს RCA კომპანიის კუთვნილმა ნაციონალური რადიომაუწყებლობის კორპორაციამ (NBC) დაიწყო ექსპერიმენტული სატელევიზიო გადაცემები. გადაცემები მიმდინარეობდა ნიუ-იორკის მაშინდელი ყველაზე მაღალი შენობიდან ემპაიერ სტიეტ ბილდინგიდან. პირველი რეგულარული სატელევიზიო გადაცემები დაიწყო გერმანიაში 1935 წლიდან, ხოლო ინგლისში კი 1936 წლიდან. იმ დროს ლონდონში იყო სულ 400 ტელევიზორი. მეორე მსოფლიო ომის დაწყების მომენტში უკვე იყო 2000 ტელევიზორი, ხოლო 1953 წლისათვის მათი რაოდენობა გაიზარდა 2 მილიონამდე. აშშ-ში რეგულარული სატელევიზიო მაუწყებლობა დაიწყო 1939 წელს. პირველი სატელევიზიო ჩვენება გაიმართა ნიუ-იორკის მსოფლიო გამოფენის გახსნიდან, ნაჩვენები იქნა დ. სარნოვის გამოსვლა, რომელზეც მან გააკეთა მოხსენება ტელევიზიის პერსპექტივების შესახებ, ხოლო ფრანკლინ რუზველტი გახდა ამერიკის პირველი პრეზიდენტი, რომელიც ტელევიზიით გამოვიდა.

თავიდან ტელევიზია იყო არაკომერციული, მთელი რეკლამა გადაიცემოდა რადიო-მაუწყებლობით. 1841 წლის 1 ივლისს ოფიციალურად დაშვებული იქნა კომერციული ტელემაუწყებლობა. პირველი კომერციული ტელემაუწყებლობა გახდა ნიუ-იორკის WNBT, რომელიც რეკლამებისათვის ყიდდა კვირტაში 15 საათს. რეკლამის დროის ყიდვით ხდებოდა სატელევიზიო არხის დასპონსორება.

მეორე მსოფლიო ომის პერიოდში შეჩერებული იქნა კომერციული ტელემაუწყებლობა, ხოლო 1945 წლიდან კი კვლავ განახლდა. 1948 წელს აშშ-ში ფუნქციონირებდა 36 სატელემაუწყებლო არხი, ხოლო 70 კიდევ მშენებლობის პერიოდში იყო. იმ დროს ამერიკის მოსახლეობაში მოიხმარებოდა 1 მილიონი ტელევიზორი.

მასიური ფერადი ტელემაუწყებლობა დაიწყო აშშ-ში. უკვე 1953 წლის იანვარში ფედერალურმა კომისიამ დაარეგისტრირა საერთო ტექნიკური სტანდარტი NTSC, რომელიც დამუშავებული იქნა RCA კომპანიის მიერ. 1963 წელს RCA კომპანიის კუთვნილი კომპანია NBC კვირაში ახორციელებდა ფერად ტელემაუწყებლობას კვირაში 40 საათის განმავლობაში.

ტელემაუწყებლობის განვითარებისათვის ბევრი პრობლემის დაძლევა გახდა საჭირო აშშ-ში და რუსეთში. ორივე ამ ქვეყანას ჰქონდა დიდი ტერიტორია, დროითი რამდენიმე ზოლით და ზოგიერთ რეგიონში მოსახლეობის ძალიან მცირე სიმკვრივით.

აშშ-ში შეიქმნა საკაბელო ტელევიზია, რომლითაც ამერიკის ქალაქები გაერთიანებული იქნა ერთიან ქსელში. ამ ქსელის საშუალებით ხდებოდა სატელევიზიო პროგრამების გადაცემა ქვეყნის სხვადასხვა რეგიონებში.

რუსეთში გამოყენებული იქნა თანამგზავრული ტექნოლოგია. ეს მოხდა უფრო ადრე, ვიდრე სატელევიზიო მიმღებების საშუალებით მოხდებოდა თანამგზავრული სიგნალების მიღება. საკაბელო ტელევიზიის ამერიკული სისტემის საშუალებით აბონენტებს შეეძლოთ არხების ნებისმიერი რაოდენობის მიღება. ევროპის ქვეყნებში კი განვითარება ჰპოვა სხვა ტექნოლოგიამ ევროპული ქვეყნებისათვის დამახასიათებელია უფრო პატარა ტერიტორია და მოსახლეობის დიდი სიმჭიდროვე. ამის გამო, აქ ეკონომიკურად უფრო გამართლებული იყო სატრანსლაციო სადგურების საშუალებით ქვეყნის ტერიტორიის დაფარვა.

ტექნიკის განვითარების შედეგად შესაძლებელი გახდა მასობრივი თანამგზავრული ტელემაუწყებლობის განხორციელება. მაგრამ, მიუხედავად ამისა ევროპაშიც განვითარდა საკაბელო ტელევიზია და დაიწყო კონკურენცია ამ კომპანიებს შორის. საკაბელო ტელევიზიების აბონენტებს სატელევიზიო არხების რაოდენობის გასაზრდელად უკვე სჭირდებოდათ თანამგზავრული ტექნოლოგიების გამოყენებაც.

XXI საუკუნის დასაწყისში ტელევიზიაც გახდა ინფორმაციის მასობრივი გავრცელების, გართობისა და პროპაგანდის საშუალება. აშშ-ში საპრეზიდენტო არჩევნების კომპანიაში აქტიურადაა გამოყენებული ტელევიზია. პრეზიდენტობის კანდიდატებს შორის იმართება სატელევი-

ზიო დებატები, რომელსაც მთელი მსოფლიო უყურებს. ეს ხდება არა მხოლოდ აშშ-ში. დღეს შექმნილია სხვადასხვა თემატური სატელევიზიო არხები, სადაც გადაიცემა სპორტული პროგრამები, ახალი ამბები, მხატვრული და მულტიპლიკაციური ფილმები, დოკუმენტური ფილმები და ა.შ.

### 3.2.7. ახალი ტექნოლოგიები რადიოსა და ტელევიზიაში

რადიომაუწყებლობის განვითარებასთან მიმართებაში განხილული იყო ელექტრონული მილაკები, რომლებიც გამოიყენებოდა რადიომაუწყებლობის პირველ სისტემებში. რადიო და ტელემაუწყებლობის სწრაფი განვითარება უზრუნველყო ტექნოლოგიური ელემენტების განვითარებამ. ასეთი ტექნოლოგიური ელემენტები იყო ჯერ ნახევარგამტარული ელემენტები, შემდეგ ინტეგრალური სქემები და ბოლოს მიკროპროცესორები.

ნახევარგამტარული რადიოელექტრონიკის განვითარება დაიწყო ტრანზისტორის გამოგონების შედეგად. 1948 წელს ამერიკელმა მეცნიერებმა უ. შოკლიმ უ. ბრატტენიმა და ჯ. ბარდინმა გამოიგონეს ტრანზისტორი – ნახევარგამტარული მოწყობილობა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იყო ელექტრული სიგნალების გაძლიერება, გენერირება და ელექტრულ რხევებად გარდაქმნა. ტერმინი ტრანზისტორი წარმოსდგება ინგლისური სიტყვებისაგან transfer – გადატანა და resistor – წინაღობა. ტრანზისტორი ეს არის სამპოლუსიანი ნახევარგამტარული მოწყობილობა, რომელიც მმართველ ელექტროდზე ძაბვის მოდების სედეგად იცვლის წინაღობას, რის შედეგადაც შესაძლებელი ხდება მძლავრი ქსელების მართვა სუსტი სიგნალებით. აქედან გამომდინარე ტრანზისტორები გამოიყენება ელექტრული სიგნალების გაძლიერებისათვის, კომუტაციისათვის და გარდაქმნისათვის.

1951 წელს სან-ფრანცისკოს სმზრეთ მზრეს სილიკონის ველზე (Silicon Valley, წარმოსდგება ინგლისური სიტყვისაგან silicon – სილიციუმი. ესაა ძირითადი ელემენტი, რომლისგანაც მზადდება ნახევარგამტარები) შეიქმნა დიდი სამეცნიერო-საწარმოო ცენტრი. სილიკონის ველს უკავია ფართობი სიგრძით 56 კმ და სიგანით 16 კმ. სილიკონის ველზე ელექტრონული მრეწველობის მსოფლიოში ყველაზე მაღალი კონცენტრაციაა.

სილიკონის ველზე ფუნქციონირებს 3 ათასზე მეტი ფირმა. მათგან ასეულობით ფირმა დაკავებულია კომპიუტერების წარმოებით, ხოლო ათასზე მეტი ფირმა კი დაკავებულია პროგრამული უზრუნველყოფის შექმნით. აქ მუშაობს ინფორმაციულ ტექნოლოგიებში დაკავებული ამერიკელი ინჟინრების 40%. აქვე მდებარეობს სტენფორდის უნივერსიტეტი.

თითქმის მთელი XX საუკუნე გამოყენებაში იყო ელექტრონულ-სხივური გადამცემი (იკონოსკოპი) და მიმღები (კინესკოპი). კინესკოპები გამოიყენებოდა ტელევიზორებში და კომპიუტერების მონიტორებად. მათი გამოყენება პორტატიულ მოწყობილობებში შეუძლებელი იყო. ტექნიკის განვითარებამ შესაძლებელი გახადა მათი ფორმებისა და გაბარიტების სეცვლა, რის შედეგადაც მნიშვნელოვნად გაიზარდა ამ მოწყობილობების გამოყენების სფეროები.

1969 წელს Bell Laboratories მკვლევარებმა უილარდ ბოილმა (Willard Boyle) და ჯორჯ სმიტმა (George Smith) ჩამოაყალიბეს ხელსაწყოს იდე, რომელშიც გამოსახულების რეგისტრაციისათვის გამოყენებული იყო კავშირი მუხტებით. 1973 წელს კი კომპანია Fairchild დაიწყო ასეთი მატრიცების წარმოება. ეს მატრიცები იყო შავ-თეთრი და გარჩევისუნარიანობა ჰქონდა 100×100 პიქსელი.

ამ პრინციპზე დამზადებული მოწყობილობა Charge Coupled Device (CCD) წარმოადგენს მიკროსქემას, რომელშიც ერთმანეთთან არის დაკავშირებული ნახევარგამტარული კონდენსატორები. ყოველი კონდენსატორი ინარჩუნებს გარკვეულ მუხტს. მმართველი ელექტრონული სქემის საშუალებით ხდება ამ მუხტების მეზობელი ტრანზისტორებისათვის გადაცემა. ეს გადაცემა ხდება დროში სინქრონიზირებულად. CCD წარმოადგენს მინიატურულ მოწყობილობას, რომლის საშუალებითაც ხდება ოპტიკური გამოსახულების გარდაქმნა ანალოგურ ელექტ-



რულ სიგნალებად, ანუ ხდება გადაღებული გამოსახულების შესაბამისი ანალოგური ელექტრონიკის სიგნალების მიღება. ანალოგურ ციფრული გარდაქმნის შემდეგ (Analogue-Digital Converter, ADC) ინფორმაცია გარდაიქმნება ციფრულ ფორმაში, რის შემდეგაც შესაძლებელი ხდება მისი შეკუმშვა, შენახვა და კომპიუტერული დამუშავება.

სრულყოფილი ფერადი გამოსახულების მისაღებად არსებობს ორი გზა. პირველი გზა გულისხმობს ობიექტივიდან შემოსული სინათლის პრიზმითა და სინათლის ფილტრების საშუალებით შემადგენელ ნაწილებად დაშლას. ამ ნაწილებიდან შემდეგ აირჩევა წითელი, მწვანე და ლურჯი ფერები და მათი წარმოდგენა მოხდება ცალკეული CCD მოწყობილობების საშუალებით.

მეორე გზა გულისხმობს შემდეგს – გამოყენებული უნდა იქნას ერთი CCD მოწყობილობა. მისი ეკრანის წინ მოთავსებული უნდა იყოს სპეციალური ფილტრი, რომელიც CCD –ს ყოველი პიქსელისათვის უნდა შეიცავდეს პატარა უჯრედს. ამგვარად მიიღება CCD პიქსელების ვერტიკალური სამეული, ყოველ მათგანს გააჩნია სიმკვეთრის თავისი მნიშვნელობა, პიქსელის ფერი კი მიიღება ამ სამი ფერის ზედდებით. დღეს CCD მოწყობილობების ბაზაზეა დაფუძნებული თანამედროვე სამოყვარულო ვიდეო და ფოტო გადაღებები.

თხევადი კრისტალები – ესაა ნივთიერება, რომელშიც გარე ელექტრო-მაგნიტური ველის ზემოქმედებით შესაძლებელია ნივთიერების მოლეკულების ორიენტაციის შეცვლა. ეს მოვლენა აღმოჩენილი იქნა 1888 წელს ავსტრიელი ბოტანიკოსის ფ. რეინიტცერის მიერ. მან გერმანელ კრისტალოგრაფ ფ. ლემანთან ერთად აღწერა თხევადი კრისტალების უცნაური თვისებები. ეს მოხდა კინესკოპის შექმნამდე ბევრად უფრო ადრე. მოხდა ისე, როგორც ძალიან ხშირად ხდება, მეცნიერებმა არ მიაქციეს სათანადო ყურადღება თხევადი კრისტალების უცნაურ თვისებებს. შედეგად მათი გამოყენება დაიწყო ბევრად უფრო გვიან.

1930 წელს ბრიტანელმა მკვლევარებმა მიიღეს პატენტი თხევადი კრისტალების გამოყენებაზე. ამ მიმართულებით პირველი გარღვევა მოახდინეს RCA (Radio Corporation of America) კორპორაციის მეცნიერებმა ფერგესონმა და ვილიამსმა. ფერგესონმა თხევადი კრისტალების ბაზაზე შექმნა თერმოგადამწოდი, ხოლო ვილიამსმა კი შეისწავლა ელექტრული ველის ზემოქმედება თხევად კრისტალებზე. 1966 წელს RCA კორპორაციამ მოახდინა LCD (Liquid Crystal Display) ციფრული საათის პროტოტიპის დემონსტრირება. LCD ტექნოლოგიის განვითარებაში დიდი წვლილი შეიტანა კორპორაცია Sharp-მა. ის დღესაც ტექნოლოგიურ ლიდერთა შორისაა. პირველი კალკულატორი სწორედ ამ კორპორაციის მიერ იქნა შექმნილი 1964 წელს. 1975 წლის ოქტომბერში კი გამოუშვა TN LCD ტექნოლოგიით დამზადებული კომპაქტური ციფრული საათები. 1970-იანი წლების მეორე ნახევარში დაიწყო გადასვლა რვასეგმენტის თხევადკრისტალური ინდიკატორებიდან მატრიცების დამზადებაზე მისი ყოველი წერტილის დამისამართებით. 1976 წელს კორპორაცია Sharp-მა გამოუშვა LCD მატრიცაზე დამზადებული პირველი შავ-თეთრი თხევადკრისტალური ტელევიზორი, ეკრანის ზომით 5,5 დიუმი და გარჩევისუნარიანობით 160×120 პიქსელი.

თხევადკრისტალური მონიტორის მოქმედების პრინციპი დამყარებულია სინათლის ნაკადის პოლარიზაციის მოვლენაზე. თხევადკრისტალური ნივთიერების მოლეკულებს წაგრძელებული ფორმა აქვთ და ელექტროსტატიკური ან ელექტრომაგნიტური ველის ზემოქმედების შედეგად იცვლება მათი ორიენტაცია. თხევადკრისტალური ნივთიერებების თვისებების შესწავლის შედეგად შესაძლებელი გახდა სინათლის პოლარიზაციის მართვა. ამ ამოღულ ნივთიერებებს, ერთის მხრივ, იმიტომ, რომ ელექტრული თვისებებით ჰგავნან კრისტალურ ნივთიერებებს, ხოლო მეორეს მხრივ, იმიტომ, რომ ისინი ღებულობენ ჭურჭლის ფორმას, უწოდეს თხევადკრისტალური ნივთიერებები. თხევადკრისტალური LCD-მონიტორის მოქმედების პრინციპი დამყარებულია თხევად მდგომარეობაში მყოფი ნივთიერების გამოყენებაზე, რომელსაც ასევე გააჩნია კრისტალური ნივთიერების გარკვეული თვისებები. ელექტრული ველის ზემოქმედე-

ბით იცვლება ამ ნივთიერების მოლეკულების ორიენტაცია და შესაბამისად იცვლება მასში გამავალი სინათლის თვისებებიც. თხევადკრისტალური ნივთიერებების ამ თვისებების შედეგად ძაბვის ცვლილებით იცვლება კრისტალების ორიენტაციაც და იქმნება გამოსახულება.

LCD მონიტორს გააჩნია რამდენიმე შრე, რომლებიც ერთმანეთისაგან გამოყოფილია თხევადი კრისტალის თვისებების მქონე ნივთიერების თხელი ფენებით. მონიტორის ეკრანი განათებულია სინათლის წყაროთი. ფერად მონიტორებში ფერები მიიღება სამი ფილტრის საშუალებით.

კომპიუტერულ LCD მონიტორებში გამოყენებულია არამათემატიკური ან სუპერარამათემატიკური თხევადი კრისტალები. არამათემატიკური თხევადი კრისტალების საშუალებით შესაძლებელია პოლარიზაციის სიბრტყის 90 გრადუსით შემობრუნება, ხოლო სუპერარამათემატიკურით კი 270 გრადუსით. სუპერარამათემატიკურ კრისტალებს გააჩნიათ მაღალი სწრაფმედება და კონტრასტულობა. ისინი გამოიყენება პასიურ ინდიკატორებში, არამათემატიკური თხევადი კრისტალები კი გამოიყენება მაღალი ხარისხის ფერად მონიტორებში.



ნახ. 3.2.28. პირველი LCD-მონიტორი

პასიურ ინდიკატორებში ელემენტები განლაგებულია გამტარების ბადის გადაკვეთის წერტილებში, რომლებშიც ელექტრული ველის ცვლილება ხდება ამ ბადესთან მიერთებული ტრანზისტორების გადართვის საშუალებით. ასეთ ელემენტებს გააჩნიათ უკუმოქმედების ეფექტი, ამიტომ მათზე მოძრავი ობიექტები გადღაბნილია.

ფერად თხევადკრისტალიან ეკრანებში ელემენტები დაჯგუფებულია სამ-სამად (ვერტიკალურ რიგებში).

ყოველი ასეთი სამი ელემენტი ქმნის ერთ პიქსელს. ყოველ ელემენტს გააჩნია შუქფილტრი. ტრანზისტორების საშუალებით იმართება გატარებული სინათლის რაოდენობა და სახეობა.

პასიური მონიტორების უარყოფით მხარეც წარმოადგენს ის, რომ მათზე გამოსახულების დანახვა შესაძლებელია მხოლოდ ფრონტალურ პოზიციაში, ხოლო აქტიური მარიცების მქონე ეკრანებზე კი გამოსახულების დანახვა შესაძლებელია 120–160 დრადუსიანი კუთხითაც. პირველი LCD მონიტორების გამოშვება ხდებოდა მხოლოდ პორტატიული პერსონალური კომპიუტერებისათვის, რომელთა ეკრანის ზომაც არ აღემატებოდა 8 დიუმს. დღეს ეს ზომები გაცილებით დიდია.

LCD მონიტორის ან ტელევიზორის ეკრანი წარმოადგენს თხევადკრისტალური ელემენტების მატრიცას. თხევადკრისტალურ პასიურ მატრიცაში გამოსახულების მოცემული წერტილის აქტივიზირება ხდება ძაბვის მიწოდებით სტრიქონისა და სვეტის შესაბამის გამჭვირვალე სამისამართო სალტებზე.

ასეთ შემთხვევაში შეუძლებელია გამოსახულების მაღალი კონტრასტულობის მიღწევა, რადგანაც ელექტრული ველი წარმოიქმნება არა მარტო გადაკვეთის წერტილში, არამედ მუხტის გადაცემის მთელ გზაზეც. ამ პრობლემის გადაწყვეტა შესაძლებელია თხევადკრისტალური აქტიური მატრიცის გამოყენებით, როდესაც გამოსახულების ყოველი ქერტილი იმართება საკუთარი ელექტრონული გადამრთველით. CRT-მონიტორისაგან განსხვავებით LCD-მონიტორი წარმოადგენს სრულად ციფრულ მოწყობილობას. დღევანდელ პერსონალურ კომპიუტერში ეს ორი პრინციპი შეთავსებულია. პერსონალურ კომპიუტერში მიღებული ციფრული სიგნალი ვედეო ბარათზე ჯერ გარდაიქმნებოდა ანალოგურ ფორმაში, ხოლო შემდეგ უკვე LCD-

მონიტორში ისევ გარდაიქმნებოდა ციფრულ ფორმატში. ეს არანორმალური სიტუაცია იყო, ამიტომ დღეს შექმნილია უკვე ციფრული ვიდეობარათები.

CRT-მონიტორებისაგან განსხვავებით LCD-მონიტორების უდავო უპირატესობაა მავნე გამოსხივებების არარსებობა. მათ ღირსებას წარმოადგენს აგრეთვე შესანიშნავი ფოკუსირება, გეომეტრიული დამახინჯებების და ფერთა შეთავსების შეცდომების არარსებობა. გარდა ამისა მათში ადგილი არა აქვს ეკრანის ციმციმს. CRT-მონიტორებში გამოსახულების გამოსახვა ხდება ელექტრონული სხივის საშუალებით სტრიქონებად მარცხნიდან მარჯვნივსაკენ, ზედა მარცხენა კუთხიდან ქვედა მარჯვენა კუთხისაკენ. ეკრანის სრული დაფარვის სემდეგ საჭირო ხდება სხივის დაბრუნება ქვედა მარჯვენა კუთხიდან ზედა მარცხენა კუთხეში, რომლის დროსაც ეკრანი მცირე ხნით ქვრება. ეს თვალისათვის მართალია შეუმჩნეველია, მაგრამ ციმციმი მაინც არსებობს და თვალს ღლის. LCD-მონიტორებში პიქსელები არ ქვრებიან, ისინი უწყვეტად იცვლიან ნათების ინტენსიურობას, რის შედეგადაც ადამიანის თვალი გაცილებით ნაკლებად იღლება.

LCD-მონიტორების უდავო უპირატესობაა აგრეთვე ის, რომ არიან ძალიან თხელი და სამუშაო მაგიდაზე იკავებენ პატარა ადგილს. ეს თვისება განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია მინიატურული მოწყობილობებისათვის, მაგ., მობილური ტელეფონებისათვის, ჯიბის კომპიუტერებისათვის, ციფრული ფოტო- და ვიდეო-კამერებისათვის.

პლაზმური მონიტორები გამოჩნდა 1999 წლიდან მათი გამოყენება ხდება მხოლოდ ტელევიზორებში.

პლაზმური მონიტორის (PDP - Plasma Display Panels) მოქმედება წააგავს ნეონის ნათურის მოქმედებას. ის შესრულებულია მინის ბრტყელი მილაკის სახით, რომელიც შევსებულია მცირე წნევის მქონე ინერტული გაზით. ეს გაზი შეიძლება იყოს ნეონი ან არგონი. მილაკის შიგნით მოთავსებულია ორი ელექტროდი. ძაბვის მიწოდების შედეგად მათ შორის ხდება განმუხტვა და წარმოიქმნება ნათება. მუშის ზედაპირზე მოთავსებულია მცირე ზომის გამჭვირვალე ელექტროდები, რომლებსაც მიეწოდება მაღალსიხშირული ძაბვა, ანუ იქმნება მინიატურული წერტილოვანი ნეონის ნათურების ველი. ელექტრული მუხტებით იქმნება განმუხტვა, რის შედეგადაც



ნახ. 3.2.29. პლაზმური ეკრანი

წარმოიქმნება სინათლე ულტრაიისფერი ნათების სპექტრში, ის კი თავის მხრივ, იწვევს ლუმინოფორული ნაწილაკების ნათებას სპექტრის ადამანისათვის ხილულ ნაწილში. ანუ, ეკრანის ყოველი პიქსელი მოქმედებს ნეონის ნათურის მსგავსად.

პლაზმური ეკრანების ღირსებას წარმოადგენს გამოსახულების მაღალი სიმკვეთრე, კონტრასტულობა და ხედვის დიდი კუთხე – თითქმის 180 გრადუსამდე. მათ არ ახასიათებთ ეკრანის ციმციმი და გამოსახულების რხევა, რადგანაც გამოსახულების გამოტანა ხდება არა სტრიქონების სახით, არამედ პირდაპირ ციფრული სახით. პლაზ-

მური ტელევიზორები, ისევე როგორც თხევადკრისტალიანი მონიტორები, არის სრულად ციფრული მოწყობილობები და შეიძლება ჰქონდეთ საკმაოდ დიდი ზომები, მცირე სისქესთან ერთად.

### 3.2.8. რადიო და ტელემაუწყებლობა საქართველოში

ამიერკავკასიის ქვეყნებიდან პირველად საქართველოში დაიწყო მაუწყებლობა: რადიო - 1925 წელს, სატელევიზიო კი - 1956 წელს.

ინფორმაცია ნახევრად კუსტარული რადიოსატელეფონო სადგურით გადაიცემოდა, რომელიც აწყობილი იყო უცხოური რადიოსატელეგრაფო გადამცემის APS-78-ის ბაზაზე. ეს იყო ამიერკავკასიაში პირველი სამაუწყებლო გადამცემი, რომელიც დღეში 1-2 საათი მუშაობდა.

რადიოსადგურის პირველი დამმონტაჟებლები და თანამშრომლები იყვნენ: ს.თოფურია, დ.ხმიადაშვილი, ი. ძაგნიძე, რ.ლიპარტელიანი, გ.ინჯია და სხვანი.

საქართველოში პირველი რადიოსტუდია მოეწყო რადიოგადამცემი სადგურის ტერიტორიაზე არსებულ შენობაში 12 კვ.მ. ფართობზე. რადიოგადამცემებში მონაწილეები ახალ ამბებს და სტატიებს უშუალოდ გაზეთებიდან კითხულობდნენ, ატარებდნენ ტექნიკური სახის კონსულტაციებს რადიოპროგრამების მიღების შესახებ. გადამცემი სადგურის მოქმედების ზონა 25-30 კმ. რადიუსი იყო.

1927 წელს იმავე ტერიტორიაზე დამმონტაჟდა რადიოსამაუწყებლო სადგური "მდ-400". რადიოსტუდია 90 კვ.მ ფართობზე იყო განთავსებული სასტუმრო "თბილისის" შენობაში და საჭაერო კავშირით დაკავშირებული იყო გადამცემ სადგურთან. რადიოსადგური მუშაობდა 870 მეტრი სიგრძის ტალღაზე (დაახლ. 344,8 კჰც). რადიომაუწყებლობის პირველი ხელმძღვანელი იყო ი.გედევანიშვილი, ხოლო პირველი მუსიკალური ხელმძღვანელი, რ. კილაძე.

1927 წლის იანვრის მეორე ნახევრიდან გადაცემათა პროგრამა იბეჭდებოდა გაზეთებში.

რადიოგადამცემაში მიკროფონთან პირველი გამოვიდა მომღერალი დ. ბადრიძე.

1928 წლის ბოლოსათვის ქ. თბილისში, კიროვის ქუჩაზე მოეწყო ახალი რადიოსამაუწყებლო სტუდია.

1929 წელს არსებულ რადიოგადამცემს რეკონსტრუქცია ჩაუტარდა და რეგულარული რადიოგადამცემები 1070 მ. ტალღაზე დაიწყო.

1932 წელს არსებული რადიოსადგურის ბაზაზე მძლავრი (35 კვტ.) სამაუწყებლო გადამცემი სადგური დამმონტაჟდა.

მე-20 საუკუნის ორმოცდაათიანი წლების დასასრულს რადიომაუწყებლობის და კავშირგაბმულობის ტექნიკურ საშუალებათა განვითარება დაიწყო. ასევე, შესაბამისი კადრების მომზადება უმაღლეს და საშუალო ტექნიკურ სასწავლებლებშიც გახდა შესაძლებელი: საქართველოს პოლიტექნიკურ ინსტიტუტში - ამჟამად საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის (ენერგეტიკის, შემდგომ ავტომატიკისა და გამოთვლითი ტექნიკის ფაკულტეტებზე), კავშირგაბმულობისა და რადიოტექნიკის ტექნიკუმებში. პირველი პედაგოგები იყვნენ: ზ.თოფურია, ლ.დიდებულიძე, კ.კოტრიკაძე, გ.ინჯია, ი.ძაგნიძე, ვ.ლორთქიფანიძე, ა.ლორთქიფანიძე, დ.ხმიადაშვილი, ლ.გვარჯალაძე, ვ.ჯაფარიძე, გ.ილურიძე, რ.შიმშილაშვილი, ნ.მარიამიძე და სხვები.

1956 წელს ქ.თბილისში შეიქმნა საკავშირო დაუსწრებელი კავშირგაბმულობის ინსტიტუტის თბილისის ფილიალი, რომლის ჩამოყალიბებაში მნიშვნელოვანი წვლილი მიუძღვის ლ.გვარჯალაძეს და რ. შიმშილაშვილს. დოცენტი ლ.გვარჯალაძე იყო ფილიალის პირველი დირექტორი. შემდგომ ფილიალის დირექტორი იყო პროფ რ. ქვრივიშვილი.

1955 წელს საქართველოს ტექნიკურ უნივერსიტეტში ჩამოყალიბდა "რადიოტექნიკის" სპეციალობა. კათედრის გამგე იყო შ.ყვავილაშვილი.

1964 წელს საქართველოს პოლიტექნიკურ უნივერსიტეტში მოხდა "რადიოტექნიკის" სპეციალობის პირველი გამოშვება.

1960 წელს მუშაობა დაიწყო საეთერო მაუწყებლობამ მოკლე ტალღათა დიაპაზონში (მეტრული ტალღები).

1966 წელს ქ.თბილისში დამთავრდა მრავალპროგრამიანი სასტუდიო სამაუწყებლო კომპლექსის მშენებლობა და ექსპლოატაციაში შევიდა მრავალპროგრამიანი ცენტრალური სააპა-



რატო ხუთი მაუწყებელი სტუდიით, ექვსი ხმის ჩამწერი სტუდიით და საკომუტაციო სტუდიით. ამავე კომპლექსში შედიოდა სტუდიის გარე გადაცემათა მოძრავი ჩამწერი სადგურები, რამოდენიმე სატრანსლაციო პუნქტი და რადიოსამაუწყებლო სტუდიები: ბათუმში, სოხუმში, ქუთაისში, და ცხინვალში. მოწესრიგდა ტექნიკური ბაზის საგარანტიო ელექტრომომარაგების საკითხი.

1975 წელს თბილისში დაინერგა სტერეო მაუწყებლობა და სადენიანი სამპროგრამიანი რადიოსატრანსლაციო ქსელი ამ დროისათვის გადაიცემოდა ორი რადიოსამაუწყებლო პროგრამა და მიმდინარეობდა მაუწყებლობა საზღვარგარეთის პროგრამით 50,6 მ. ტალღაზე, სიმძლავრით 100 კვტ. საქართველოს პირველი პროგრამა (6 საათის ხანგრძლიობით) გადაიცემოდა 9 რადიოსამაუწყებლო გადამცემით და სადენიანი საქალაქო რადიოსატრანსლაციო ქსელით. პირველი პროგრამა გადაიცემოდა გრძელი, საშუალო, მოკლე და ულტრამოკლე ტალღებით თბილისში, ბათუმში, სოხუმში და ქუთაისში. ასევე, საშუალოტალღოვანი სადგურები.

უნდა აღინიშნოს, რომ მოსახლეობაში, უმთავრესად ქ.თბილისში, 1990 წლამდე დიდი პოპულარობით სარგებლობდა სადენიანი რადიომაუწყებლობა. ქ.თბილისში და რეგიონებში ფუნქციონირებდა რადიოსამაუწყებლო ქსელები და შესაბამისი კვანძები, რიგ ადგილებში ორი პროგრამით. აბონენტთა საერთო რაოდენობა 300 ათას აბონენტს აღწევდა. შემდგომ პერიოდში მოკლეთალღოვანი რადიომაუწყებლობის და ტელემაუწყებლობის სწრაფი ტემპით განვითარებასთან ერთად სადენიანი მაუწყებლობა მორალურად მოძველად და პრაქტიკულად შეწყვიტა არსებობა.

ბათუმში, ქუთაისში და სოხუმში მეორე პროგრამას გადასცემდა რადიოსადგური "თბილისი 288" და ულტრამოკლეთალღოვანი სადგურები თბილისში, ბათუმში, სოხუმში და ქუთაისში. ამავე პერიოდში საქართველოს ტერიტორიაზე გადაიცემოდა საკავშირო რადიოს პირველი და რადიოსადგურ "მაიაკის" პროგრამები.

1975 წელს საქართველოს ყველა დასახლებულ პუნქტს შეეძლო შეუფერხებლად მიეღო რესპუბლიკისა და საკავშირო რადიოს პროგრამები. ამ დროისათვის აშენდა მძლავრი რადიოგადამცემი სადგურები გორის რაიონში, რამაც ხელი შეუწყო რადიოპროგრამების მდგრადი მიღების ზონის გაზრდას. ამ დროისათვის რადიოსამაუწყებლო კვანძების რიცხვი ქვეყანაში შეადგენდა 237-ს, ხოლო რადიოწერტილების საერთო რაოდენობა 467 267 -ზე მეტი იყო. რადიოფიცირებული იყო დასახლებული პუნქტების 50%; აშენდა რადიოსახლები ბათუმში, სოხუმში, და ცხინვალში, რამაც ხელი შეუწყო პროგრამების გავრცელებას თითოეულ რეგიონში.

ბოლო წლებში აღარ ფუნქციონირებს დუშეთის გრძელტალღოვანი რადიოსადგური, რომელიც მუშაობდა 1548 მეტრგრძელტალღოვან დიაპაზონში.

საინტერესოა ერთი ისტორია, ცნობილი ქართველი რადიოინჟინრის ზურაბ თოფურიას (1905-1963) შესახებ. ზ. თოფურიამ 1931წელს დაამთავრა ამიერკავკასიის ენერგეტიკული ინსტიტუტი. მისი გამოგონებიდან ცნობილია ე.წ. "მოდულაციის ხერხი თოფურიას სქემით". 1940 წლიდან იმყოფებოდა მოსკოვში, სადაც ხელმძღვანელობდა სპეციალური დანიშნულების ტექნიკურ სამუშაოებს.

მეორე მსოფლიო ომის დამთავრების შემდეგ საბჭოთა ჯარები დაეუფლნენ ბერლინში განლაგებულ რადიოსადგურებს. ეს რადიოსადგურები ჩამოიტანეს მოსკოვში და სწრაფად დაამონტაჟეს.

როგორც კი სპეციალისტებმა რადიოსადგური დაამონტაჟეს, მაშინვე შეუდგნენ რეგულირების სამუშაოების შესრულებას, მაგრამ შედეგი არ ჩანდა, რადიოსადგური დუმდა. სსრკ-ს ცნობილი სპეციალისტები დღე და ღამე უშედეგოდ უტრიალებდნენ მაშინდელი სტანდარტებით მაღალი გერმანული ტექნოლოგიებით დამზადებულ აპარატურას, მაგრამ ამაოდ. მაშინ ერთ-ერთ სპეციალისტს გაახსენდა ზურაბ თოფურია და გადაწყვიტეს მისი ამ საქმეში ჩართვა.

ქართველმა ინჟინერმა ყურადღებით მოუსმინა იმედ გადაწურულ სპეციალისტებს, ანალიზი გაუკეთა მათ მიერ შესრულებულ სამუშაოებს და ბოლოს უთხრა მარტო დაეტოვებინათ რადიოსადგურში, მხოლოდ მიეტანათ ორი-სამი დღის საკვები. ორ დღეში მან ეს სამუშაო შესრულა.

შემდეგ ზ.თოფურია 9 წლის განმავლობაში იყო სსრკ კავშირგაბმულობის მინისტრის მოადგილე. 1951 წელს მიენიჭა ლენინური პრემია. 1958-1962 წლებში მუშაობდა რადიოსი-შირეთა უწყებათმორისი კომისიის თავმჯდომარის მოადგილედ, ხოლო 1954-1963 წლებში საკავშირო ჟურნალ "რადიოტექნიკს" პასუხისმგებელი რედაქტორი იყო. დაჯილდოებული იყო ლენინის, წითელი ვარსკვლავის ორდენით და მედლებით.

1956 წელს მთაწმინდის ზედა პლატოზე დამონტაჟდა 185 მ. სიმაღლის სატელევიზიო ანძა და იქვე აშენდა სასტუდიო - სააპარატო ბლოკი 50 კვ.მ ფართობის სტუდიით, ერთი სასტუ-დიო და ორი კინოარხით.

პირველი გადაცემა ეთერში გავიდა 1956 წლის 30 დეკემბერს, 20:00 საათზე. 1957 წლის 25 აგვისტოს თბილისის "დინამოს" სტადიონზე პირველად ამუშავდა მოძრავი სატე-ლევიზიო სადგური და დაიწყო ფეხბურთის მატჩის რეპორტაჟები.

ტელევიზიის არსებობის პირველივე წლებიდან განხორციელდა მნიშვნელოვანი სატელე-ვიზიო დადგმები, რომლებშიც მონაწილეობდნენ დიდი მსახიობები: სერგო ზაქარიაძე, სესილია თაყაიშვილი, ვერიკო ანჯაფარიძე, მედეა ჯაფარიძე, გიორგი გეგეჭკორი, დოდო აბაშიძე და სხვები.

პირველი სატელევიზიო სპექტაკლი დადგეს მიხეილ თუმანიშვილმა, დავით ცხაკაიამ და მერაბ ჯალიაშვილმა. ტელევიზიის ისტორიაში, კომპოზიტორმა ნოდარ გიგაურმა პირველად შექმნა სატელევიზიო ოპერა- „გამზრდელი“.

1961 წელს ტელემაუწყებლობა ყოველდღიური გახდა.

1964 წელს აშენდა მაგისტრალური რადიოსარელეო ხაზი - "მოსკოვი-თბილისი". 1965 წლისთვის საქართველოს მოსახლეობის ნახევარზე მეტი იღებდა ტელეგადაცემებს. განსაკუთრებით მიმზიდველი გახდა გადაცემები ფერად მაუწყებლობაზე გადასვლის შემდეგ. თბილისში ის 1965 წლის ნოემბერში დაინერგა.

1971 წლიდან მეექვსე მეტრულ დიაპაზონზე დაიწყო საქართველოს ტელევიზიის მე-2 პროგრამის გადაცემები, სადაც სასწავლო-სამეცნიერო გადაცემები მზადდებოდა.

1991 წლის 16 სექტემბერს, ქვეყანაში შექმნილი პოლიტიკუ-რი ვითარების გამო არხის მაუწყ-ებლობა შეწყდა.

1992 წლის პირველ აპ-რილს „მეორე არხის“ მაუწყებ-ლობა აღდგა. იმ დღიდან, ყოველდღე 19:00 23:00 საათამდე განახლებული და მრავალფერო-ვანი პროგრამით გადიოდა ეთერში. 1993 წლის პირველ ივლისს მე-2 არხზე საინფორ-მაციო გადაცემები დაიწყო. 1999 წლიდან - „მეორე არხს“ შეუმ-ცირდა დაფინანსება და 2001 წლიდან მექანიკურ მაუწყებლად გადაიქცა.



ნახ. 3.2.30. ტელეანძა თბილისში (სიმაღლე 274,5 მეტრი)

2001 წლის სექტემბრიდან საქართველოს სახელმწიფო მაუწყებლობამ გახსნა საინფორმაციო რესურსი ინტერნეტში.

2010 წლის თებერვლიდან - „მეორე არხი“ საპარლამენტო, საზოგადოებრივ-პოლიტიკურ არხად გარდაიქმნა.

2005 წლის იანვარში ძალაში შევიდა კანონი „მაუწყებლობის შესახებ“, რამაც სათავე დაუდო საზოგადოებრივი მაუწყებლის ჩამოყალიბებას.

2006 წლიდან საზოგადოებრივი მაუწყებლის ეთერში 17 ახალი სატელევიზიო და 15 რადიოპროექტი გავიდა. საზოგადოებრივი მაუწყებელი აერთიანებს ტელეარხებს: „პირველი არხი“, „მეორე არხი“ (1991 წლიდან), "პირველი კავკასიური / Первый Кавказский" (მაუწყებლობა 2010-2012 წ.წ.), ასევე რადიოარხებს - საქართველოს რადიო-პირველი არხი FM 102.4 (1925 წლიდან) და რადიო ორი - ქართული რადიო FM 100.9 (1995 წლიდან).

### 3.3. კავშირგაბმულობის თანამედროვე საშუალებები. კავშირის ხაზები

კავშირგაბმულობის თანამედროვე საშუალებებს განეკუთვნებიან საკაბელო კავშირგაბმულობის ელექტრული და ოპტიკური, ფაქსიმილური, ოპტიკურ-ბოჭკოვანი საშუალებები. ასევე უსადენო კავშირის საშუალებები: რადიოტელეგრაფი, რადიოსარელეო, თანამგზავრული, პეიჯერული, ფიჭური სატელეფონო, ინტერნეტ-ტელეფონია, თანამგზავრული ციფრული ტელევიზია.

კავშირის ხაზების (არხების) საშუალებით ხდება სიგნალების გადაცემა გამცემიდან მიმღებისათვის. გადასაცემი სიგნალების ბუნებიდან გამომდინარე არსებობს ელექტრული (გამტარებიანი და რადიო), აკუსტიკური და ოპტიკური კავშირის არხები.

უძველეს კავშირის არხებს წარმოადგენს აკუსტიკური და ოპტიკური კავშირის არხები. ადრე ინფორმაციის გადასაცემად გამოიყენებოდა დოლებისა და ზარების ხმა. აკუსტიკური გზით ადამიანის ხმაც გადაიცემოდა, მაგრამ ამ გზით გადაცემის მანძილია მცირე. თურქეთის მეფე კირს (VI საუკუნე ჩვენს წელთაღრიცხვამდე) დასამებული ჰყავდა 30 000 ადამიანი, რომელთაც „მეფის ყურებს“ ეძახდნენ. ისინი ისხდნენ სმენადობის მანძილზე დაშორებულ საყარაულო კომპებზე და გადასცემდნენ მის ბრძანებებს ან მისთვის განკუთვნილ ინფორმაციას. ინფორმაციის გადაცემის ასევე უძველეს საშუალებას წარმოადგენდა სასიგნალო კოცონები.

ჩვენს დროში უმეტესად გავრცელებულია კავშირგაბმულობის ელექტრონული არხები. ესაა ტექნიკური მოწყობილობების ერთობლიობა, რომელთა საშუალებითაც ხდება მონაცემების გადაცემა გადამცემიდან მიმღებისათვის. ამ შემთხვევაში ინფორმაციის გადატანა ხდება ელექტრული სიგნალების საშუალებით. კავშირგაბმულობის ასეთ არხებს განეკუთვნება: სატელეფონო, სატელეგრაფო, ფაქსიმილური, ტელემექანიკური მონაცემების გადაცემა, რადიო, ტელევიზია და ა.შ. კავშირის არხების შემადგენელ ნაწილს წარმოადგენს კავშირის ხაზები – სადენიანი და უსადენო. სადენიანი კავშირგაბმულობა შეიძლება განხორციელებული იქნას როგორც ელექტრულ სადენებში, ასევე ოპტიკურ-ბოჭკოვან არხებშიც. უსადენო კავშირგაბმულობა შეიძლება განხორციელებული იქნას გრძელი, საშუალო, მოკლე და ულტრამოკლე რადიოსიხშირულ დიაპაზონებში, თანამგზავრული კავშირის არხების და კოსმოსური რეტრასლიატორების საშუალებით და ფიჭური კავშირგაბმულობის საშუალებით.

#### 3.3.1. გამტარიანი კავშირის არხები

არსებობს სადენიანი კავშირის არხების სამი სახეობა: საკაბელო, საჰაერო და ოპტიკურ-ბოჭკოვანი.

კავშირის სადენიანი არხები შეიქმნა ელექტრული ტელეგრაფის შექმნასთან ერთად. კავშირის პირველი არხები იყო საკაბელო. პირველი საკაბელო არხები მიწაში იფლობოდა, მაგრამ

ტექნიკური სირთულეებისა და ეკონომიკური მოსაზრებების გამო ისინი მალე შეიცვალა საჰაერო კავშირის არხებით. პირველი გრძელი საჰაერო კავშირის არხი რუსეთში შეიქმნა 1854 წელს სანკტ-პეტერბურგსა და ვარშავას შორის. იგივე საუკუნის 70-იანი წლების დასაწყისში ამუშავდა სატელეგრაფო კავშირის არხი სანკტ-პეტერბურგიდან ვლადიბასტოკამდე. მისი სიგრძე იყო დაახლოებით 10 000 კმ. 1939 წელს ამოქმედდა იმ დროისათვის მსოფლიოში ყველაზე უფრო გრძელი მაღალსიხშირული სატელეფონო მაგისტრალი მოსკოვი-ხაბაროვსკი, რომლის სიგრძეც იყო 8 300 კმ. ჩვეულებრივი საქალაქო სატელეფონო კაბელი შედგება სპილენძის ან ალუმინის წვრილი სადენების კონისაგან. სადენები ერთმანეთისაგან იზოლირებულია და მოქცეულია იზოლირების ერთიან გარსში. კაბელები შედგება გამტარების წყვილების სხვადასხვა რაოდენობისაგან, რომელთაგანაც თითოეული გამოიყენება სატელეფონო სიგნალების გადასაცემად.

1851 წელს, მოსკოვასა და სანკტ-პეტერბურგს შორის სარკინიგზო მიმოსვლასთან ერთად გაყვანილი იქნა რეზინით იზოლირებული სატელეგრაფო კაბელი. პირველი წყალქვეშა საკაბელო კავშირის არხები შექმნილი იქნა 1852 წელს ჩრდილოეთ დვინის ქვეშ, ხოლო 1879 წელს კასპიის ზღვის ქვეშ ბაქოსადა კრასნოდარს შორის. 1866 წელს ექსპლუატაციაში შევიდა სატელეგრაფო კავშირის ტრანსატლანტიკური კავშირის არხი საფრანგეთსა და აშშ-ს შორის.

1882-1884 წლებში ექსპლუატაციაში შევიდა სანკტ-პეტერბურგის, რიგის, ოდესის საქალაქო სატელეფონო კავშირის არხები. იმავე საუკუნის 90-იანი წლებში საქალაქო სატელეფონო ქსელში გამოყენებული იქნა პირველი საჰაერო საკაბელო კავშირები 54 ღეროიანი კაბელებით. 1901 წელს კი დაიწყო საქალაქო მიწისქვეშა სატელეფონო ქსელის აგება.

XX საუკუნის დასაწყისში საკაბელო კავშირის პირველი კონსტრუქციების აგებამ უზრუნველყო სატელეფონო გადაცემები მოკლე მანძილზე. ეს იყო საქალაქო სატელეფონო საჰაერო კავშირის არხები ხაზების წყვილების ქალაქის იზოლაციით. 1900-1902 წლებში სატელეგრაფო და სატელეფონო კავშირის არხებით მონაცემების გადაცემის მანძილი გაზრდილი იქნა რამდენჯერმე.

კავშირგაბმულობის განვითარების მნიშვნელოვან ეტაპად აღიარებული იქნა 1912-1913 წლებში ელექტრონული მილაკის შექმნა.

1930 წლიდან დაიწყო მონაცემების მრავალარხიანი გადაცემის განვითარება. გადასაცემი სიხშირეების სპექტრის და კავშირის არხების გამტარუნარიანობის გაზრდის მოთხოვნილებამ მიგვიყვანა კავშირის არხების ახალი სახეობის – კოაქსიალური კავშირის არხების შექმნის საჭიროებაამდე. ისინი გამოიყენება მაღალსიხშირული სატელევიზიო სიგნალების გადასაცემად, ასევე საქალაქთაშორისო კავშირგაბმულობისათვის. მასში ერთ გამტარად გამოიყენება სპილენძის ან ალუმინის გარსი, ხოლო მეორე გამტარად კი გამოიყენება მასში მოთავსებული სპილენძის გამტარი. ისინი ერთმანეთისაგან იზოლირებულია. ასეთ კაბელს გააჩნია მცირე განაკარგები, თითქმის არ გამოასხივებენ ელექტრომაგნიტურ ტალღებს და არ ქმნიან შეფერხების სიგნალებს. კოაქსიალური კაბელების გამომგონებელია საყოველთაოდ ცნობილი ფირმის Bell Telephone Laboratories თანამშრომელი საბჭოთა კავშირიდან ემიგრირებული სერგეი შელკუნოვი. პირველი კოაქსიალური კაბელი გაყვანილი იქნა 1936 წელს ექსპერიმენტალურ არხზე ნიო-იორკსა და ფილადელფიას შორის, კაბელში ერთდროულად გადაიცემოდა 224 სატელეფონო საუბარი.

ამ კაბელების საშუალებით შესაძლებელი იყო სიგნალების გადაცემა რამდენიმე მილიონი ჰერცის სიხშირით და იძლეოდნენ დიდ მანძილზე სატელევიზიო პროგრამების გადაცემის საშუალებას. ასეთი სახის ტრანსატლანტიკური წყალქვეშა კავშირის არხები გაყვანილი იქნა 1856 წელს და მათი საშუალებით ხორციელდებოდა მხოლოდ სატელეგრაფო კავშირგაბმულობა. მხოლოდ 100 წლის შემდეგ, 1956 წელს, აგებული იქნა პირველი



ტრანსატლანტიკური მაგისტრალი ევროპასა და ამერიკას შორის მრავალარხიანი სატელეფონო კავშირგაბმულობისათვის.

### 3.3.2. ფაქსმილური კავშირგაბმულობა

ფაქსმილური ანუ ფოტოსატელეგრაფო კავშირგაბმულობა ეს არის გრაფიკული ინფორმაციის ელექტრული გადაცემის სახეობა. გადაცემა ხდება ფაქსმილური აპარატების, ტელეფაქსების, საშუალებით, გადაცემა ძირითადად ხდება კავშირგაბმულობის სატელეფონო არხების საშუალებით.

პირველი ტელეფაქსი დაპატენტებული იქნა შოტლანდიელი გამომგონებლის ალექსანდრე ბეინის მიერ 1843 წელს. მისი „ჩამწერი ტელეგრაფი“ მოქმედებდა კავშირგაბმულობის სატელეგრაფო არხებზე და შეეძლო შავთეთრი გამოსახულებების გადაცემა ნახევარტონების გადაცემის გარეშე.

1855 წელს ჯოვანი კასელიმ გამოიგონა აპარატი პანტელეგრაფი (Pantelegraph), რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იყო დოკუმენტების გადაცემა კავშირის არხებში, რომლებიც ერთმანეთს აკავშირებდა პარიზსა და ლიონს. შემდგომში ამ ქალაქებს მიუერთდა კიდევ ბევრი ქალაქი. XX საუკუნის 30-იან წლებში ალექსანდრე ბეილისა და ჯოვანი კასტელის პრინციპებზე აგებული კავშირის არხების საფუძველზე მოქმედებდა კავშირგაბმულობის საშუალებები საგამომცემლო ოფისებს შორის (გაზეთების ახალი ნომრების გაცვლისათვის), სახელმწიფო სამსახურებს შორის (სასწრაფო დოკუმენტების გაცვლისათვის), მართლწესრიგის დაცვის სამსახურებს შორის (სურათებისა და სხვა გრაფიკული მასალების გადაცემისათვის). დოკუმენტების გადაცემისათვის გამოიყენებოდა ანალოგური ტექნოლოგიები, რომელთა საშუალებითაც შეუძლებელი იყო სათანადო ხარისხის უზრუნველყოფა. და მხოლოდ XX საუკუნის 80-იან წლებში, ციფრული ტექნოლოგიების დანერგვის შედეგად გახდა შესაძლებელი სატელეფონო კავშირის არხების გამოყენებით მაღალი ხარისხის მიღება არა მარტო ტექსტური დოკუმენტების, არამედ გრაფიკული გამოსახულებების მიღებისთვისაც.

### 3.3.3. ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირის არხები

მონაცემების გადაცემის არხებად ძირითადად გამოიყენება სატელეფონო კავშირის არხები და სატელევიზიო კაბელები. ყველაზე უფრო მეტად გავრცელებულია სადენიანი სატელეფონო კავშირის არხები. მაგრამ, კავშირგაბმულობის ამ სახეობას აასიათებს შემდეგი უარყოფითი მხარეები: დიდ მანძილებზე გადაცემისას ნაკლებადაა დაცული შეფერხების სიგნალებისაგან და დაბალი გამტარუნარიანობა. ასეთი ნაკლოვანებებისაგან სრულიად თავისუფალია ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირის არხები, სადაც ინფორმაციის გადაცემა ხდება ოპტიკურ დიელექტრიკულ გამტარში.

ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირის არხი ითვლება ყველაზე სრულყოფილ კავშირის არხად მონაცემების დიდი ნაკადების დიდ მანძილზე გადასაცემად. ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირის არხები დამზადებულია კვარცისაგან, რომლის საფუძველსაც წარმოადგენს სილიციუმის ორჟანგი – ფართოდ გავრცელებული და იაფი მასალა, სპილენძისაგან განსხვავებით. ოპტიკური ბოჭკო ძალიან კომპაქტური და მსუბუქია, მისი დიამეტრი წარმოადგენს 100 მკმ-ს.

ოპტიკური ბოჭკო — [მინის](#) ან [პლასტიკის](#) მაფია, რომელსაც სინათლის გადასატანად იყენებენ [სრული შინაგანი არეკვლის](#) მეშვეობით. შინაგანი არეკვლა მიიღწევა მაღალი გარდატეხის მაჩვენებლიანი ოპტიკური გულისა და შედარებით დაბალი გარდატეხის მაჩვენებლიანი ოპტიკური გარსით. ასეთი თანაფარდობა რაღაც კუთხით დაცემული სხივი განიცდის [სრულ შინაგან არეკვლას](#) და ვრცელდება გულში. ასეთი

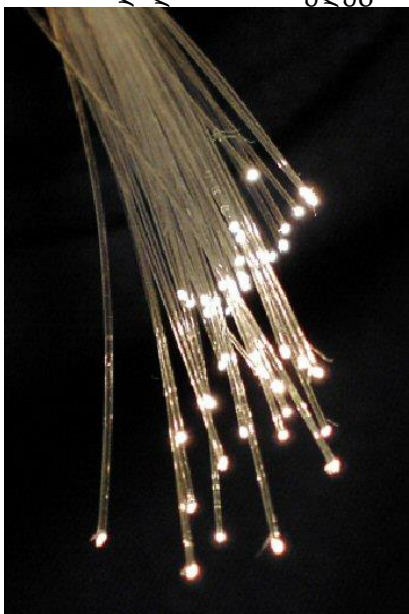
მრავალჯერადი არეკვლებით სხივგამტარის ერთი ბოლოდან მეორე ბოლომდე ვრცელდება სხივი..

ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირის არხების გამოყენების ისტორია იწყება 1965–1967 წლებიდან, როდესაც პირველად შეიქმნა ასეთი კავშირის არხის საცდელი ნიმუში. 1970 წლიდან უკვე აქტიურა მიმდინარეობდა სამუშაოები ოპტიკური კავშირის არხების დასანერგად, რომლებშიც გამოიყენებოდა სინათლის დიაპაზონის ინფრაწითელი და ხილული დიაპაზონები. ბოჭკოვანი გამტარისა და ნახევარგამტარული ლაზერის შექმნამ ძალიან დდაჩქარა ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირის არხების გავრცელება. 1980-იანი წლების დასაწყისისათვის კავშირის ასეთი არხები უკვე გამოცდილი და დანერგილი იყო სატელეფონო ქსელში, საკაბელო ტელევიზიაში, გამოთვლით ტექნიკაში, ტექნოლოგიური პროცესების მართვისა და კონტროლის სისტემებში და ა.შ.

ოპტიკურ-ბოჭკოვან კავშირის არხებში გადამცემების პირველი თაობის დანერგვა მოხდა 1975 წლიდან. ახლა გამოყენებაშია ასეთი აპარატურის უკვე მეოთხე თაობა. ახლა სწრაფად ვითარდება ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირის არხები მონაცემების დიდ მანძილებზე გადასაცემად. ამჟამად ექსპლუატაციაშია კავშირის ტრანსატლანტიკური არხი აშშ-ევროპა და წყნატი ოკეანის არხი აშშ-ჰავაის კუნძულები-იაპონია.

კავშირის ტრადიციულ არხებთან შედარებით ოპტიკურ-ბოჭკოვან კავშირის არხებს გააჩნიათ შემდეგი უპირატესობები:

- ინფორმაციის გადაცემის ძალიან მაღალი სიჩქარე (100 კმ მანძილზე რეტრანსლიაციის გარეშე);
- გადაცემული მონაცემების დაცულობა არასანქციონირებული შეღწევისაგან;
- ელექტრომაგნიტური შეფერხებებისაგან მაღალი დაცულობა;
- აგრესიული გარემოებისადმი მდგრადობა;
- ერთ ბოჭკოში შესაძლებელი 10 მილიონამდე სატელეფონო საუბრისა და ერთ მილიონამდე ვიდე სიგნალის გადაცემა;
- ბოჭკოს მოქნილობა, მცირე გაბარიტები და მასა;
- მაღალი ხანძარმედეგობა;



ნახ. 3.3.1. ოპტიკური ბოჭკოები

- დაბალი ფასი, მონტაჟისა და ექსპლუატაციის სიმარტივე. დაბალი თვითღირებულება;
- მაღალი სიციცხლის ხანგრძლივობა – 25 წლამდე.

ამჟამად კონტინენტებს შორის ინფორმაციის გაცვლა ძირითადად ხდება წყალქვეშა ოპტიკურ-ბოჭკოვანი კავშირის არხების საშუალებით. კავშირის ასეთი არხების განვითარების მთავარი მამოძრავებელი ძალაა ინტერნეტი.

უკვე 150 წელია რაც არსებობს წყალქვეშა კავშირის არხები. პირველი წყალქვეშა არხი ლა-მანშზე გაიყვანა ინგლისელმა ინჟინერმა ბრეტმა 1851 წელს. ამ არხით ინგლისის სატელეგრაფო სისტემა დაკავშირებული იქნა კონტინენტალურ ევროპასთან. ეს შესაძლებელი გახდა გუტაპერჩის გამოყენებამ, რომლის საშუალებითაც ხდებოდა დენის გამტარი მავთულების იზოლირება ზღვაში.

1857–1858 წლებში ამერიკელმა ბიზნესმენმა საირუს ფილდმა დაამუშავა ევროპისა და ჩრდილოეთ ამერიკის სატელეგრაფო სისტემების ერთმანეთთან დაკავშირების პროექტი და განახორციელა კაბელის გაყვანა ატლანტის ოკეანის ფსკერ-

ზე. უამრავი ტექნიკური და ფინანსური სირთულეების მიუხედავად 1866 წლიდან სატელეგრა-

ფო არხმა დაიწყო სტაბილური მუშაობა. მაშინ ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარე იყო 17 სიტყვა წუთში. 1956 წელს გაყვანილი იქნა პირველი სატელეფონო კოაქსიალური კაბელი. შემდეგ წლებში კიდევ იქნა გაყვანილი რამდენიმე ასეთი არხი, რათა სრულად დაეკმაყოფილებინათ ევროპასა და ამერიკას შორის ინფორმაციის გაცვლის მოთხოვნილება.

1988–1989 წლებში გაყვანილი იქნა პირველი ოპტიკურ–ბოჭკოვანი კავშირის არხები ატლანტისა და წყნარი ოკეანის ფსკერზე. მათში შუქგამტარების წყვილში მონაცემების გადაცემის სიჩქარე იყო 280 Mბიტი/წმ. რეტრანსლიატორებად გამოტენებული იყო ელექტრონული გამამლიერებელი რეტრანსლიატორები. შემდეგში სიჩქარე თანდათან გაზრდილი იქნა 2,5 Gბიტამდე წამში. რეტრანსლიატორებად კი ახლა გამოიყენება ერბიუმის ბოჭკოვანი გამამლიერებლები. 1990–იან წლებში გაყვანილი იქნა 350 000 კმ ოპტიკური კაბელი, რომლის საშუალებითაც ერთმანეთთან დაკავშირებული იქნა მსოფლიოს 70 ქვეყანაზე მეტი.

ოპტიკურ–ბოჭკოვანი ტექნოლოგიების განვითარება [საქართველოში](#) დიდწილად კავკასუს ონლაინს უკავშირდება: ტექნოლოგიური ევოლუციის სხვადასხვა ეტაპზე ბაზარზე მოქმედი მთავარი მოთამაშეები Sanet და Georgia Online (dial up ტექნოლოგია), Caucasus Network (dsl ტექნოლოგია) და Telenet (fixed wireless ტექნოლოგია) 2008 წელს „კავკასუს ონლაინის“ ბრენდის ქვეშ გაერთიანდნენ.

„კავკასუს ონლაინი“ პირველი და ერთადერთი ქართული კომპანიაა, რომელმაც [საქართველო](#) ევროპასთან დააკავშირა საკუთარი 1200 კილომეტრიანი ოპტიკურ ბოჭკოვანი კაბელით. კაბელი 2008 წელს შავი ზღვის ფსკერზე ჩაიდო და მას შემდეგ კომპანია მომხმარებელს მაღალხარისხიან ინტერნეტს ევროპიდან პირდაპირი, უმოკლესი გზით საკუთარი მაგისტრალური კაბელით აწვდის. საკუთარი ოპტიკური კაბელი ევროპამდე „კავკასუს ონლაინის“ ინტერნეტის სისწრაფეს და ინტერნეტ ტექნოლოგიაზე დაფუძნებული სერვისების მაღალ ხარისხს განსაზღვრავს.

დღესდღეობით, „კავკასუს ონლაინი“ როგორც ადგილობრივი, ისე რეგიონული მასშტაბით სატელეკომუნიკაციო ბაზრის მნიშვნელოვანი მოთამაშეა, რომელსაც მთლიანობაში ევროპიდან კასპიის რეგიონის ჩათვლით 3000 კმ-ზე მეტი საკუთარი ოპტიკურ–ბოჭკოვანი ინფრასტრუქტურა აქვს, ასევე რამდენიმე ფიზიკური და ვირტუალური დაშვების წერტილი (POP) ფრანკფურტში, ლონდონში, ბუდაპეშტში, ამსტერდამში, სოფიაში, კიევში.

კომპანია ოპერირებს არა მარტო [საქართველოში](#), არამედ უპირობო ლიდერია სამხრეთ კავკასიის რეგიონში: სომხეთში „კავკასუს ონლაინი“ ინტერნეტის მიწოდების 85%-ს, აზერბაიჯანში — 50%-ს, ხოლო [საქართველოში](#) 55%-ს უზრუნველყოფს.

### 3.3.4. უსადენო კავშირის სისტემა

უსადენო კავშირის დამყარება ხდება რადიოარხების საშუალებით. პირველი უსადენო კავშირი – რადიოტელეგრაფი (მაში მას „უსადენო ტელეგრაფს“ უწოდებდნენ) გამოიგონა ა.ს. პოპოვმა და შემდეგ განავითარა გ. მარკონიმ. რადიომაუწყებლობის შექმნაში მნიშვნელოვანი როლი წვლილი თეიტანეს ფ. ბრაუნის, ლი დე ფორსეტის, ა.მაისნერის და ე.არმსტრონგის გამოგონებებმა. რადის განვითარების შესახებ წინა თავში იყო საუბარი.

### რადიოსარელეო კავშირი

რადიოსარელეო კავშირი პირველად გამოიყენებოდა სატელეფონო კავშირში მრავალარხიანი ხაზების შესაქმნელად, რომლებშიც მონაცემები გადაიცემოდა ანალოგური სიგნალების სახით. პირველი ასეთი ხაზი შეიქმნა აშშ-ში 1935 წელს. მისი სიგრძე იყო 200 კმ და მოიცავდა 5 სატელეფონო არხს და ერთმანეთს დაუკავშირა ნიუ–იორკი და ფილადელფია.



1950–იან წლებში შეიქმნა მრავალარხიანი რადისარელეო სადგურები, რომლებშიც გამოიყენებოდა ზემალალი სიხშირეების დიაპაზონი და არხებს შორის სიხშირული და/ან დროითი დაყოფის მეთოდები. 1970–იანი წლების დასაწყისისათვის განვითარებულ ქვეყნებში შექმნილი იყო მრავალარხიანი რადისარელეო ხაზების მჭიდრო ქსელი. თითოეულ ხაზში გაერთიანებული იყო რამდენიმე ათასი არხი.

უკანასკნელ ათწლეულებში დიდი მოთხოვნილებაა მონაცემების ციფრულ ფორმატში გადაცემაზე, რამაც განაპირობა გადაცემის ციფრული სისტემების შექმნა.

### თანამგზავრული კავშირი და ნავიგაცია

კოსმოსური ანუ თანამგზავრული კავშირი არსებითად წარმოადგენს რადისარელეო კავშირის ნაირსახეობას, მაგრამ განსხვავდება მისგან იმით, რომ მისი რეტრანსლიატორები განლაგებულია არა დედამიწის ზედაპირზე, არამედ თანამგზავრებზე კოსმოსურ სივრცეში.

1965 წელს საბჭოთა კავშირში გაშვებული იქნა კავშირგაბმულობის პირველი თანამგზავრი „მოლნია 1“. შემდეგში შექმნილი იქნა კოსმოსური კავშირის სიტემა „ორბიტა“. ეს სისტემა აერთიანებს დედამიწაზე განლაგებულ სადგურებსა და „მოლნიას“, „რადუგას“, „გორიზონტ“ ხელოვნურ თანამგზავრებს. რუსეთის ტერიტორიაზე განთავსებულია 100–მდე ასეთი სადგური. თანამგზავრების საშუალებით გადაიცემა სატელეგრაფო შეტყობინებები, სატელეფონო საუბრები, სატელევიზიო და ფოტოგამოსახულებები ყველა კონტინენტის ქვეყნებში. თანამგზავრი „მოლნია“ დედამიწის ირგვლივ ბრუნავს ელიფსის ფორმის ორბიტაზე. ამიტომ, მისგან ინფორმაციის მისაღებად დედამიწაზე მდებარე მიმღები სადგურების ნტენები მუდმივად უნდა ბრუნავდნენ. გაცილებით მარტივადაა საქმე წრიულ ორბიტაზე მბრუნავ თანამგზავრებთან. მათი ორბიტა მდებარეობს ეკვატორულ სიბრტყეში დედამიწიდან 3 600 კმ–ის სიმაღლეზე და მათი ბრუნვის პერიოდი 24 საათია. ამიტომ, დედამიწაზე მყოფ დამკვირვებელს ეჩვენება, რომ ხელოვნური თანამგზავრი ერთ წერტილშია უზრავად დაკიდებული. სამი ასეთი თანამგზავრი საკმარისია მთელი დედამიწის კავშირგაბმულობის უზრუნველსაყოფად. ორბიტაზე უკვე გაყვანილია კავშირგაბმულობის „რადუგა“ და სატელემაუწყებლო „ეკრანი“ თანამგზავრები. მათგან სიგნალების მისაღებად არაა საჭირო რთული მიმღები სადგურები. ამ თანამგზავრებიდან სატელევიზიო გადაცემების მიღება შესაძლებელია მარტივი კოლექტიური და ინდივიდუალური ანტენების საშუალებით.

უკვე შექმნილია საერთაშორისო თანამგზავრული სისტემა ეკიპაჟების გადასარჩენად, რომლებმაც უბედური შემთხვევა განიცადეს. საერთაშორისო კოსმოსური სისტემა „ინმარსატ“ სატელეგრაფო და სატელეფონო კავშირით უზრუნველყოფს ხომალდებს დედამიწის ყოველ წერტილში.

1980–იან წლებში დაიწყო პერსონალური თანამგზავრული კავშირის განვითარება. XXI საუკუნის დასაწყისში მისი აბონენტების რაოდენობა რამდენიმე მილიონ ადამიანს შეადგენდა და ეს რაოდენობა მუდმივად იზრდება. მოხდება თანამგზავრული სისტემებისა და დედამიწის სადგურების ერთიან სისტემად გაერთიანება და შეიქმნება ერთიანი გლობალური პერსონალური კავშირის სისტემა. ყოველ აბონენტთან შესაძლებელი იქნება წვდომა მისი სატელეფონო ნომრის აკრფით, მიუხედავად დედამიწაზე მისი ადგილმდებარეობისა. სწორედ ამაში მდგომარეობს თანამგზავრული კავშირის უპირატესობა ფიქტურ კავშირგაბმულობასთან შედარებით. გარდა ამისა, თანამგზავრული კავშირგაბმულობის საშუალებით შესაძლებელია მისი აბონენტების ადგილმდებარეობის დადგენა.

თანამგზავრული ტელეფონი უშუალოდ უკავშირდება ორბიტაზე მყოფ თანამგზავრს. თანამგზავრიდან სიგნალი გადაეცემა დედამიწაზე მდებარე სადგურს, ხოლო იქედან კი შედის ჩვეულებრივ სატელეფონო ქსელში. დედამიწაზე სტაბილური კავშირგაბმულობის მისაღებად საჭირო თანამგზავრების რაოდენობა დამოკიდებულია თანამგზავრების ორბიტის რადიუსზე.



ამჟამად ფუნქციონირებს გლობალური კავშირის სისტემა „ირიდიუმი“. ის აბონენტს საშუალებას აძლევს დედამიწის ნებისმიერ წერტილში ისარგებლოს კავშირგაბმულობით და მუდმივად ჰქონდეს მხოლოდ ერთი ნომერი.

სისტემა შედგება 66 დაბალორბიტის თანამგზავრისაგან. მათი ფრენის სიმაღლეა 780 კმ დედამიწის ზედაპირიდან. სისტემა უზრუნველყოფს სიგნალების მიღებასა და გადაცემას მობილური ტელეფონებიდან. თანამგზავრზე მიღებული სიგნალი გადაეცემა ერთი თანამგზავრიდან მეორეს და ა.შ. ვიდრე არ მიაღწევს საჭირო თანამგზავრს. ამგვარად მიიღება კავშირის მაღალი ხარისხი.

პერსონალური თანამგზავრული კავშირგაბმულობის ძირითად ნაკლს წარმოადგენს მისი სიძვირე ფიჭურ კავშირგაბმულობასთან შედარებით. გარდა ამისა, თანამგზავრული კავშირის სატელეფონო აპარატში ჩადგმულია გაცილებით უფრო მძლავრი გადამცემი და მისი მუშაობა სახიფათოა ჯამრთელობისათვის.

თანამგზავრული კავშირგაბმულობის სისტემა „ინმარსატი“ წარმოადგენს საიმედო სისტემას. ის შექმნილია დაახლოებით 20 წლის წინათ. ზომით თანამედროვე თანამგზავრული ტელეფონი 1980–1990-იან წლებში გამოშვებული მობილური ტელეფონების ზომისაა. თანამგზავრულ ტელეფონს აქვს სახურავი, რომელიც იმავდროულად ანტენასაც წარმოადგენს. ტელეფონის ეკრანზე ჩანს მიღებული სიგნალის დონე. ანტენის შემობრუნებით მიღწეული უნდა იქნას სიგნალის მიღების მაღალი ხარისხი. თანამგზავრული ტელეფონები ძირითადად გამოიყენება გემებზე, მატარებლებზე, სასაფრეო ავტობუსებსა და სატვირთო მანქანებზე. ასეთი ტელეფონების ფასიც მეტია და სალაპარაკი დროის ღირებულებაც მობილურ ტელეფონებთან შედარებით.



ნახ. 3.3.2. თანამგზავრული ტელეფონი

### თანამგზავრული ციფრული ტელევიზია

კოსმონავტიკისა და ციფრული ტექნიკის სწრაფი განვითარების შედეგად ჩამოყალიბდა ახალი სახეობა, თანამგზავრული ციფრული ტელევიზია. მის ღირსებას წარმოადგენს აბონენტისათვის თანამგზავრიდან სიგნალების პირდაპირი მიღების შესაძლებლობა. ეს მას საშუალებას აძლევს სახლის ანტენის საშუალებით მიიღოს სატელევიზიო პროგრამების დიდი რაოდენობა.

ციფრული ტელევიზია წარმოადგენს თანამედროვე ანალოგური ტელევიზიის ალტერნატივას. ის იძლევა იდეალური „ციფრული“ ფორმატით დიდი რაოდენობით სატელევიზიო პროგრამების მიღების და გადაცემის საშუალებას. ახლა განვმარტოთ თუ რას ნიშნავს ეს „ციფრული“ ხარისხი. ანალოგურ ტელევიზიაში სატელევიზიო პროგრამების ხარისხი დამოკიდებულია მიღებული სიგნალის დონეზე და სიგნალი/ხმაურის დონის შეფარდებაზე, ანუ ის მნიშვნელოვნად დამოკიდებულია შეფერხებების სიგნალების დონეზე. ციფრულ ტელევიზიაში სატელევიზიო პროგრამების ხარისხი უცვლელია და ყოველთვის მაღალია. ამისათვის საჭიროა, რომ მისაღები სიგნალის აჭარბებდეს ზღურბლოური სიგნალის დონეს. როგორც კი მოხდება ზღურბლის ამ დონის გადალახვა, სატელევიზიო პროგრამების მიღება ხდება მუდმივი ხარისხით, რომელიც არაა დამოკიდებული შეფერხების სიგნალების დონეზე და დამოკიდებულია

მხოლოდ გადაცემული ვიდეომასალის ხარისხზე და ციფრული ვიდეომასალის ნაკადის გადაცემის სიჩქარეზე. მისი გადაცემა შესაძლებელია თანამგზავრული, საკაბელო და საეთერო კავშირის არხებით. ამჟამად, ყველაზე მეტად გავრცელებულია თანამგზავრული ციფრული ტელევიზია. ციფრულმა ტელევიზიამ, გამოჩენისთანავე ძალიან სწრაფად ჩაანაცვლა ანალოგური ტელევიზია. ეს აიხსნება მისი არა მრტო მაღალი ხარისხით, არამედ დაბალი ფასითაც.

### **პეიჯერული კავშირი**

პეიჯერული კავშირი ეს არის რადიოსატელეფონო კავშირის ნაირსახეობა, რომლის დროსაც ხდება აბონენტის ტექსტის რადიო არხების საშუალებით გადაცემა და მიღება პეიჯერის საშუალებით, რომელიც წარმოადგენს რადიომიმღებს თხევადკრიტალიანი დისპლევით და მასზე ხდება ანბანურ-ციფრული ტექსტების გამოტანა. პეიჯერი ეს არის კავშირის ერთმხრივი საშუალება, რომელზეც ხდება შეტყობინებების მხოლოდ მიღება.

პეიჯერული კავშირის ისტორია იწყება ინგლისში, 1950-იან წლებში. პირველი ასეთი მოწყობილობა დამზადებული იქნა 1956 წელს. აბონენტების რაოდენობა არ აღემატებოდა 57-ს. აბონენტი, როდესაც მიიღებდა ტონალურ სიგნალს, მოწყობილობა უნდა მიეტანა ყურთან და ხმოვანი ფორმით უნდა მიეღო შეტყობინება, რომელსაც დისპეჩერი გადმოსცემდა. ინგლისში პირველი ქსელის მომხმარებლები გახდნენ ექიმები. იმ დროს არსებულ ქსელებს დააჩნდათ ადგილობრივი დანიშნულება და ემსახურებოდნენ ადგილობრივი სამსახურების ინტერესებს. მათ შორის ყველაზე მნიშვნელოვანი იყო აეროპორტების სამსახურები. მსგავსი ქსელები არსებობს დღესაც. პეიჯერული კავშირის ინტენსიური გამოყენება დაიწყო აშშ-ში 1970-იანი წლების ბოლოს. მას შემდეგ მოხდა პეიჯერული კავშირის სწრაფი განვითარება აშშ-სა და ევროპის ქვეყნებში.

პირველი პეიჯერები წარმოადგენდნენ სიხშირულ-მოდულირებული სიგნალების მარტივ მიმღებს. ისინი მოიცავდნენ კონტურებს, რომელთა საშუალებითაც ხდებოდა დაბალსიხშირული ტონალური სიგნალების (ტონები) მიყურედება. ამ ტონების მიღების შედეგად მოწყობილობა გამოსცემდა ხმოვან სიგნალებს. ამიტომ, ასეთ პეიჯერებს უწოდებდნენ ტონალურ პეიჯერებს.

ციფრულ სისტემებზე გადასვლა გარდაუვალი იყო. ტონალური კოდირება არ შეესაბამებოდა სიმბოლურ-ციფრული შეტყობინებების გადაცემის ფორმატს. 2000-იანი წლების ბოლოს ევროპულ ქვეყნებში პეიჯერების მფლობელთა რაოდენობამ გადააჭარბა 20 მილიონს.

1990 წლებში დაიწყო პეიჯინგის საწრაფი განვითარება, მაგრამ მხოლოდ იმ ვიდრე არ გამოჩნდა ფიჭური ტელეფონები, ანუ ორხრივი კავშირგაბმულობის საშუალება. მართალია გამოგონებული იქნა ტვეიჯერი – პეიჯერი შეტყობინებების გაგზავნის უფრო იაფი ალბათობით ვიდრე ფიჭური ტელეფონი. მაგრამ, მას არ შეეძლო კონკურეციის გაწევა ფიჭურ ტელეფონთან, რომელიც ახორციელებდა ორმხრივ მიმართულ ხმოვან კავშირს. ამიტომ, ფიჭური კავშირგაბმულობის დაწყებიდან მოხდა პეიჯერული კავშირის განვითარების შეჩერება.

### **მობილური ფიჭური კავშირგაბმულობა**

კავშირის სახეობას მობილურს უწოდებენ იმ შემთხვევაში, თუ ინფორმაციის გადამცემი, ან მიმღები, ან ორივე ერთად სივრცეში გადაადგილდებიან. კავშირგაბმულობის ასეთი სახეობის პირველი წარმომადგენელი იყო რადიოკავშირი. თავდაპირველად რადიო სწორედ ასეთი დანიშნულებით გამოიყენებოდა. რადიომიმღებებს ამონტაჟებდნენ გემებზე და სხვა მოძრავ ობიექტებზე.

დიდი ხნის განმავლობაში ორ აბონენტს შორის ინდივიდუალური რადიოკავშირისათვის საჭირო იყო საკუთარი რადიოარხი – რადიოსიხშირე. ბევრ აბონენტს შორის ერთდროული რადიოკავშირის ორგანიზებისათვის საჭიროა აბონენტების ყოველი წყვილისათვის საკუთარი

რადიოარხის – რადიოსიხშირის ზოლის გამოყოფა. მაგრამ, ასეთი სიხშირეები საჭირო იყო რადიომაუწყებლობისათვის, ტელევიზიისათვის, რადიოლოკაციისათვის, რადიონავიგაციისათვის და კიდევ მრავალი სხვა დანიშნულებისათვის. ამიტომ, რადიოკავშირისათვის არხების რაოდენობა შეზღუდული იყო. ასეთი რადიოარხების გამოყენება ხდებოდა უკიდურესი საჭიროების შემთხვევაში: სამხედრო მიზნებისათვის, სასწრაფო დახმარების მანქანებში, პოლიციის მანქანებში, მთავრობის წევრთა მანქანებში. რადიოფიცირებული იყო ტაქსების გარკვეული რაოდენობა და ა.შ. იმისათვის, რომ მობილური კავშირგაბმულობა გამხდარიყო საყოველთაო, საჭირო იყო ახალი იდეა და ორგანიზების ახალი ფორმა. ასეთი იდეა 1947 წელს წამოაყენა ამერიკული კომპანიის Bell Laboratories-ის თანამშრომელმა დ. რინგმა. ეს იდეა შემდეგში მდგომარეობდა: უნდა მომხდარიყო სივრცის დაყოფა პატარა უჯრედებად 1–5 კმ-ის რადიუსით და ეს უჯრედები ერთმანეთისაგან იზოლირებული ინდა ყოფილიყო. ეს იძლეოდა სხვადასხვა უჯრედებში ერთიდაიგივე სიხშირეების გამოყენების საშუალებას. ყოველი უჯრედის ცენტრში განთავსებული უნდა ყოფილიყო საბაზო მიმღებ-გადამცემი რადიოსადგური, რომლის საშუალებითაც მოხდებოდა კავშირის დამყატება აბონენტებს შორის მოცემული უჯრედის ფარგლებში. ყოველ აბონენტს აქვს საკუთარი მიკრორადიოსადგური – „მობილური ტელეფონი“, რომელიც წარმოადგენს ტელეფონის, რადიომიმღებ-გადამცემის და მინიკომპიუტერის კომბინაციას. აბონენტები ერთმანეთს და საქალაქო სატელეფონო ქსელს უკავშირდებიან საბაზო სადგურების საშუალებით.

ყოველ უჯრედს უნდა ემსახურებოდეს საკუთარი საბაზო რადიოგადამცემი მოქმედების შეზღუდული რადიუსით და ფიქსირებული სიხშირით. ეს იძლევა იმის საშუალებას, რომ იგივე სიხშირე გამოყენებული იქნას სახვა უჯრედშიც. საუბრის დროს ფიჭური რადიოტელეფონი საბაზო სადგურთან დაკავშირებულია რადიოარხით, რომელშიც ხდება სატელეფონო საუბრის გადაცემა. უჯრედის ზომა განისაზღვრება კავშირის მაქსიმალური სიგრძით აბონენტსა და საბაზო სადგურს შორის და ის წარმოადგენს უჯრედის რადიუსს.

მობილური ფიჭური კავშირგაბმულობის იდეა მდგომარეობს იმაში, რომ აბონენტი ფიჭის თავისი უჯრედიდან შეიძლება მოხვდეს მეზობელ უჯრედშიც და საერთოდ ფიჭის ნებისმიერ უჯრედში. ამისათვის შექმნილია ანტენა-რეტრანსლიატორების მთელი სისტემა. იმისათვის, რომ კავშირი იყოს სტაბილური, საჭიროა რომ მანძილი ორ მეზობელ ანტენას შორის იყოს მათი მოქმედების რადიუსზე ნაკლები. მობილურმა ტელეფონმა სიგნალები შეიძლება მიიღოს რამდენიმე ანტენა-რეტრანსლიატორისაგან, მაგრამ ის ყოველთვის აეწყობა ყველაზე ძლიერ სიგნალზე.

მობილური ფიჭური კავშირგაბმულობის იდეა ემყარებოდა ასევე აბონენტისაგან მიღებული სატელეფონო სიგნალის კომპიუტერულ კონტროლს, როდესაც ეს სიგნალი ფიჭის ერთი ურედიდან გადადიოდა მეორე უჯრედში. სწორედ კომპიუტერული კონტროლი უზრუნველყოფდა წამის მეათასედ ნაწილებში მობილური ტელეფონის ერთი გადამცემი ანტენიდან მეორეზე გადართვას. ყველაფერი ეს იმდენად სწრაფად ხდება, რომ აბონენტი ვერაფერს ვერ გრძნობს.

მობილური კავშირგაბმულობის ცენტრალურ ნაწილს წარმოადგენს კომპიუტერები. მათი საშუალებით ხდება ფიჭის უჯრედებში აბონენტების მოძიება და მათი სატელეფონო ქსელთან მიერთება. აბონენტი როდესაც გადაადგილდება ფიჭის ერთი უჯრედიდან მეორეში კომპიუტერების საშუალებით ხდება მათი ერთი საბაზო სადგურიდან მეორეზე გადაცემა და უკან დაბრუნებაც, ანუ ხორციელდება როუმინგი (ინგლისური სიტყვიდან „მოგზაურობა“ ან „მომთაბარეობა“).



ნახ. 3.3.3. მარტინ კუპერი პირველი მობილური ტელეფონით

ეს იდეა შექმნილი იყო უკვე XX-ე საუკუნის 40-იან წლებში, მაგრამ მის განხორციელებას აფერხებდა კომპიუტერები. კომპიუტერული ტექნიკის განვითარება ჯერ კიდევ არ იყო იმ დონეზე, რომ შესაძლებელი ყოფილიყო ყოველივე ამის განხორციელება. ეს შესაძლებელი გახდა მხოლოდ ნახევარგამტარული ინტეგრალური სქემების და განსაკუთრებით მიკროპროცესორების შექმნის შემდეგ.

პირველი ფიჭური ტეფონი კილოგრამზე მეტს იწონიდა. პირველი ფიჭური სატელეფონო აპარატი შექმნა მარტინ კუპერმა (ფირმა Motorola, აშშ). მის მიერ შექმნილი აპარატი იწონიდა 1,15 კგ-ს და მისი გაბარიტული ზომები იყო 22,5x12,5x3,75 სმ (ნახ. 3.3.3). წინა პანელზე განთავსებული იყო 12 კლავიში, მათგან 10 ციფრული და გამომახების გაგზავნისა და ლაპარაკის შეწყვეტის კლავიშები. დისპლეი და დამატებითი ფუნქციები მას არ გააჩნდა, რადგან ეს გამოიწვევდა აპარატის წონის გაზრდას. აკუმულატორი უზრუნველყოფდა მუშაობას 35 წუთის განმავლობაში, მაგრამ დამუხტვისათვის

საჭირო იყო 10 საათზე მეტი დრო. ნიუ-იორკში 50-სართულიანი სახლის სახურავზე დამონტაჟებული იყო საბაზო სადგური, რომელსაც შეეძლო 30 აბონენტის მომსახურება და საქალაქო სატელეფონო ქსელთან მიერთება.

პირველად ეს სატელეფონო აპარატი ხელში აიღო მარტინ კუპერმა 1973 წლის 3 აპრილის დილას და აკრიფა კომპანია Bell Laboratories-ის კვლევების განყოფილების გამგის ჯოელ ენგელის ნომერი და წარმოთქვა შემდეგი სიტყვები: „ჯოელ, წარმოიდგინე, რომ გირეკავ მსოფლიოში პირველი ფიჭური ტელეფონიდან. მე ის ხელში მიჭირავს და ამ დროს მივდივარ ნიუ-იორკის ქუჩაზე“. დღეს თანამედროვე ფიჭური სატელეფონო აპარატების წონა შეადგენს 70–100 გრამს და ფუნქციონალურად მათი შესაძლებლობები შეუდარებელია.

1978 წლის ივლისში დაიწყო ფუნქციონირება კომპანიამ Advanced Mobile Phone Service (მობილური ტელეფონების სრულყოფილი კომპანია) ანუ AMPS. 1979 წლის დეკემბერში ტოკიოში მუშაობა დაიწყო ფიჭური კავშირგაბმულობის ქსელმა, რომელიც აერთიანებდა 88 საბაზო სადგურს, ხოლო 1984 წელს ქსელმა მოახდინა მთელი იაპონიის ტერიტორიის დაფარვა.

ევროპაში ფიჭური კავშირგაბმულობის სისტემა სტანდარტით NMT-450 (Nordic Mobile Telephone) პირველად დაინერგა 1981 წელს. სისტემა ფუნქციონირებდა 450 მჰც სიხშირეზე და სისტემაში გაერთიანებული იყო ქვეყნები: შვეცია, ისლანდია, დანია, ნორვეგია, ფინეთი და საუდის არაბეთი. შემდეგში ამ სისტემას მიუერთდა ევროპისა და სამხრეთ აღმოსავლეთი აზიის ქვეყნები. 1985 წელს ამ სტანდარტის საფუძველზე დამუშავებული იქნა სტანდარტი NMT-900, რომელიც მუშაობდა 900 მჰც სიხშირეზე და უზრუნველყოფდა სისტემაში აბონენტების რაოდენობის გაზრდას. მსგავსი სტანდარტები დაინერგა აშშ-ში, საფრანგეთსა და დიდ ბრიტანეთში.

ყველა ეს სტანდარტი იყო ანალოგური და განეკუთვნება ფიჭური კავშირგაბმულობის პირველ თაობას. მათში გამოიყენება ინფორმაციის გადაცემის ანალოგური ფორმა სიხშირული ან ფაზური მოდულაციით, ისევე როგორც ჩვეულებრივ რადიოსადგურებში. ამ მეთოდს გააჩნია ბევრი ნაკლი, რომელთაგანაც უმთავრესია, რომ შესაძლებელია სხვა აბონენტების საუბრის მოსმენა. სიხშირული დიაპაზონების გადატვირთულობა საუბრების დროს იწვევდა შეფერხების სიგნალებს.

1980-იანი წლების ბოლოს დაიწყო ფიჭური კავშირგაბმულობის სისტემების მეორე თაობის სისტემების შექმნა, რომელიც დაფუძნებული იყო სიგნალების ციფრულ გადამუშავებაზე. 1990 წელს შემუშავებული იქნა სტანდარტი GSM-900, რომელიც შემდეგნაირად იმიფრება: Global



System for Mobile Communications. ხოლო 1991 წელს GSM სტანდარტის საფუძველზე შემუშავებული იქნა ახალი სტანდარტი 1800 მჰც დიაპაზონისათვის. მსგავსი სტანდარტები მიღებული იქნა აშშ-ში და იაპონიაში.

აშშ-ში მობილური ტელეფონებით სარგებლობს მოსახლეობის 31 პროცენტი, ხოლო ეს მაჩვენებელი ყველაზე მაღალია ფინეთში – 63,5%. მობილური ტელეფონები განსაკუთრებული პოპულარობით სარგებლობას ახალგაზრდებს შორის.

ფიჭური მობილური კავშირგაბმულობის მნიშვნელოვან უპირატესობას წარმოადგენს კავშირგაბმულობით სარგებლობა საკუთარი ოპერატორის მოქმედების ფარგლებს გარეთ – როუმინგი. ამისათვის მობილური კავშირგაბმულობის სხვადასხვა ოპერატორები ერთმანეთს უთანხმდებიან უჯრედების ერთობლივ მომსახურებაზე. ამის შედეგად, აბონენტი თუ დატოვებს თავისი ოპერატორის მოქმედების ზონას, ავტომატურად გადაერთვება სხვა ოპერატორზე. ამგვარად, ფიჭური კავშირგაბმულობა აბონენტს საშუალებას აძლევს ადრესატს დაუკავშირდეს მსოფლიოს ნებისმიერ ქვეყანაში.

ფიჭური ტელეფონების მწარმოებელი წამყვანი კომპანიები ორიენტირებული არიან ერთიან ევროპულ სტანდარტზე GSM. მათ მიერ წარმოებული სატელეფონო აპარატები სრულყოფილია და აქვთ მცირე ფასი, რადგანაც ამ კომპანიებს აქვთ სატელეფონო აპარატების დიდი რაოდენობით დამზადებისა და გაყიდვის შესაძლებლობა.

ფიჭური სატელეფონო აპარატების შესაძლებლობებს დაემატა კიდევ ერთი მნიშვნელოვანი ფუნქცია მოკლეტექსტური შეტყობინებების სისტემა SMS (Short Message Service). ეს სისტემა იძლევა მოკლეტექსტური შეტყობინებების გაგზავნისა და მიღების შესაძლებლობას დამატებითი მოწყობილობების გამოყენების გარეშე, გამოიყენება მხოლოდ ტელეფონის კლავიატურა და ეკრანი-დისპლეი. SMS შეტყობინებების გამოყენება ძალიან მოსახერხებელია ზოგიერთ შემთხვევაში, მაგალითად, ხმაურიან ადგილებში, ან პირიქით სადაც ხმაური არ შეიძლება. SMS შეტყობინების გაგზავნის ფასი დაბალია და ამიტომ წარმოადგენს პეიჯერული კავშირის თანამედროვე ალტერნატივას. SMS შეტყობინების მაქსიმალური სიგრძე შეიძლება იყოს 160 სიმბოლო. SMS შეტყობინებებით შესაძლებელია განხორციელებული იქნას მომსახურების სხვადასხვა ფორმა, მაგალითად ვალუტის კურსის ან ამინდის შეტყობინება ან კიდევ მრავალი სხვა.

SMS სისტემა დღეს არ წარმოადგენს ტექნიკის უკანასკნელ სიტყვას. თანამედროვე მობილურ ტელეფონებში შემოტანილი იქნა ფუნქცია Chat, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია რეალურ დროში სხვა აბონენტებთან დაკავშირება ისე, როგორც ეს ინტერნეტშია შესაძლებელი, ანუ შესაძლებელია ელექტრონული დიალოგის წარმართვა. მოპასუხეს თუ აღნიშნული ფუნქცია არ გააჩნია, მაშინ ის მობილურ ტელეფონზე მიითებს SMS შეტყობინებებს.



ნახ. 3.3.4. მობილური სატელეფონო აპარატი ერიქსონი

ახლა უკვე შექმნილია მობილური ტელეფონები, რომელთაც შეუძლიათ მაღალსიჩქარიანი ინტერნეტის მიღება GPRS (General Packet Radio Service) სისტემის საშუალებით. მობილურ სატელეფონო აპარატებში ჩამონტაჟებულია აგრეთვე ციფრული ვიდეოკამერები. დღეისათვის ყველაზე სრულყოფილი აპარატებია სმარტფონები და კომუნიკატორები, რომლებშიც გაერთიანებულია მობილური ტელეფონებისა და კომპიუტერების შესაძლებლობები.

საქართველოში მობილურები ტელეფონები დაახლოებით 1996-97 წლებში შემოვიდა. პირველი სატელეფონო აპარატი რომელიც თბილისში გავრცელდა ერიქსონი იყო, რომელიც მაშინაც კი საკმაოდ მძიმე იყო. შემდეგ თანდათანობით შემოვიდა ნოკია, სიმენსი და შემდეგ კიდევ სხვა კომპანიების მიერ წარმოებული მობილური სატელეფონო აპარატები.

## ინტერნეტ ტელეფონია

კავშირგაბმულობის ყველაზე ეკონომიურ სისტემას დღეს წარმოადგენს ინტერნეტ ტელეფონია. მის დაბადების დღედ შეიძლება ჩათვალოს 1995 წლის 15 თებერვალი, როდესაც ფირმა VocalTec-მა გამოუშვა თავისი პირველი soft-phone პროგრამა, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი გახდა ინტერნეტ ქსელში ხმოვანი სიგნალების გადაცემა. 1996 წლის ოქტომბერში Microsoft-მა გამოუშვა NetMeeting-ის პირველი ვერსია, ხოლო 1997 წელს კი ინტერნეტით სატელეფონო საუბრები ჩვეულებრივი ამბავი გახდა.

რატომ არის ჩვეულებრივი საქალაქათაშორისო კავშირი ასე ძვირი? ეს იმით აიხსნება, რომ საუბრის დროს დაკავებულია მთელი კავშირის არხი. ეს ხდება ანალოგური კავშირგაბმულობის სემთხვევაში. ციფრული გადაცემის სემთხვევაში კი მონაცემების გადაცემა ხდება არა უწყვეტად, არამედ ცალკეული „პაკეტების“ სახით. ამის შედეგად კავშირის ერთ არხში ერთდროულად შეიძლება გადაცემული იქნას ბევრი აბონენტის საუბარი. ასეთი დროითი შემჭიდროვების შედეგად ხდება კავშირის არხების უფრო ეფექტური გამოყენება. კავშირის არხის ერთ ბოლოში ინფორმაცია იყოფა პაკეტებად და წერილების მსგავსად მიენიჭება საკუთარი მისამართი. კავშირის ერთიდაიგივე არხში ერთდროულად გადაიცემა ბევრი აბონენტი საუბრების პაკეტები. კავშირის არხის მეორე ბოლოზე ხდება ერთი მისამართის მქონე პაკეტების გაერთიანება და აბონენტისათვის გაგზავნა. ინტერნეტ ქსელის მთელი მუშაობა ამ პრინციპზეა აგებული.

პერსონალური კომპიუტერიდან ინტერნეტ ქსელის საშუალებით შეიძლება გადაცემული და მიღებული იქნას წერილები, ტექსტები, დოკუმენტები, ნახატები, სურათები. ზუსტად ასევე მუშაობს ინტერნეტ-ტელეფონია. ამისათვის საჭიროა ორივე აბონენტს ჰქონდეს კომპიუტერთან მიერთებული მიკროფონი, ყურსასმენები ან დინამიკები. საუბრის დროს კომპიუტერში ანალოგური სიგნალი გარდაიქმნება ციფრულ ფორმატში, რომელიც შემდეგ გადაიცემა ინტერნეტ ქსელის საშუალებით. კავშირის არხის მეორე ბოლოში ხდება საპირისპირო პროცესი – ციფრული სიგნალები გარდაიქმნებიან ანალოგურ ფორმაში და ამის შემდეგ უკვე შესაძლებელია მათი მოსმენა ყურსასმენებით ან დინამიკებით. ინტერნეტ ტელეფონია ბევრად უფრო იაფია ჩვეულებრივ საქალაქათაშორისო საუბართან შედარებით. IP-ტელეფონიის შემთხვევაში გადასახდელია თანხა მხოლოდ ინტერნეტით სარგებლობისათვის. IP-ტელეფონიის საშუალებით შესაძლებელია დარეკვა ჩვეულებრივ საქალაქო ტელეფონზეც. ინტერნეტ-ტელეფონიით სარგებლობისათვის კომპიუტერზე საჭიროა სპეციალური პროგრამის დაყენება.

2003 წელს შეიქმნა პროგრამა Skype ([www.skype.com](http://www.skype.com)). ეს არის სრულიად უფასო პროგრამა, რომელიც მომხმარებლისაგან არ მოითხოვს არანაირ წინასწარ მომზადებას. ამ პროგრამის საშუალებით სატელეფონო საუბარს თან ახლავს ვიდეოგამოსახულება, რის მისაღებადაც საჭიროა კომპიუტერი დამატებით web-კამერით აღჭურვა.

აი ასეთი ხანგრძლივი და რთული გაზა გაიარა კაცობრიობამ კავშირგაბმულობის განვითარების დროს. დაიწყო სასიგნალო კოცონებით და დღეს ვცარგებლობთ მობილური ტელეფონებით.

## 3.4. ხმის ჩაწერა

ხმის გამომცემი აპარატების შექმნაზე ადამიანები ძალიან დიდი ხნის წინათ ფიქრობდნენ. ძველ საბერძნეთში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე IV-II საუკუნეებში უკვე არსებობდა მოძრავი ფიგურების – ანდროიდების თეატრები. ზოგიერთი ფიგურის მოძრაობას თან ახლდა მექანიკურად გამოცემული ხმა, როგორც მუსიკალური ფონი.

აღორძინების პერიოდში შეიქმნა სხვადასხვაგვარი მექანიკური მუსიკალური ინსტრუმენტები, რომლებიც გამოსცემდნენ ამა თუ იმ მელოდიას. მაგალითად, არღანი, მუსკალური ყუთები და ა.შ.

არღანის მოქმედების პრინციპი შემდეგია. ხმების გამოცემა ხდება სხვადასხვა სიგრძისა და სისქის მქონე მეტალის თხელი ფირფიტების საშუალებით, რომლებიც მოთავსებულია აკუსტიკურ ყუთში. ხმის გამოცემისათვის გამოიყენება სპეციალური დოლი გამოშვებული შტიფტებით, რომელთა განლაგებაც შეესაბამება ჩაფიქრებულ მელოდიას. დოლის თანაბრად ტრიალის შედეგად გამოშვებული შტიფტები წამოედება ფირფიტებს საჭირო თანმიმდევრობით. შტიფტების გადაწყობით შესაძლებელია მელოდიის შეცვლა. არღნის დოლს მეარღნე ატრიალებს.

მუსიკალურ ყუთებში მუსიკის წინასწარი ჩაწერისათვის გამოიყენებოდა მეტალის დისკი, რომელსაც ზედაპირზე გაკეთებული ჰქონდა სპირალის ფორმის არხი. არხის გარკვეულ წერტილებში გაკეთებული იყო პატარა ჭრილები, რომელთა მდებარეობაც განსაზღვრავდა დასაკრავ მელოდიას. დისკის ტრიალი სდებოდასათის მექანიზმით. დისკის ტრიალის სედეგად მეტალის სპეციალური ნემსი სრიალებდა არხში და „კითხულობდა“ დატანილი წერტილების მიმდევრობას (ნემსი ჩავარდებოდა სპეციალურად დატანილ ჭრილში). ნემსთან მიერთებული იყო მემბრანა, და სწორედ ის გამოსცემდა ხმას.

შუა საუკუნეებში შეიქმნა კურანტები და ოთახის საათები მუსიკალური მექანიზმებით, რომლებიც გამოსცემდა გარკვეულ მელოდიას. კურანტების მაგალითებია კრემლი მოსკოვში, ბიგ ბენი ლონდონში.

მექანიკური მუსიკალური ინსტრუმენტები ეს მხოლოდ ავტომატებია, რომლებიც გამოსცემს ხელოვნურად შექმნილ ხმას. შექმნილი ხმის დიდი ხნით შენახვის ამოცანა გადაწყვეტილი იქნა გაცილებით უფრო გვიან.

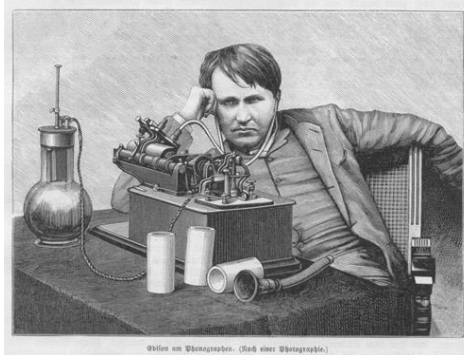
ხმის მექანიკურ ჩაწერამდე ბევრად უფრო ადრე შეიქმნა ნოტების დამწერლობა. უძველეს დროში მელოდიების ჩაწერა ხდებოდა ასოებით. თანამედროვე სანოტო დამწერლობის განვითარება დაიწყო XII საუკუნიდან, ხოლო XV საუკუნის ბოლოს კი დაიწყეს ნოტების ბეჭდვა. მუსიკის ჩაწერა და შემდეგ გახმოვანება კი შესაძლებელი გახდა მხოლოდ XIX საუკუნეში, ხმის ჩაწერის გამოგონების შედეგად.

### 3.4.1. ხმის მექანიკური ჩაწერა

1877 წელს ამერიკელმა თომას ალვა ედისონმა გამოიგონა ხმის ჩამწერი აპარატი – ფონოგრაფი, რომლის საშუალებითაც პირველად გახდა შესაძლებელი ადამიანის ხმის ჩაწერა. ხმის მექანიკური ჩაწერისა და გახმოვანებისათვის ედისონმა გამოიყენა ტყვიის ფოლგით დაფარული ლილვი. ეს ფონოლილვი წარმოადგენდა ღრუ ცილინდრს, რომლის დიამეტრი იყო 5 სმ და სიგრძე კი 12 სმ.

პირველ ფონოგრაფში მეტალის ლილვის ბრუნვა ხდებოდა სახელურის საშუალებით.

წამყვან ღერძზე გაკეთებული ხრახნის საშუალებით სახელურის შემობრუნების შედეგად ლილვი გადაადგილდებოდა ღერძის გასწვრივ. ლილვზე დატანილი იყო კალის ფოლგა (სტანოლი). მას ეხებოდა მეტალის ნემსი, რომელიც დაკავშირებული იყო პერგამენტისაგან გაკეთებულ მემბრანასთან. მემბრანაზე მიმაგრებული იყო კო-



ნახ. 3.4.1. თ.ა.ედისონი (1847–1931) და მის მიერ შექმნილი ფონოგრაფი

ნუსის ფორმის მეტალის რუპორი. ხმის ჩაწერის ან გახმოვანების დროს საჭირო იყო ლილვის ტრიალი სიჩქარით 1 ბრუნნი წუთში. ჩასაწერი ხმის არ არსებობის შემთხვევაში ნემსი ფოლგაში გაჭრიდა მუდმივი სიღრმის მქონე არხს. ხმის შემთხვევაში კი მემბრანა ირხეოდა და შესაბამისად ნემსი უფრო მეტი ძალით აწვებოდა ფოლგას და მასზე მიიღებოდა ცვლადი სიღრმის მქონე ჭრილი, რომლის სიღმეც შეესაბამებოდა ჩასაწერ ხმას.

აპარატის პირველი გამოცდის დროს ედისონმა მჭიდროდ შემოაკრა ცილინდრზე ფოლგა, დაადო ნემსი ფოლგაზე და დაიწყო სახელურის ტრიალი. ჩასაწერად მან წაიმღერა საბავშვო სიმღერა. ჩაწერის შემდეგ მან დააბრუნა ცილინდრი საწყის მდგომარეობაში, ჩადო ნემსი ღარში და დაიწყო სახელურის ტრიალი. რუპორიდან ხმადაბლა, მაგრამ გარკვევით გაისმა საბავშვო სიმღერა.

1985 წელს ამერიკელმა გამომგონებელმა ჩარლზ ტეინტერმა (1854–1940) შექმნა გრაფოფონი – ფონოგრაფი, რომელიც ფეხის მოძრაობით მოდიოდა მოქმედებაში (საკერავი მანქანის მსგავსად). გარდა ამის გრაფოფონში ლილვის კალის ფურცლები შეცვლილი იყო სანთლის მასით. ედისონმა შეიძინა პატენტი ტეინტერისაგან და ჩაწერისათვის ფოლგისანი ლილვის მაგივრად დაიწყო მოსახსნელი სანთლის ლილვების გამოყენება. ხმის არხის ბიჯი იყო 3 მმ, ამიტომ ერთ ლილვზე ჩაწერის დრო იყო ძალიან მცირე. ჩაწერისთვისაც და გახმოვანებისათვისაც ედისონი იყენებდა ერთიდაიგივე აპარატს – ფონოგრაფს.

სანთლის ლილვების ძირითად ნაკლი იყო ის, რომ მალე გამოდიოდა მწყობრიდან და შეუძლებელი იყო მათი ტირაჟირება, ანუ ყოველი ანაწერი არსებობდა მხოლოდ ერთ ეგზემპლარად.

ედისონის ფონოგრაფმა პრაქტიკულად უცვლელი სახით იარსება რამდენიმე ათეული წელი. მათი გამოშვება შეწყდა XX საუკუნის პირველ ათწლეულში, მაგრამ მისთვის ლილვების გამოშვება გრძელდებოდა 1929 წლამდე.

თ.ა. ედისონი 1000–ზე მეტი გამოგონების ავტორია ელექტროტექნიკისა და კავშირგაბმულობის სფეროში. გარდა ფონოგრაფის გამოგონებისა, მან მოახდინა ვარვარების ნათურის, ტელეგრაფისა და ტელეფონის სრულყოფა. 1882 წელს ააგო პირველი ელექტროსადგური საყოველთაო გამოყენებისათვის. 1883 წელს კი აღმოაჩინა თერმოელექტრული ემისიის მოვლენა, რაც შემდეგ საფუძვლად დაედო ელექტრონული და რადიომილაკების შექმნას.

1887 წელს გრამაფონის გამომგონებელმა ე. ბერლინერმა ლილვები შეცვალა დისკებით, რომელთაგანაც შესაძლებელი იყო დაემზადებინათ ასლები – მეტალის მატრიცები. ამ მატრიცების საშუალებით ხდებოდა ჩვენთვის კარგად ცნობილი გრამაფონის ფირფიტების დაპრესვა. ერთი მატრიციდან შესაძლებელი იყო 500–ზე მეტი ფირფიტის მიღება. სწორედ ეს იყო ე.



ნახ. 3.4.2. ე. ბერლინერი (1851–1929) და მისი გამომგონებული გრამაფონი

ბერლინერის გრამაფონის უპირატესობა ედისონის ფონოგრაფთან შედარებით. ედისონისგან განსხვავებით ბერლინერმა დაამუშავა სპეციალური აპარატი – რეკორდერი ჩაწერისათვის და მეორე აპარატი – გრამაფონი, ფირფიტების მოსასმენად. ედისონის ფონოგრაფში ჩაწერა ხდებოდა „სიღრმისეული პრინციპით“, ხოლო გრამაფონში კი გამოიყენებოდა „განივი“ პრონციპი, ანუ ნემსი ტოვებდა დაკლაკნილ, მაგრამ მუდმივი სიღრმის კვალს. შემდეგში მემბრანა შეიცვალა მგრძნობიარე მიკროფონით, რომლის საშუალებითაც ხდებოდა ბგერითი რხევების ელექტრულ რხევებად გარდაქმნა.



ემილ ბერლინერი იყო გერმანული წარმომავლობის ამერიკელი გამომგონებელი. იგი 1870 წელს საცხოვრებლად გადავიდა აშშ-ში. მას ეკუთვნის რამდენიმე გამომგონება ტელეფონის სფეროში. მისი მთავარი გამომგონება კი მაინც არის გრამაფონი. მან ედისონის ლილვი შეცვალა გრამფირფიტით და დაამუშავა მათი მასიური წარმოების ტექნოლოგია. ედისონმა ბერლინერის გამომგონება ასეთნაირად შეაფასა: „ამ მანქანას მომავალი არ აქვს“. ედისონი სიცოცხლის ბოლომდე გრამფირფიტების შეურიგებელი მოწინააღმდეგე იყო.

ბერლინერმა გრამფირფიტის წინამორბედი პირველად წარმოადგინა ფრანკლინის ინსტიტუტში. ეს იყო ცინკის დისკი ამოტვიფრული ფონოგრამით. გამომგონებელი ცინკის დისკს ფარავდა სანთლის პასტით, წერდა მასზე მუსიკას არხების სახით და შემდეგ ამუშავებდა მკავით. შედეგად მიიღებოდა ჩანაწერის მეტალის ასლი. მოგვიანებით სანთლით დაფარულ დისკის ზედაპირზე გალვანოპლასტიკის საშუალებით დაიწყეს სპილენძის ფენის დაშენება. სპილენძის ასეთ ასლზე ხმოვანი არხები მიიღებოდა ამოზურცული სახით. ასეთი გალვანოდისკიდან შესაძლებელი იყო როგორც პოზიტიური, ასევე ნეგატიური ასლების მიღება. ნეგატიური ასლი წარმოადგენდა მატრიცას, რომლისგანაც შესაძლებელი იყო 600-მდე ასლის დამზადება. ამგვარად დამზადებულ ფირფიტას ჰქონდა მაღალი ხმოვანება და კარგი ხარისხი. ბერლინერმა ასეთი ფირფიტების დემონსტრირება მოახდინა 1888 წელს და ეს თარიღი შეიძლება ჩაითვალოს ხმის ჩაწერის დაწყების თარიღად.

ხუთი წლის შემდეგ დამუშავებული იქნა ცინკის დიკიდან გალვანური ტირაჟირების მეთოდი და მეტალის მატრიციდან გრამფირფიტების მეტალის მატრიცებიდან ჩაპრესვის ტექნოლოგია. თავდაპირველად ბერლინერი ამზადებდა გრამფირფიტებს ცელულოიდიდან, კაუჩუკისა ან ებონიტისაგან. მალე ებონიტი შეცვლილი იქნა ცვილის მაგვარი შელაკის კომპოზიციური მასით, რომელსაც ტროპიკული მწერები გამოიმუშავებდნენ. ფირფიტები გახდნენ უფრო მაღალი ხარისხის და იაფი, მაგრამ მათ ნაკლს წარმოადგენდა დაბალი მექანიკური მდგრადობა. ასეთი მატრიცების გამოშვება ხდებოდა საუკუნის შუა წლებამდე.

1896 წლამდე დისკის ბრუნვა ხდებოდა ხელით და სწორედ ეს წარმოადგენდა გრამაფონების განვითარების დამაბრკოლებელ გარემოებას. ემილ ბერლინერმა გამოაცხადა კონკურსი ზამბარიან ძრავზე, რომელიც უნდა ყოფილიყო იაფი, ტექნოლოგიური, საიმედო და მძლავრი. ასეთი ძრავი დაამზადა მექანიკოსმა ელდრიჯ ჯონსონმა. 1896 წლიდან 1900 წლამდე გამოშვებული იქნა 25 000 ასეთი ძრავი. ამის შედეგად ბერლინერის გრამაფონმა მიიღო საყოველთაო აღიარება.



ნახ. 3.4.3. პატეფონი

პირველი ფირფიტები იყო ერთმხრივი. 1903 წელს პირველად იქნა გამოშვებული 12-დიუმიანი დისკი ორმხრივი ჩაწერით. მისი მოსმენა შესაძლებელი იყო ხმის მიმღების მექანიკური ნებმსისა და მემბრანის საშუალებით. ხმის გაძლიერება მიიღწეოდა გამაძლიერებლის საშუალებით. შემდეგში დამუშავებული იქნა პორტატიული გრამაფონი – პატეფონი (ნახ. 3.4.3).

პატეფონის სახელწოდება წარმოსდგა ფრანგული ფირმის დასახელებისაგან "Pathe", რომელიც პორტატიულ ჩემოდანს აღნიშნავდა. გრამფირფიტების ძირითად ნაკლს წარმოადგენდა მათი ადვილადმსხვრევადობა, ხმის დაბალი ხარისხი და გახმოვანების მცირე დრო (3-5 წუთი, რომელიც მიიღწეოდა წუთში 78 ბრუნის შემთხვევაში).

პატეფონებში საჭირო იყო ნემსების ხშირად შეცვლა. პატეფონში ფირფიტის ტრიალი ხორციელდებოდა ზამბარიანი ძრავის საშუალებით რომლის მომართვაც ხდებოდა სპეციალური სახელურის საშუალებით. მისი მცირე ზომისა და წონის და ასევე კონსტრუქციის სიმარტივის

წყალობით პატეფონებმა მოიპოვა ფართო გამოყენება მუსიკის მოყვარულთა შორის. პატეფონის ფირფიტების გამოშვება ხდებოდა სამი სტანდარტული ზომით: მინიონი, გრანდი და გიგანტი.

შემდეგში პატეფონი შეიცვალა ელექტროფონით, რომელიც ჩვენთვის უფრო მეტად ცნობილია ფირფიტების საკრავის სახელწოდებით. ფირფიტის ბრუნვისათვის ზამბარიანი ძრავის ნაცვლად გამოიყენებოდა ელექტრული ძრავი, ხოლო ხმის მოსახსნელად გამოყენებული იქნა ჯერ პიეზოელექტრული, ხოლო შემდეგ უფრო ხარისხიანი მაგნიტური პრინციპი.

ხმის ამ მომხსნელების საშუალებით ხდება ნემსიდან მიღებული რხევითი სიგნალების გადაყვანა ელექტრულ ფორმაში, რომლებიც გამაძლიერებელში გაძლიერების შემდეგ მიეწოდება დინამიკებს. 1948–1952 წლებში არსებული ფირფიტები შეიცვალა უფრო ხარისხიანი და გამძლე ე.წ. "long play" ფირფიტებით. ამასთან ერთად გაზრდილი იქნა ჩანაწერის გახმოვანების დროც. ეს მიღწეული იქნა ხმოვანი ბილიკების სიფართის შემცირებით და მათი სიმჭიდროვის გაზრდით. გარდა ამისა შემცირებული იქნა ფირფიტების ბრუნვის სიჩქარეც 78–დან 45–მდე და შემდეგ კი 33 1/3–მდე ბრუნის წუთში. ყოველივე ამასთან ერთად გაიზარდა გახმოვანების ხარისხი. 1958 წლიდან დაიწყო სტერეოფონური გრამფირფიტების გამოშვება, რომელიც იძლეოდა ხმის მოცულობით ეფექტს. გაუმჯობესდა აგრეთვე ნემსების ხარისხიც. დაიწყო მათი დამზადება მაგარი მასალებისაგან. გრამფირფიტების ჩაწერა ხდებოდა მხოლოდ სპეციალურ ხმის ჩამწერ სტუდიებში. ერთერთი ასეთი უნიკალური შესაძლებლობების სტუდია არსებობდა თბილისშიც, სადაც შეიძლებოდა ნებისმიერი მუსიკალური მიმართულების ჩაწერა, სიმოფნიური ორკესტრისაც კი. დღეს ეს სტუდია აღარ არსებობს. ერთ–ერთ მიზეზად შეიძლება მიჩნეული იქნას მეტრო. ეს სტუდია მდებარეობდა ვაჟა ფშაველას გამზირზე, მეტროს სადგურ ვაჟა ფშაველასთან. ამ სადგურის ამოქმედების შემდეგ შეუძლებელი გახდა სტუდიაში მუშაობა, ჩანაწერის დროს ფონებს აძლევდა, ზუზუნი მოდიოდა და ასე შემდეგ.



ნახ. 3.4.3. ფირფიტების საკრავი

### 3.4.2. ხმის მაგნიტური ჩაწერა

1898 წელს შვედმა ინჟინერმა ვოლდემარ პაულსენმა (1869–1942) გამოიგონა მეტალის მავთულზე ხმის მაგნიტური ჩაწერის აპარატი და სახელად უწოდა „ტელეგრაფონომი“. ინფორმაციის მატარებლად მავთულის გამოყენებას თან ახლდა მავთულის ცალკეული ნაჭრების გადაბმის პრობლემა. ეს მეთოდი ექსპლოატაციისათვის გამოსადეგი არ იყო. შემდეგ პაულსენმა გამოიგონა მაგნიტური ჩაწერის მეთოდი ფოლადის მბრუნავ დისკზე, რომელზეც ინფორმაციის ჩაწერა ხდებოდა სპირალურ ბილიკზე გადაადგილების უნარის მქონე მაგნიტური თავაკის საშუალებით. ეს გახლდათ მაგნიტური დისკის (ვინჩესტერი) წინამორბედი, რომელიც თანამედროვე კომპიუტერის აუცილებელ კომპონენტს წარმოადგენს. გარდა ამისა, პაულსენმა წარმოადგინა



ნახ. 3.4.4. ვ. პაულსენი (1869–1942)

და თავისი ტელეგრაფონის ბაზაზე შექმნა კიდევაც პირველი ავტომოკასუხე.

1927 წელს ფ. პფლეიმერმა დაამუშავა არამაგნიტურ საფუძველზე მაგნიტური ლენტის დამუშავების ტექნოლოგია. 1935 წელს ფ. პფლეიმერმა დაამუშავა მაგნიტური ლენტის დამუშავების ტექნოლოგია მაგნიტურ საფუძველზე. ამ დამუშავების საფუძველზე 1935 წელს გერმანულმა ელექტროტექნიკურმა ფირმამ "AEG"-მა და ქიმიურმა ფირმამ "IG Farbenindustrie"-მ მოახდინეს გერმანულ რადიოგამოფენაზე პლასტიკური მასის საფუძველზე რკინის ფხვნილით დაფარული მაგნიტური ლენტის დემონსტრირება. წარმოებაში ათვისებული ხმის ჩაწერის ეს ტექნოლოგია 5-ჯერ უფრო იაფი ჯდებაოდა წინამორბედათან შედარებით და რაც ძალიან მნიშვნელოვანი იყო, იძლეოდა ნაწილების შეწებების საშუალებას. მაგნიტური ლენტის გამოყენებისათვის შეიქმნა ხმის ჩაწერი ახალი მოწყობილობა, რომელმაც მიიღო სახელწოდება "Magnetophon" და შემდეგ გახდა ასეთი მოწყობილობების საერთო სახელწოდება.

1941 წელს გერმანელმა ინჟინრებმა ბრაუნმიულერმა და ვებერმა შექმნეს რგოლური მაგნიტური თავაკი ხმის ჩაწერის დროს ულტრაბგერითი დამაგნიტებით, რომლის საშუალებითაც მნიშვნელოვნად შემცირდა ხმაურები და ხმის ჩაწერის ხარისხი მნიშვნელოვნად გაიზარდა ჩაწერის მექანიკურ და ოპტიკურ მეთოდებთან შედარებით, რომლებიც გამოიყენებოდა ხმოვან კინოში.

მაგნიტური ლენტი გამოიყენებოდა ხმის მრავალჯერადი ჩაწერისათვის. ასეთი ჩაწერების რაოდენობა პრაქტიკულად შეუზღუდავი იყო. ჩაწერების რაოდენობას განსაზღვრავდა მხოლოდ მაგნიტური ლენტის ხარისხი.

ამგვარად, მაგნიტოფონის პატრონს უპირატესობა ჰქონდა პატეფონის პატრონთან შედარებით. პატეფონის პატრონს უნდა ეყიდა ჩაწერილი დისკები და მხოლოდ მათი მოსმენს შეეძლო, ხოლო მაგნიტოფონის პატრონს ფირზე თვითონ შეეძლო ჩაეწერა ნებისმიერი მუსიკა არა სპეციალურ სტუდიაში, არამედ სახლში, საკონცერტო დარბაზში და სხვა. მაგნიტაფონის საშუალებით შესაძლებელი გახდა ჩანაწერის ერთი მაგნიტაფონიდან მეორეზე გადაწერა.

პირველი მაგნიტაფონები იყო ბაბინიანი (ნახ. 3.4.5). მათში მაგნიტური ფირი დახვეული იყო ბაბინაზე. ჩაწერის ან მოსმენის დროს ფირი გადაეხვეოდა ერთი ბაბინიდან მეორეზე. ჩაწერის ან მოსმენის დაწყებამდე საჭირო იყო მაგნიტაფონის მომართვა – ბაბინის მაგნიტაფონში ჩაყენება, ფირის მაგნიტური თავაკის გასწვრივ გატარება და შემდეგ ცარიელ ბაბინაში ჩამაგრება.

მეორე მსოფლიო ომის დამთავრების სემდეგ, 1945 წლიდან დაწყებული, მაგნიტური ჩაწერის პრინციპი ძალიან სწრაფად ვრცელდება მთელ მსოფლიოში. ამერიკის რადიოში მაგნიტური ფირი პირველად გამოყენებული იქნა 1947 წელს. მისი საშუალებით მოხდა პოპულარული მომღერლის ბინგ კროსბის კონცერტის ტრანსლირება. ტრანსლირების დროს გამოყენებული იქნა გერმანიიდან სამხედრო ნადავლის სახით ჩამოტანილი აპარატურა. შემდეგ ბინგ კროსბიმ ჩადო ფინანსები მაგნიტაფონების წარმოებაში. უკვე 1950 წელს აშშ-ში იყიდებოდა მაგნიტოფონების 25 მოდელები.

პირველი ორბილიკიანი მაგნიტაფონი გამოუშვა გერმანულმა ფირმამ AEG-მა 1957 წელს, ხოლო 1959 წელს კი გამოუშვა უკვე ოთხბილიკიანი მაგნიტაფონი.

თავდაპირველად მაგნიტაფონების დასამზადებლად გამოიყენებოდა ელექტრონული მილაკები. 1956 წელს კი იაპონურმა ფირმა Sony-მ გამოუშვა მთლიანად ტრანზისტორებზე აგებული მაგნიტაფონი.



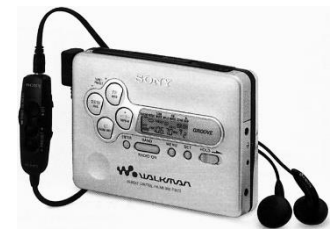
ნახ. 3.4.5. ბაბინიანი მაგნიტაფონი

მოგვიანებით ბაზინებიანი მაგნიტაფონები შეიცვალა კასეტისანი მაგნიტაფონებით (ნახ. 3.4.6). პირველი ასეთი მაგნიტაფონი 1961–1963 წლებში დაამზადა ფირმა Philips-მა. სპეციალურ კომპაქტურ კასეტაში გამოიყენებოდა ორი მინიატურული ბაზინა – ერთი ფირით და მეორე ცარიელი. ფირი დამაგრებული იყო ორივე ბაზინაზე. გახვევის დროს ფირი ავტომატურად ხვდებოდა მაგნიტური თავაკის წაკითხვის არეში. ამგვარად მაგნიტაფონის მომართვის პროცედურა საგრძნობლად გამარტივდა. მაგნიტაფონის პირველი კომპაქტური კასეტები გამოშვებული იქნა 1963 წელს ფირმა Philips-ს მიერ. უფრო მოგვიანებით კი შეიქმნა ორკასეტისანი მაგნიტაფონები, რომლებშიც მაქსიმალურად იყო გამარტივებული ერთი კასეტიდან მეორე კასეტაზე გადაწერის პროცედურა. კომპაქტურ კასეტებზე ჩაწერის პრინციპი ორმხრივია. ცხვადასხვა დროს გამოიშვებოდა კასეტები ჩაწერის დროით 60, 90 და 120 წუთი (ორივე მხარეზე ჩაწერით).



ნახ. 3.4.6. კასეტისანი მაგნიტაფონი და კასეტა

სტანდარტული კომპაქტური კასეტის ბაზაზე ფირმა Sony-ს მიერ დამუშავებული იქნა პორტატიული მოწყობილობა „პლეერი“ (ნახ. 3.4.7). პორტატიული ზომების გამო შესაძლებელი იყო მისი ჯიბეში ჩადება ან ქამარზე მიმაგრება და მოსმენა სეირნობის ან მგზავრობის დროს. ამ მოწყობილობამ მიიღო სახელწოდება Walkman, ანუ “მოსეირნე ადამიანი“. ამ მოწყობილობაზე იყო და დღესაც არის დიდი მოთხოვნილება მისი დაბალი ფასის, გახმოვანების მაღალი ხარისხის და კარგი საექსპლუატაციო თვისებების გამო. ის განსაკუთრებით პოპულარულია ახალგაზრდებს შორის.



ნახ. 3.4.7. კასეტური პლეერი

კომპაქტური კასეტები პოპულარული გახდა არა მარტო მოსეირნე ადამიანისათვის, არამედ ასევე პოპულარული გახდა ავტომობილებშიც. ავტომობილებისათვის გამოშვებული იქნა ავტომაგნიტოლები. ის წარმოადგენს რადიომიმღებისა და კასეტური მაგნიტაფონის კომბინაციას.

პორტატიული დიქტოფონებისათვის და ავტომობილშიანი ტელეფონებისათვის კომპაქტური კასეტის გარდა შექმნილი იქნა კიდევ მიკროკასეტები (ნახ. 3.4.8), რომელთა ზომების ჩვეულებრივი ასანთის კოლოფის ტოლი იყო. დიქტოფონი (ლათ. dicto – ვლაპარაკობ, ვკარნახობ) წარმოადგენს მაგნიტაფონის ნაირსახეობას, რომელიც გამოიყენება ლაპარაკის ჩასაწერად, მისი ტექსტის შემდეგ დასაბეჭდად.



ნახ. 3.4.8. მიკროკასეტა

მექანიკურ დიქტაფონებში გამოიყენება 100-ზე მეტი ნაწილი, რომელთაგან ნაწილი უძრავია, ხოლო ნაწილი კი მოძრავი. რა თქმა უნდა ექსპლუატაციის შედეგად ხდება მოძრავი ნაწილების ცვეთა. კასეტურ დიქტაფონებში ასევე გამოიყენება ელექტროძრავი მაგნიტური ფირის გადასახვევად. მექანიკური დიქტაფონების შემდეგ შეიქმნა ციფრული დიქტაფონები, რომლებშიც მოძრავი ნაწილები საერთოდ არ გამოიყენება. მათში მაგნიტური ფირის მაგივრად გამოიყენება ფლემ-მეხსიერება. ასეთი დიქტაფონები გაცილებით უფრო მცირე ზომისაა.

ციფრულ დიქტაფონებში ხდება ხმოვანი სიგნალების ციფრულ კოდებში გადაყვანა და მათი მეხსიერების მიკროსქემაში ჩაწერა. ასეთი დიქტაფონის მართვა მიკროპროცესორის საშუალების ხდება. ის, რომ ციფრულ დიქტაფონებში არ გამოიყენება ელექტრული ძრავი, ლენტის გაჭიმვის მექანიზმი და ჩაწერისა და წაკითხვის მაგნიტური თავაკები, მნიშვნელოვნად ამარტივებს მათ კონსტრუქციას და ზრდის მათ საიმედოობას. მოხმარების მოხერხებულობისათ-



ვის მათში გამოყენებულია თხევადკრისტალიანი დისპლეი. ციფრული დიქტაფონების უპირატესობა იმაშიც გამოიხატება, რომ მათში მყისიერადაა შესაძლებელი საჭირო ჩანაწერის მოძებნა და მისი პერსონალურ კომპიუტერებში გადაწერა, რომლებშიც შესაძლებელია მათი არა მარტო შენახვა, არამედ დამუშავებაც.

### 3.4.3. ოპტიკური დისკები

1979 წელს კომპანიებმა Philips-მა და Sony-მ ხმის ჩაწერისა და გახმოვანებისათვის შექმნეს ინფორმაციის ახალი მატარებელი – ოპტიკური დისკი (კომპაქტური დისკი – Compact Disk - CD), რომელთა საშუალებითაც შეიძვალა გრამფირფიტა (ნახ. 3.4.9). 1982 წლიდან გერმანიაში დაიწყო კომპაქტური დისკების მასობრივი წარმოება. კომპაქტ-დისკების პოპულარიზაციის საქმეში მნიშვნელოვანი წვლილი შეიტანეს Microsoft და Apple Computer კომპანიებმა.

ოპტიკურ დისკებს ხმის მექანიკურ ჩაწერასთან შედარებით გააჩნია მთელი რიგი უპირატესობები: ხმის ჩაწერის სიმკვრივე ძალიან მაღალია, ხმის ჩამწერ და წამკითხველ მოწყობილობასა და დისკებს შორის არ ხდება კონტაქტი. ლაზერული სხივის საშუალებით სიგნალების ჩაწერა ხდება მბრუნავ ოპტიკურ დისკზე ციფრული მეთოდებით.

ჩაწერის შედეგად დისკზე იქმნება სპირალური ბილიკი, რომელიც შედგება ჩაღრმავებული და გლუვი ზედაპირებისაგან. გახმოვანების რეჟიმში ლაზერის სხივი ფოკუსირებულია ბილიკზე, გადაადგილდება მბრუნავი ლაზერული დისკის ზედაპირზე და კითხულობს ჩაწერილ ინფორმაციას. ამ დროს ჩაღრმავებები წაიკითხება როგორც ნული, ხოლო გლუვი ზედაპირები, რომლებიც აირეკლავს დაცემულ სხივს, წაიკითხება როგორც ერთიანები. ჩაწერის ციფრული მეთოდი პრაქტიკულად გამორიცხავს ხელშემშლელი სიგნალების არსებობას და უზრუნველყოფს გახმოვანების მაღალ ხარისხს. ჩაწერის მაღალი სიმკვრივე მიიღწევა ლაზერული სხივის 1 მკმ ზომის ჩაღრმავებებში ფოკუსირების შესაძლებლობით. ეს უზრუნველყოფს ჩაწერისა და გახმოვანების დიდ დროს.

1999 წლის ბოლოს კომპანიამ Sony განაცხდა ინფორმაციის ახალი მატარებლის Super Audio CD (SACD) შექმნა. ამ შემთხვევაში გამოყენებული იქნა ე.წ. „პირდაპირი ციფრული ნაკადის“ DSD (Direct Stream Digital) ტექნოლოგია. სიხშირული მახასიათებლები 0–დან 100 კჰც-მდე და დისკრეტიზაციის სუხშირე 2,8224 მჰც უზრუნველყოფს გახმოვანების ხარისხის მნიშვნელოვან გაუმჯობესებას ჩვეულებრივ CD დისკებთან შედარებით. დისკრეტიზაციის გაცილებით მაღალი სიხშირის გამო საჭირო აღარაა ჩაწერისა და გახმოვანების ფილტრების გამოყენება, რადგანაც ადამიანის სმენა ამ ბიჯურ სიგნალს აღიქვამს როგორც გლუვ ანალოგურ სიგნალს. ამ დროს უზრუნველყოფილია არსებულ CD ფორმატებთან თავსებადობა (ორშრიანი დისკები HD, აგრეთვე ჰიბრიდული ორშრიანი დისკები HD და CD).

ხმოვანი ჩანაწერების ოპტიკურ დისკებზე შენახვა უმჯობესია გრამფირფიტებზე ან მაგნიტურ ფირზე შენახვასთან შედარებით. უპირველეს ყოვლისა შეუდარებლად იზრდება შენახვის ვადა. ოპტიკური დისკები პრაქტიკულად მუდმივია, მცირე ნაკაწრები მათ არ აზიანებს და ლაზერული სხივი ჩაწერისა და წაკითხვის პროცესში მათ არ აზიანებს. ფირმა Sony მონაცემების დისკებზე შენახვას აძლევს 50 წლიან გარანტიას. გარდა ამისა, კომპაქტ დისკებზე არ მოქმედებს შეფერხების სიგნალები, რომლებიც დამახასიათებელია ჩაწერის მექანიკური ან მაგნიტური მეთოდებისათვის, რის გამოც ციფრული ოპტიკური დისკების გახმოვანების ხარისხი გაცილებით უფრო მაღალია. ამავე დროს,



ნახ. 3.4.9. ოპტიკური დისკი CD



ნახ. 3.4.10. CD-პლეერი

მონაცემების ციფრულ ფორმატში ჩაწერის დროს შესაძლებელი ხდება ხმის კომპიუტერული დამუშავება, მაგალითად, ძველი მონოფონური ჩანაწერების პირვანდელი ხმოვანების აღდგენა, ჩანაწერებიდან ხმაურისა და შეფერხებების სიგნალების მოცილება და მონოფონიური ჩანაწერების სტერეოფონურად გადაკეთება კი.

CD დისკების გახმოვანებისათვის შესაძლებელია გახმოვანების სხვადასხვა საშუალებების გამოყენება – CD პლეერების, მუსიკალური ცენტრების და პორტატიული კომპიუტერების გამოყენებაც კი, რომლებიც აღჭურვილი იქნება CD–დისკწამკითხველებით და დინამიკებით. ამჟამად მოხმარებაშია 600 მილიონ CD–პლეერზე და 10 მილიარდ კომპაქტურ დიკზე მეტი. მაგნიტური კოპაქტ–კასეტების მსგავსად, პორტატიული პერსონალური CD–პლეერები (ნახ. 3.4.9) აღჭურვილია ყურსასმენებით.

მუსიკალური CD–დისკების ჩაწერა ხდება ქარხნულ პირობებში. გრამფირფიტების მსგავსად შესაძლებელი მათი მხოლოდ მოამენა. უკანასკნელ წლებში შეიქმნა CD–დისკები პერსონალურ კომპიუტერებზე ერთჯერადი (ე.წ. CD-R) და მრავალჯერადი (CD-RW) ჩაწერით. ეს იძლევა მათზე ჩანაწერების ნებისმიერ პირობებში გაკეთების საშუალებას. CD-R დისკებზე შესაძლებელია ჩანაწერების გაკეთება მხოლოდ ერთჯერ, ხოლო CD-RW –დიკებზე კი მრავალჯერ, ისევე როგორც მაგნიტაფონზე შესაძლებელია ჩანაწერის წაშლა და მის ადგილზე ახალი ჩანაწერის გაკეთება.

ჩაწერის ციფრულმა მეთოდმა შესაძლებელი გახადა პერსონალურ კომპიუტერში ტექსტისა და გრაფიკის ხმასა და მოძრავ გამოსახულებასთან გაერთიანება. ამ ტექნოლოგიამ მიიღო სახელწოდება „მულტიმედია“.

ასეთ მულტიმედიურ კომპიუტერებში ინფორმაციის მატარებლად გამოიყენება ოპტიკური კომპაქტ–დისკები (Compact Disk Read Only Memory - ანუ მეხსიერება კომპაქტურ დიკებზე „მხოლოდ წაკითხვისათვის“). გარეგნულად ისინი არ განსხვავდება მუსიკალურ ცენტრებში გამოყენებული ხმოვანი კომპაქტ–დიკებისაგან. მათზეც ინფორმაცია ჩაიწერება ციფრულ ფორმატში.

CD–დისკების შემდეგ ხმარებაში შემოვიდა ინფორმაციის მატარებლების ახალი სტანდარტი – DVD (Digital Versatil Disc ანუ საერთო დანიშნულების ციფრული დისკები). გარეგნულად ჩვეულებრივი დისკებისაგან ისინი არ განსხვავდებოდა. მათი გეომეტრიული ზომები ერთიდაიგივე იყო. განსხვავდება იყო მხოლოდ ინფორმაციის ჩაწერის სიმკვრივეში.

DVD–დისკების მახასიათებელია ჩაწერის ბევრად უფრო მაღალი სიმკვრივე. ისინი იტევენ 7–26–ჯერ უფრო მეტ ინფორმაციას. ეს მიიღწევა ლაზერის სხივის ტალღის უფრო მოკლე სიგრძით და ფოკუსირებული ლაქის მცირე ზომებით, რის შედეგადაც შესაძლებელი გახდა ბილიკებს შორის მანძილის 2–ჯერ შემცირება. გარდა ამისა, DVD–დისკებზე შესაძლებელია არსებობდეს ერთი ან ორი საინფორმაციო შრე. მათთან მიმართვა შესაძლებელია ლაზერული თავაკის მდებარეობის რეგულირებით. DVD–დისკებში, CD–დისკებთან შედარებით, საინფორმაციო შრე 2–ჯერ უფრო თხელია. თითოეული შრის სისქეა 0,6 მმ. მათი შეერთებით მიიღება სტანდარტული 1,2 მმ სისქის შრე და ამ დროს ხდება ინფორმაციული ტევადობის გაორმაგება. DVD–სტანდარტი ითვალისწინებს 4 მოდიფიკაციას: ერთმხრივი და ერთმხრიანი, მოცულობით 4,7 Gბაიტი (133 წუთი); ერთმხრივი და ორმხრიანი, მოცულობით 8,8 Gბაიტი (241 წუთი);



ნახ. 3.4.11 მაგნიტოლა CD–პლეერით და ციფრული ტუნერით



ნახ. 3.4.12. მუსიკალური ცენტრი

ორმხრივი და ერთმხრიანი, მოცულობით 9,4 Gბაიტი (266 წუთი); ორმხრივი და ორმხრიანი, მოცულობით 17 Gბაიტი (482 წუთი). ფრჩხილებში მითითებულია მაღალი ხარისხის ციფრული გახმოვანების დრო მოცულობითი ხმით. ახალი DVD-სტანდარტი განსაზღვრულია იმგვარად, რომ წამკითხველი მოწყობილობის ყველა შემდეგი მოდელი დამუშავებული იქნება იმგვარად, რომ შეძლონ ყველა წინამორბედი თაობების CD-დისკების წაკითხვა. DVD-სტანდარტის დისკებში მნიშვნელოვნადაა გაზრდილი მოსმენის ხარისხი და დრო წინამორბედი CD-დისკებთან შედარებით.

DVD-ROM და DVD-Video ფორმატები შეიქმნა 1996 წელს, მოგვიანებით კი შეიქმნა DVD-audio ფორმატი ხმის მაღალხარისხიანი ჩარერისათვის. DVD-დისკწამკითხველები წარმოადგენენ სრულყოფის CD-ROM-დისკწამკითხველებს.

CD- და DVD-ოპტიკური დისკები გახდა ხმისა და გამოსახულების ჩაწერის პირველი ციფრული მატარებლები.

#### 3.4.4. ფლეშ-მეხსიერება

ფლეშ-მეხსიერების ბარათების შექმნის ისტორია დაკავშირებულია მობილური ციფრული მოწყობილობების შექმნასთან, რომელთა ტარებაც შესაძლებელია ჩანთით ან ჯიბით. ასეთი მოწყობილობების რიგს განეკუთვნება: მინიატურული MP3-პლეერები, ციფრული ფიქტოფონები, ფოტო- და ვიდეო-კამერები, სმარტფონები და ჯიბის პერსონალური კომპიუტერები, ფიჭური ტელეფონების თანამედროვე მოდელები. მცირე ზომის მქონე, ამ მოწყობილობებისათვის საჭირო იყო მონაცემების მიღებისა და ჩაწერისათვის ჩაშენებული მეხსიერების მოწყობილობების მოცულობის გაზრდა. მეხსიერების ასეთი მოწყობილობები უნდა იყოს უნივერსალური და გამოიყენებოდეს ინფორმაციის ნებისმიერი სახეობის ციფრულ ფორმატში ჩასაწერად: ხმის, ტექსტის, გრაფიკული გამოსახულებების, ნახატების, ფოტოსურათების და ვიდეოინფორმაციის. პირველი კომპანია, რომელმაც დაამზადა ფლეშ-მეხსიერება და გამოიტანა ბაზარზე იყო კომპანია Intel. 1998 წელს დემონსტრირებული იქნა ფლეშ-მეხსიერება მოცულობით 256 Kბაიტი, რომელსაც ჰქონდა ფეხსაცმელების ყუთის ზომა. ის აგებული იყო NOR ლოგიკური სქემით ანუ არა-ან ლოგიკით. NOR-ფლეშ მეხსიერებას გააჩნია ჩაწერისა და წაშლის შედარებით დაბალი სიჩქრე, ხოლო ჩაწერის ციკლების რაოდენობა შედარებით მცირეა (დაახლოებით 100 000). ასეთი ფლეშ-მეხსიერების გამოყენება შესაძლებელია მხოლოდ იმ შემთხვევებში, როდესაც საჭიროა მონაცემების თითქმის უცვლელი სახით შენახვა, მაგალითად, ციფრული კამერების ან მობილური ტელეფონების ოპერაციული სისტემების შესანახად.



ნახ. 3.4.13. Intel-ის NOR-ფლეშ-მეხსიერება

ფლეშ მეხსიერების მეორე ტიპი გამოგონებული

იქნა კომპანიის Toshiba-ს მიერ 1989 წელს. ის აგებული იქნა NAND ლოგიკური სქემის მიხედვით (არა-და ლოგიკა). მეხსიერების ახალი სახეობა უნდა ყოფილიყო NOR -ფლეშ ტექნოლოგიასთან შედარებით უფრო იაფი და სწრაფი ალტერნატივა Nor-თან შედარებით

მეხსიერების ახალი სახეობა უნდა იყოს NOR-ფლეშ მეხსიერების უფრო იაფი და სწრაფი ალტერნატივა. NOR ტექნოლოგიასთან შედარებით NAND ტექნოლოგია უზრუნველყოფდა ჩაწერის ციკლების 10-ჯერ უფრო მეტ რაოდენობას და ასევე მონაცემების ჩაწერისა და წაშლის უფრო მაღალ სისწრაფეს. გარდა ამისა, NAND მეხსიერების უჯრედების ზომა ორჯერ უფრო ნაკლებია NOR მეხსიერებასთან შედარებით, რის შედეგადაც მიიღება ის, რომ კრისტალის ფართობის ერთეულზე შეიძლება განთავსებული იქნას უჯრედების გაცილებით მეტი რაოდენობა.

მეხსიერების სახელწოდება ფლემ (flash) შემოტანილი იქნა კომპანია Toshiba-ს მიერ. ეს განაპირობა იმან, რომ ერთდროულად შეიძლება დათვალიერებულ იქნას მეხსიერების შიგთავსი (ინგლ. "in a flash"). მაგნიტურისაგან, ოპტიკურისაგან და მაგნიტო-ოპტიკური მეხსიერებისაგან განსხვავებით, ის არ მოითხოვს დისკამპრავების გამოყენებას რთული და უზუსტესი მექანიკის გამოყენებით და საერთოდ არ მოიცავს არცერთ მექანიკურად მოძრავ დეტალს. სწორედ ამაში მდგომარეობს მისი უპირატესობა ინფორმაციის ყველა სხვა დანარჩენ მატარებლებთან შედარებით და მომავალიც მას ეკუთვნის. მეხსიერების ამ სახეობის ყველაზე მთავარი უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ მათში შეიძლება ინფორმაციის შენარჩუნება ენერჯის მიწოდების გარეშე, ანუ მეხსიერების ეს სახეობა არის ენერგოდამოუკიდებელი.

Flash –მეხსიერება არის მიკროსქემა სილიციუმის კრისტალზე. ის წარმოადგენს ტრანზისტორების ბაზაზე აგებულ მეხსიერების უჯრედებს და გააჩნიათ კვების გარეშე ელექტრული მუხტის დიდი ხნით შენახვის უნარი. მათი სრული სახელწოდებაა Flash Erase EEPROM (Electrically Erasable Programmable ROM), რომლის თარგმანიც ასეთია – ელექტრულად სწრაფად წაშლადი დაპროგრამებადი მუდმივი მეხსიერების მოწყობილობა. მის ელემენტარულ უჯრედს, რომელშიც ინახება ერთი ბიტი ინფორმაცია, წარმოადგენს არა ელექტრული კონდენსატორი, არამედ ველიანი ტრანზისტორი სპეციალური ელექტრულად იზოლირებული არით „მცოცავი ჩამკეტი“ (floating gate). ამ არეში მოთავსებული ელექტრონული მუხტი შეიძლება შენარჩუნებული იქნას შეუზღუდავად დიდი ხნის განმავლობაში. ინფორმაციის ერთი ბიტის ჩაწერისას ხდება ელემენტარული უჯრედის დამუხტვა და მუხტის მოთავსება მცოცავ ჩამკეტში. ინფორმაციის წაშლისას ხდება უჯრედის განმუხტვა. Flash–მეხსიერება არის ენერგოდამოუკიდებელი მეხსიერება, მას შეუძლია ინფორმაციის დიდი ხნით შენახვა ელექტრული კვების გარეშე, ანუ ინფორმაციის შენახვის დროს ენერჯის მოხმარება არ ხდება.

ყველაზე ცნობილია Flash–მეხსიერების ოთხი ფორმატი – CompactFlash, MultiMediaCard (MMC), SecureDigital и Memory Stick.

CompactFlash შეიქმნა 1994 წელს. ის გამოუშვა SanDisk კომპანიამ. მისი ზომები იყო 43x36x3,3 მმ, ხოლო მოცულობა კი 16 Mბაიტი. ახლა მათი მოცულობა უკვე არის 16 Gბაიტი.

MultiMediaCard შეიქმნა 1997 წელს. ის გამოუშვა Siemens AG и Transcend კომპანიამ. CompactFlash ბარათისაგან განსხვავებით მას გააჩნდა უფრო მცირე ზომები – 24x32x1,5 მმ. მეხსიერების ამ მოწყობილობებს იყენებდნენ მობილურ ტელეფონებში (განსაკუთრებით თუ მათში შესაძლებელი იყო MP3–ფორმატის მუსიკის მოსმენა იყო შესაძლებელი). 2004 წელს გამოჩნდა სტანდარტი RS-MMC (ანუ "Reduced size MMC" — "MMC შემცირებული ზომებით). RS-MMC ბარათების ზომები იყო 24x18x1,5 მმ და ადაპტერის საშუალებით შესაძლებელი იყო მათი გამოყენება MMC ბარათების ნაცვლად.



ნახ. 3.4.14. RS-MMC და MMCmicro ბარათები

არსებობს ასევე სტანდარტები MMCmicro (ზომებით – 12x14x1.1 მმ) და MMC+, რომლებშიც გაზრდილია ინფორმაციის გაცვლის სიჩქარე.

კომპანიებმა Electric Co, SanDisk Co და Toshiba Co დაამუშავეს flash-მეხსიერების ბარათი SD - Secure Digital Memory Card. ამ კომპანიებთან ერთად ასოციაციაში შედიან ისეთი გიგანტები, როგორებიცაა Intel и IBM. SD მეხსიერებას უშვებდა Matsushita კონცერნში შემავალი ფირმა Panasonic.



ნახ. 3.4.16. microSD ბარათი



წინა ორი სტანდარტის მსგავსად, SecureDigital (SD) სტანდარტიც წარმოადგენს ღია სტანდარტს. ის შექმნილია MultiMediaCard სტანდარტის ბაზაზე, მისგან გადმოღებულია ელექტრონული და მექანიკური მდგენელები. განსხვავება კონტაქტების რაოდენობაში: MultiMediaCard-ში გამოიყენებოდა 7 კონტაქტი, ხოლო SecureDigital-ში კი გამოყენებულია 9 კონტაქტი. მიუხედავად ამისა, ორი სტანდარტის მსგავსება საშუალებას იძლევა MMC ბარათები გამოყენებული იქნას SD ბარათების ნაცვლად (მაგრამ არა პირიქით, რადგანაც SD-ბარათებს გააჩნიათ განსხვავებული სისქე – 32x24x2,1 მმ).



ნახ. 3.4.15. miniSD ბარათები

SD სტანდარტთან ერთად გამოჩნდა სტანდარტები miniSD და microSD. ამ ფორმატის ბარათები სპეციალური ადაპტერების საშუალებით შეიძლება ჩადგმული იქნას როგორც miniSD სტანდარტის გასართებში, ასევე SD სტანდარტის გასართებშიც. ადაპტერი საშუალებას იძლევა მინი-ბარათი გამოყენებული იქნას ისევე, როგორც SD-ბარათი. miniSD ბარათის ზომებია – 20x21,5x1,4 მმ.

microSD ბარათები წარმოადგენდა ყველაზე მცირე ზომის ფლემ ბარათებს, მათი ზომები იყო 11x15x1 მმ. ფლემ-მეხსიერების ამ ბარათების ძირითად გამოყენების სფეროებს წარმოადგენდა მულტიმედიური მობილური ტელეფონები და კომუნიკატორები. ადაპტერების საშუალებით microSD ბარათების გამოყენება შესაძლებელია ფლემ-მატარებლების მქონე miniSD და SecureDigital სლოტებშიც.

ბის მქონე მოწყობილობებში. ფლემ-ბარათების მოცულობა არის 16 Mბაიტამდე. Memory Stick - არის ჩაკეტილი სტანდარტის მაგალითი. ის დამუშავებული იქნა 1998 წელს კომპანია Sony-ს მიერ. ჩაკეტილი სტანდარტის დამუშავებელი თავის თავზე იღებს სტანდარტის განვითარებისა და პორტატიულ მოწყობილობებთან თავსებადობის პრობლემებს. ეს ნიშნავს, რომ მნიშვნელოვნად მცირდება მცირდება სტანდარტის გავრცელება და განვითარება, რადგანაც Memory Stick-ს სლოტები (ანუ მათი მიერთების ადგილები) არსებობს მხოლოდ Sony და Sony Ericsson-ის მარკის მქონე პროდუქციაში. ფლემ-მეხსიერების სახეობების ამ რიგს მიეკუთვნება აგრეთვე Memory Stick PRO, Memory Stick Duo, Memory Stick PRO Duo, Memory Stick PRO-HG და Memory Stick Micro (M2) ბარათები.

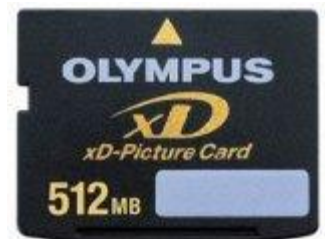
Memory Stick ბარათების ზომებია - 50x21,5x2,8 მმ, წონა – 4 გრ, ხოლო მეხსიერების მოცულობა 128 Mბაიტი. მეხსიერების ეს სახეობა პირველად გამოჩნდა 2003 წელს. მეხსიერების ამ სახეობის გამოყენების მიზეზი იყო Sony კომპანიის სურვილი მომხმარებლებისათვის მიეცა მეხსიერების უფრო მეტი მოცულობა. მეხსიერების ამ სახეობის ბარათების მაქსიმალური მოცულობაა 32 Mბაიტი.



ნახ. 3.4.17. Memory Stick ბარათი

Memory Stick Duo ბარათებს ახასიათებს უფრო მცირე ზომები (20x31x1,6 მმ) და წონა (2 გრამი). უპირატესად მათი გამოყენება ხდება მობილურ ტელეფონებში. 2007 წელს გამოჩნდა მეხსიერების ამ სახეობის ახალი ვარიანტი Memory Stick PRO Duo, რომელსაც ჰქონდა მეხსიერების გაზრდილი მოცულობა – 8 Gბაიტი.

Memory Stick Micro (ზომებით — 15x12,5x1,2 მმ) განკუთვნილია თანამედროვე მობილური ტელეფონებისათვის. მეხსიერების მოცულობა შეიძლება იყოს 32 Gბაიტამდე, ხოლო მონაცემების გადაცემის სიჩქარე კი 16 Mბაიტი/წამში. სპეციალური ადაპტერების საშუალებით M2 ბარათების მიერთება შესაძლებელია მოწყობილობებთან, რომელთაც გააჩნიათ Memory Stick Duo, Memory Stick PRO Duo ი SecureDigital სტანდარტების მხარდაჭერა.



ნახ. 3.4.18. xD-Picture Card

ჩაკეტილი სტანდარტების კიდევ ერთი წარმომადგენელია 2002 წელს წარმოდგენილი ბარათები Memory Stick Duo, Memory Stick PRO Duo и SecureDigital. ამ სტანდარტის განვითარებასა და მხარდაჭერას ახორციელებენ Fuji და Olympus კომპანიები და იყენებენ ციფრულ ფოტო-კამერებში, რომლებშიც გამოიყენება xD-Picture Card. xD იმიფრება როგორც extreme digital. ბარათების მოცულობა უკვე დასაწყისში იყო 2 Gბაიტი. სხვა სტანდარტებისაგან განსხვავებით xD-Picture Card მეხსიერების ბარათებს არ სჭირდება ჩაშენებული კონტროლერი. ეს გარემოება დადებითად აისახება მის გეომეტრიულ ზომებზე (20 x 25 x 1.78 მმ), მაგრამ შემცირებულია მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე. მინიატურული ბარათის მეხსიერების მოცულობის ასეთი გაზრდა შესაძლებელი გახდა აგების მრავალშრიანი ტექნოლოგიის გამოყენებით.



ნახ. 3.4.19. ფლემ-ბარათების უნივერსალური წამკითხველი

დღეს არსებული მკაცრი კონკურენციის პირობებში ახალი ტექნოლოგიებით აგებული ფლემ-მეხსიერების ბარათების თავსებადობა სხვა ფორმატებზე გათვლილ ძველ ფლემ-მეხსიერების წამკითხველ მოწყობილობებთან. ამიტომ, ფლემ-მეხსიერების თანამედროვე ბარათებთან ერთად ხდება პერსონალური კომპიუტერის USB ინტერფეისთან მისაერთებელი ადაპტერებისა და ფლემ-რიდერების გამოშვება. ხდება აგრეთვე ინდივიდუალური (ფლემ-მეხსიერების გარკვეული ტიპისათვის) და უნივერსალური სახის ბარათების წამკითხველი ადაპტერების გამოშვება. ისინი წარმოადგენენ USB ინტერფეისთან მისაერთებელი დამგროვებლის მინიატურულ კორპუსს, რომელსაც აქვს ბარათების რამდენიმე სახეობის მისაერთებელი გასართები.

საჭიროა უზრუნველყოფილი იქნას



ნახ. 3.4.20. ფლემ-დამგროვებელი USB-2 გასართით

ფირმა Sony-მ გამოუშვა USB-დამგროვებელი თითის ანაბეჭდების ჩაშენებული სკანერით, რომელიც გამოიყენებოდა არასანქციონირებული გამოყენებისაგან დასაცავად.



ნახ. 3.4.21. ციფრული ფოტოჩარჩო

ფლემ-ბარათების გარდა სდება აგრეთვე ფლემ-დამგროვებლების გამოშვება. მომხმარებლებში ამ მოწყობილობამ დამკვიდრა სახელწოდება „ფლემკა“. კომპიუტერთან მისაერთებლად მას გააჩნია სტანდარტული USB გასართი. დამგროვებლების ინფორმაციული ტევადობაა 16 Gბაიტამდე. მათი ფასი თავიდან სწრაფად, ახლა უფრო ნელა, მაგრამ მაინც მუდმივად მცირდება. მეხსიერების ამ დამგროვებელმა მთლიანად გამოდევნა ხმარებიდან 1,44 Mბაიტი ტევადობის მქონე მოქნილი მაგნიტური დისკები.

ფლემ-ბარათების საფუძველზე შექმნილი ფოტო ჩარჩოები, რომლებიც სინამდვილეში ფოტოალბომებს წარმოადგენს. ისინი აღჭურვილია ფერადი თხევადკრისტალიანი მონიტორებით და მათზე სლაიდ-ფილმ რეჟიმში შესაძლებელია ფოტოსურათების დათვალიერება, მონიტორზე გარკვეული პერიოდულობით იცვლება ფოტოსურათები. ასევე შესაძლებელია ფოტოსურათების გადიდება და მათი ცალკეული ფრაგმენტების დათვალიერება. ციფრულ ფოტოჩარჩოებს შეიძლება გააჩნდეს დისტანციური მართვის პულტი და დინამიკებიც კი მუსიკის ან ფოტოსურათების ხმოვანი კომენტარების მოსასმენად. 64 Mბაიტი მოცულობა

საკმარისია 500 ფოტოსურათის დასამახსოვრებლად. ციფრული ფოტოჩარჩოებით შესაძლებელია ყველა უჯახისათვის პატივსაცემი ფოტოალბომების ჩანაცვლება.

### 3.4.5. MP3\_პლეერები

გასული საუკუნის 80-იან წლებში გერმანიაში ფრაუნჰოფერის ინსტიტუტში დამუშავებული იქნა ხმის შეკუმშვის მეთოდი, რამაც ბიძგი მისცა MP3-პლეერების შექმნას. 1989 წელს ფრაუნჰოფერმა შეკუმშვის MP3 ფორმატზე მიიღო პატენტი და რამდენიმე წლის შემდეგ წარუდგინა იგი სტანდარტიზაციის საერთაშორისო ორგანიზაციას (ISO). ISO ორგანიზაციის ექსპერტთა ჯგუფმა [MPEG \(Moving Pictures Experts Group\)](#) შეიმუშავა ვიდეო- და აუდიო-მონაცემების შეკუმშვის სტანდარტი. ამ კომიტეტების მიერ შემუშავებულმა სტანდარტებმა იგივე სახელწოდებები მიიღო. MP3-ის ოფიციალური სახელწოდებაა MPEG-1 Layer3. ამ სტანდარტით შესაძლებელია ხმის შეკუმშვა 10-ჯერ და მეტად, გახმოვანების ხარისხის ნაკლებად შესამჩნევი შემცირებით.

MP3-პლეერების შექმნისათვის მეორე ბიძგს წარმოადგენდა პორტატიული ფლემ-მეხსიერების დამუშავება. 90-იანი წლების დასაწყისში ფრაუნჰოფერის ინსტიტუტში დამზადებული იქნა პირველი MP3-პლეერი. ამის შემდეგ დაიწყო პლეერების კომერციული წარმოება. ფირმა Eiger Labs-მა გამოუშვა პლეერი MPMan F10 და ფირმა Diamond Multimedia-მ გამოუშვა პლეერი Rio PMP300. ყველა პირველ პლეერში გამოიყენებოდა ჩაშენებული ფლემ-მეხსიერება (32 ან 64 Mბაიტი) და მათი მიერთება ხდებოდა პარალელურ და არა USB პორტთან.

CD-Audio-ს შემდეგ MP3 გახდა აუდიო მონაცემების მასობრივად აღიარებული სტანდარტი. MP3 პლეერები დამუშავებული იქნა ხისტი დისკის ბაზაზე, მათ შორის IBM-ის MicroDrive დისკზეც. ხისტი დისკების (HDD) გამოყენების ერთერთი პიონერი იყო კომპანია Apple. 2001 წელს მან გამოუშვა MP3 პლეერის პირველი ნიმუში iPod (ნახ. 3.4.1?), 5 Gბაიტის ხისტი დისკით, რომელზეც ეტეოდა დაახლოებით 1000 სიმღერა. მასში გამოყენებული იყო ლითიუმ-პოლიმერული აკუმულატორი, რის სედეგადაც პლეერს შეეძლო 12 საათიანი ავტონომიური მუშაობა. ორველი iPod-ის გაბარიტული ზომები იყო 100×62×18 მმ და წონა კი 184 გრ. პირველი iPod გათვლილი იყო მხოლოდ Macintosh კომპიუტერების მომხმარებლებზე. iPod-ების შემდეგი ვერსია გამოვიდა ნახევარი წლის შემდეგ და მოიცავდა ორ ვარიანტს - iPod for Windows და iPod for Mac OS. ახალ iPod-ებში გამოყენებული იქნა სენსორები.



ნახ. 3.4.22. პლეერი iPod

გამოშვებული იქნა iPod-ების რამდენიმე თაობა. ყოველ მათგანში ხდებოდა მახასიათებლების გაუმჯობესება, მაგ., ეკრანი გახდა ფერადი, მაგრამ ისევ გამოიყენებოდა ხისტი დისკი.

MP3 პლეერებში შემდეგ დაიწყო ფლემ-მეხსიერების გამოყენება. ამის შედეგად პლეერები გახდა ბევრად უფრო მინიატურული, საიმედო და იაფი. პლეერებმა მიიღო ბრელოკების ფორმა, შესაძლებელი გახდა მათი ჯიბით ტარება. MP3 პლეერების ფუნქციები შეითავსა მობილურმა ტელეფონებმა, სმარტფონებმა და ჯიბის კომპიუტერებმა.

კომპანია Apple-მ წარმოადგინა MP3-პლეერის ახალი მოდელი iPod Nano. მასში ხისტი დისკი შეცვლილია ფლემ-მეხსიერებით. ამის შედეგად შესაძლებელი გახდა:

- პლეერი გაცილებით კომპაქტური და მსუბუქი გახდა;
- მტყუნებებისა და გატეხვის ალბათობის შემცირება (მათში აღარ გამოიყენება მოძრავი ნაწილები);



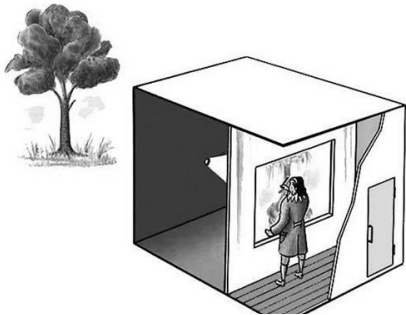
- ფასის შემცირება აკუმულატორის ხარჯზე, რადგანაც ფლემ–მეხსიერება ბევრად უფრო ნაკლებ ენერგიას მოიხმარს ხისტი დისკის ძრავთან შედარებით;
- ინფორმაციის გადაცემის სიჩქარის გაზრდა.

პლეერების ფერადი მონიტორების ხარისხი გაიზარდა და შესაძლებელი გახდა მათი გამოყენება სურათების დასათვალიერებლად. დღეს პლეერების საშუალებით შესაძლებელია ინტერნეტში შესვლა და მუსიკისა და კლიპების გადმოწერა. ამისათვის მათში ჩაშენებულია Wi-Fi მოდული.

### 3.5. გამოსახულების ჩაწერა

#### 3.5.1. ფოტოგრაფია და კინო

ფოტოგრაფიის წინამორბედს წარმოადგენდა ობსკურის კამერა (ნახ. 3.5.1.), მოწყობილობა, რომელიც მის წინ მდებარე საგნებს წარმოადგენდა შემცირებული ზომით. ის წარმოადგენს შუქმუქვლვე ყუთს, რომელსაც ერთერთ გვერდზე ჰქონდა ნახვრეტი. ნახვრეტის საპირისპირო კედელზე მიიღება საგნის შებრუნებული (თავდაყირა) გამოსახულება.



ნახ. 3.5.1. ობსკურის კამერა

ლათინური ტერმინი "camera obscura" ქართულად ნიშნავს „შავ ოთახს“. ობსკურის კამერის მოხსენიება გვხვდება ჯერ კიდევ V საუკუნეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე – ჩინელი ფილოსოფოსი მი ტი აღწერს გამოსახულების მიღებას ჩაბნელებული ოთახის კედელზე. ობსკურის კამერა მოხსენიებული აქვს არისტოტელესაც.



ნახ. 3.5.2. ჟ.ნეპსი (1765–1833)

ობსკურის კამერას ეტყობა ლეონარდო და ვინჩიცი იყენებდა. მან საკმაოდ დაწვრილებით აღწერა ობსკურის კამერა თავის „ფერწერის ტრაქტატში“. 1686 წელს იოჰანეს ცანმა დააპროექტა ობსკურის პორტატიული კამერა. მასში გამოყენებული იყო 45° კუთხით დახრილი სარკე, რომლიდანაც არეკვლილი გამოსახულება პროეცირდებოდა ჰორიზონტალურ ზედაპირზე. ობსკურის კამერის ნახვრეტში ათავსებდნენ ლინზას, რომლის საშუალებითაც მკვეთრად იხრდებოდა მიღებული გამოსახულების ხარისხი.

ობსკურის კამერას იყენებდნენ მხატვრები ჩანახატების გასაკეთებლად. შუშის ზედაპირზე თუ დავაფარებთ გამჭვირვალე ქალაქს, მასზე მიღებულ გამოსახულებას მხოლოდ ფანქრით დაფიქსირება დასჭირდება. ასე იქცეოდა მხატვარი კანაღეტტო, რომელმაც დოკუმენტალური სიზუსტით გადმოსცა ვენეციის პეიზაჟები. ობსკური კამერა წარმოადგენდა ფოტოაპარატის წინამორბედს, საჭირო იყო მხოლოდ ფანქრის გარეშე მიღებული გამოსახულების ინფორმაციის რაიმე მატარებელზე გადატანა, მაგალითად ქვაზე, ან ფურცელზე.



ნახ. 3.5.3. ლ.დაგერი (1787–1839)

პირველი, ვინც ეს შეძლო, იყო ფრანგი ჟოზეფ ნეპსი (1765–1833). გამოსახულების დასაფიქსირებლად ის



საფუძვლად იღებდა შუმის, სპილენძის ან კალის და ტყვიის შენადნობს. ამ ზედაპირს ის დაფარავდა ცხოველურ ცხიმში გახსნილი ასფალტის ლაქის (ბითუმი) თხელი ფენით. ეს იყო პირველი შუქმგრძობიარე მასალა. ნეპსი ამ ფირფიტაზე რამდენიმე საათის განმავლობაში აშუქებდა გამოსახულებას ობსკურის კამერაში. როდესაც გამოსახულება მყარად დაფიქსირდებოდა ფირფიტის ზედაპირზე, ნეპსი მას შემდეგ ამუშავებდა მყავით. სურათის დასაფიქსირებლად შემდეგ უკვე საჭირო იყო გრავიურა. ანუ იქმნებოდა გრავიურა არა მხატვრის, არამედ სინათლის მიერ შექმნილი ჰელიოგრაფია („სინათლით დახატული“). პირველი მდგრადი გამოსახულება ნეპსმა მიიღო 1822 წელს. ექსპოზიციის დრო იყო 8 საათი.

ამგვარად ნეპსმა პირველად მიიღო გამოსახულება მხატვრების დაუხმარებლად, თუმცა კი გრავიურა მაინც საჭირო იყო. ასეთი ჰელიოგრაფია იყო ფოტოგრაფიის საწყისი ეტაპი. ჰელიოგრაფიებზე გამოსახულების ხარისხი არ იყო მაღალი.

ფრანგმა მხატვარმა და გამომგონებელმა ლუი დაგერმა (1787–1839) ჟ.ნეპსის ცდების საფუძველზე დაამუშავა ფოტოგრაფიის პრაქტიკულად გამოსადეგი მეთოდი – დაგეროტიპია (1839). მისი იდეა შემდეგში მდგომარეობდა: გამოსახულებას ლებულობდა ვერცხლის თხელ ფირფიტაზე, რომელი წინასწარ უნდა ყოფილიყო გაჟღენთილი იოდის ორთქლით. ამ ფირფიტას ის ათავსებდა ობსკურის კამერაში და ექსპოზიციის შემდეგ ამჟღავნებდა ფირფიტას ვერცხლისწყლის ორთქლით.

11 წლიანი ცდების შემდეგ პირველი შედეგი მან მიიღო 1837 წელს. ვერცხლისწყლის ორთქლით გამჟღავნებული სურათი შემდეგ საჭიროებდა კიდევ ფიქსატორით (მარილის ხსნარით და ცხელი წყლით) დამუშავებას. შემდეგში მარილის ხსნარი შეიცვალა ნატრიუმის ჰიპოსულფიტით. ობსკურის კამერაში ფირფიტის ექსპოზიციის დრო შეადგენდა 15–30 წუთს (ნეპსის ჰელიოგრაფიისათვის ექსპოზიციის დრო კი შეადგენდა 8 საათს).

მთელი ამ პროცედურების შემდეგ მიიღებოდა ერთადერთი სურათი–პოზიტივი. ავტორი მას დაგეროტიპს უწოდებდა. სურათის რამდენიმე ეგზემპლარად დამზადება შეუძლებელი იყო. ფირფიტაზე მიიღებოდა სარკული გამოსახულება. სურათის დათვალიერება შესაძლებელი იყო მხოლოდ გარკვეული განათებულობის შემთხვევაში. დაგერს უკვე აღარ სჭირდებოდა მხატვრისა და გრავიორის დახმარება.

დაგერის საქმიანობა პარიზში დიდ ინტერესს იწვევდა. ის პარიზის ბულვარებში თავისი უზარმაზარი ფოტოკამერითა და მოწყობილობებით იღებდა დაგეროტიპებს.



ნახ.3.5.4. უ.ტოლბოტი (1800–1877)

1839 წლის 7 იანვარს ცნობილმა ასტრონომმა და ფიზიკოსმა არაგომ მეცნიერებათა აკადემიას მოახსენა დაგერის სამუშაოების შესახებ. პროცესში ჩაერთნენ მეცნიერები, მხატვრები და მოყვარულები და მალე დაგერის პროცესი გაუმჯობესდა. ექსპოზიციის დრო შემცირებული იქნა რამდენიმე წუთამდე. პარიზის გამოყენების შედეგად შესაძლებელი გახდა გამოსახულების შებრუნება და დაგეროტიპზე მიიღებოდა უკვე არა სარკული, არამედ სწორი გამოსახულება. დაგეროტიპებზე გადმოცემული იყო გადაღებული ობიექტის უწვრილმანესი დეტალებიც კი. 1841 წელს შეიქმნა გაცილებით უფრო უკეთესი ხარისხის და მცირე ზომების კამერა, რომელიც არსებულზე 10–ჯერ ნაკლებს იწონიდა.

ინგლისელმა ფიზიკოსმა და ქიმიკოსმა უილიამ ტოლბოტმა (1800–1877) შექმნა ფოტოგრაფირების ნეგატიურ–პოზიტიური პროცესი. თავდაპირველად ის ობსკურის კამერის საშუალებით ცდილობდა ბუნების პეიზაჟების კოპირებას. ხატვა მასაც არ გამოსდიოდა მაინცდამაინც კარგად. ამიტომ, მას მოუწია გამოსახულების დაფიქსირება, რომელსაც ობსკურის კამერაში უყურებდა.

ტოლბოტმა იცოდა, რომ სინათლეს შეუძლია ზოგიერთი ნივთიერების თვისებებზე ზემოქმედება და მან შექმნა სწორედ ასეთი შუქმგრძობიარე მასალა. ამისათვის ის ქაღალდის ფურცელს ასველებდა ჯერ მარილის სუსტ წყალხსნარში, ხოლო შემდეგ კი ვერცხლის ნიტრატის ხსნარში. ამ დროს ქაღალდის ზედაპირზე იქმნებოდა ვერცხლის ქლორიდი და ქაღალდი ხდებოდა შუქმგრძობიარე.

1835 წელს ტოლბოტი ფოტოკამერით იღებდა სურათებს მის მიერ მიღებულ შუქმგრძობიარე ქაღალდზე. ამგვარად მან პირველმა მიიღო ნეგატიური გამოსახულება. ნეგატიურ გამოსახულებას მიაღებდა მეორე ასეთივე შუქმგრძობიარე ქაღალდს, დააშუქებდა და მეორე ფურცელზე მიიღებოდა უკვე პოზიტიური გამოსახულება. ანუ შესაძლებელი გახდა სურათების გამრავლება. პირველი სურათები გამოდიოდა ჩაბნელებული, ბუნდოვანი და ლაქებიანი, ფოტოქაღალდის შუქმგრძობიარობა ძალიან დაბალი იყო.

1839 წლის იანვარში ტოლბოტმა გაიგო, რომ პარიზის მეცნიერებათა აკადემიაში არაგომ გააკეთა განცხადება ლ. დაგერის გამოგონება – დაგეროტიპზე. ამან მას უბიძგა გამოექვეყნებინა თავისი შედეგები. 1839 წლის 31 იანვარს ლონდონის სამეფოს სამეცნიერო საზოგადოებაში გააკეთა მოხსენება „ზოგიერთი დასკვნები ფოტოგენიური ნახატების ხელოვნების შესახებ, ან პროცესის შესახებ, რომლის საშუალებითაც ბუნების საგნები შეიძლება გამოიხატოს მხატვრისა და ფანქრის გარეშე“. ცნობილმა მეცნიერმა ჯონ გერშელმა ტოლბოტის გამოგონებას ფოტოგრაფია უწოდა და შემოვიდა ხმარებაში ტერმინები „ნეგატივი“ და „პოზიტივი“.

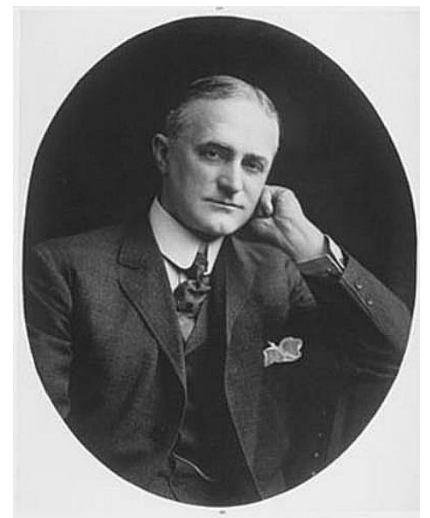
1840 წელს ტოლბოტმა შეცვალა და გააუმჯობესა მის მიერ შექმნილი პროცესი. გაუმჯობესების შედეგად ფოტოგრაფიების დამზადება შესაძლებელი გახდა რამდენიმე წუთში. ამ პროცესს მან კალოტიპია უწოდა (ბერძნული სიტყვებიდან kalos - ლამაზი და typos - ანაბეჭდი). აქედან ტოლბოტიპიის ტექნიკა კი დამკვიდრდა.

ტოლბოტი ფოტოქაღალდს მუავა გარემოში ამჟღავნებდა, შემდეგ ჰიპოსულფატის ხანარით ახდენდა გამოსახულების ფიქსაციას, ამის შემდეგ ხდებოდა ნეგატივის გაწმენდა სუფთა წყლით. ნეგატივის „გაბანის“ შემდეგ საჭირო იყო მისი გაშრობა, რის შემდეგაც ხდებოდა მისი ზედაპირის სანთლის თხელი, გამჭვირვალე ფენით დაფარვა. ამ ნეგატივებიდან ტოლბოტი მზის სინათლის საშუალებით ღებულობდა კონტაქტურ ანაბეჭდებს შუქმგრძობიარე ფოტოქაღალდზე.

ტოლბოტის კალოტიპია და დაგერის დაგეროტიპია ერთმანეთისაგან პრინციპიალურად განსხვავდებოდა. დაგეროტიპში ვერცხლის ფირფიტაზე პირდაპირ მიიღებოდა ობიექტის პოზიტიური, მაგრამ სარკისებური გამოსახულება. პროცესი თითქოს მარტივი იყო, მაგრამ დაგეროტიპებიდან ასლების დამზადება შეუძლებელი იყო. კალოტიპიაში ჯერ ხდებოდა ნეგატივის დამზადება, რომლიდანაც შესაძლებელი იყო პოზიტიური ასლების ნებისმიერი რაოდენობის დამზადება. ამიტომ, კალოტიპია თანამედროვე ფოტოგრაფიასთან ბევრად უფრო ახლოსაა. თუმცა კი დაგეროტიპების ხარისხი კალოტიპიის ხარისხზე უფრო მაღალი იყო.

1844–1846 წლებში ტოლბოტმა გამოსცა პირველი ალბომი „ბუნების ფანქარი“, რომელშიც გამოცემული იყო ფოტოგრაფიული მხატვრული ილუსტრაციები ბუნებისა და არქიტექტურული ნაგებობების ხედებით. 1851 წელს კი ტოლბოტმა დაამუშავა მცისიერი ფოტოგრაფირების მეთოდი.

იგივე 1851 წელს ინგლისელმა გამომგონებელმა ფ. სკოტ არჩერმა დაიწყო ე.წ. „სველი“ ფოტოგრაფიული პროცესის გამოყენება. მინის ფირფიტებს ასველებდნენ ვერცხლის მარილების



ნახ. 3.5.5. დ. ისტმენი (1854–1932)

და ნიტროცელულოზის სპირტსნარებით. შემდეგ ახდენდნენ ამ სველი ფირფიტების ექსპონირებას და ამჟღავნებდნენ გაშრობის გარეშე. ამიტომ, ფოტოგრაფს გადაღებისათვის თან მიჰქონდა მთელი ლაბორატორია: დიდი ზომის ფოტოაპარატი, ფირფიტების მარაგი, ქიმიკატები, ჭურჭელი და კარავი სიბნელის პირობებში სამუშაოდ. ეს ძალიან რთული და მოუხერხებელი იყო.

1871 წელს ინგლისელმა გამომგონებელმა რ. ლ. მედოკსმა შექმნა ფირფიტა მშრალი ფირფიტა ბრომვერცხლის ჟელატინიანი ფენით, ხოლო 1873 წელს გერმანელმა მეცნიერმა გ. ფოგელმა გააკეთა აღმოჩენა, რომელმაც შესაძლებელი გახდა ფოტოქაღალდის ფოტომგრძობიარობის გაზრდა და ექსპონირების დროის შემცირება. 1887 წელს ამერიკელმა გ. გუდვინმა გამოიგონა ფოტოფირი მოქნილ ნიტროცელულოზის საფუძველზე.

1880 წელს ამერიკელმა გამომგონებელმა ჯონ ისტმენმა (1854–1932) დაამუშავა მშრალი ფოტო ფირფიტების დამზადების პროცესი, რომელთა გამოყენებამაც მნიშვნელოვნად გაამარტივა ფოტოგრაფების საქმიანობა და იგივე 1880 წელს დაარსა ფირმა Eastman Dry Plate and Film Company მათი წარმოებისათვის. ამ ფირმას 1892 წელს შეეცვალა სახელი და გახდა Eastman Kodak Company.

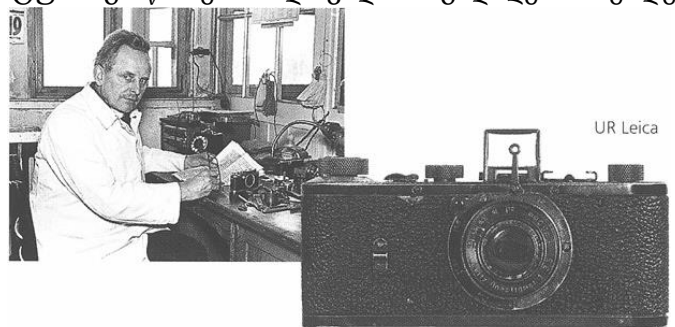
XIX საუკუნის დასრულსა და XX საუკუნის დასაწყისში დ. ისტმენმა შექმნა პორტატიული ფოტოაპარატის მოდელი და მთელ მსოფლიოში გახსნა ფოტოფირების დამუშავებისა და ფოტოსურათების ბეჭდვის პუნქტები. ფირმა კოდაკის დევიზი გახდა შემდეგი გამოთქმა: „დააჭირეთ თითი ღილაკს, ყველაფერ დანარჩენს ჩვენ გავაკეთებთ“.

„კოდაკის“ ფირმის პირველი ფოტოაპარატი გამოჩნდა 1888 წელს. ეს იყო მარტივი პორტატიული კამერა, რომელიც იტევდა ფოტოქაღალდის რულონს 100 ფოტოსურათისათვის (ნახ. 3.5.6.). ფირების გადაღების შემდეგ კამერა უბრუნდებოდა მწარმოებელს გამჟღავნებისათვის, სურათების დაბეჭდვისათვის და ხელახალი დამუხტვისათვის. 1889 წელს ისტმენმა დაამუშავა გამჭვირვალე ფირი. 1900 წელს კი მან შექმნა უფრო მარტივი ფოტოკამერა, რომლითაც სარგებლობა ბავშვებსაც კი შეეძლოთ. ამ კამერი ფასი იყო 1 დოლარი და იყიდებოდა ფირების რულონით, რომელის გადაღების შემდეგ შესაძლებელი იყო მისი გაგზავნა დამამზადებელ ქარხანაში ფირების გასამჟღავნებლად და სურათების დასაბეჭდად. ასეთი კამერებით სარგებლობდა მილიონობით ფოტომოყვარული.

მომდევნო წლებში ფირმა Eastman Kodak-მა დანერგა კიდევ მთელი რიგი სიახლეები. ეს იყო პირველი კომპანია, რომელმაც შექმნა მოწყობილობები საშინაო კინოგადაღებებისათვის და ფერადი ფირი სლაიდებისათვის (დიაპოზიტივებისათვის). 1960 წელს ფირმამ დაამუშავა კინოფირი კასეტებში, ხოლო 1982 წელს კი ფოტოკამერები საჭიროების შემთხვევაში ავტომატური ფოტოგანათების გამოყენებით, ფოკუსის ავტომატური გასწორებით და კადრის გადაღების შემდეგ ფირის ავტომატური გადახვევით. ამ სიახლეების დანერგვის შენდეგ დ. ისტმენის დევიზი „დააჭირეთ თითი ღილაკს, ყველაფერ დანარჩენს ჩვენ გავაკეთებთ“ სრული სინამდვილე გახდა მილიონობით გამოუცდელ ფოტომოყვარულთათვის. Kodak-ის ფირმის ფირების გასამჟღავნებელი და სურათების დასაბეჭდი პუნქტები გამოიყენება მსოფლიოს ალბათ ყველა ქვეყანაში, მათ შორის საქართველოშიც.



ნახ. 3.5.6. ფოტოაპარატი კოდაკი



ნახ. 3.5.7. ო. ბარნაკი და ფოტოკამერა Leica 1A

1911–1913 წლებში გერმანელმა მექანიკოსმა და გამომგონებელმა ოსკარ ბარნაკმა (1879–1936) შექმნა პირველი მინიატურული ფოტოკამერა „ლეიკა“ (Leica 1A), რომელიც გაყიდვაში გამოვიდა 1924 წლიდან. ამ ფოტოკამერამ თავიდანვე დიდი პოპულარობა მოიხვეჭა. მან საფუძველი დაუდო 35–მმ–იანი ფოტოკამერების საყოველთაო გავრცელებას მთელ მსოფლიოში. ო. ბარნაკმა დაადგინა კადრის სტანდარტი 24x36 მმ ყველა მინიატურული ფოტოკამერისათვის. ეს სტანდარტი დღესაც ძალაშია.

თანამედროვე ფოტოაპარატები სრულად ავტომატიზებულია. საჭიროების შემთხვევაში, ავტომატურად ხდება დამატებითი ფოტოგანათების გამოყენება, ფოკუსის გასწორება, ექსპოზიციის დაყენება და კადრის გადაღების შემდეგ ფირის გადახვევა.

ფერად ფოტოფირს გააჩნია ძალიან მაღალი შუქმგრძობიარობა, რის შედეგადაც შესაძლებელია სურათების გადაღება თითქმის ყოველგვარი განათებულობის პირობებში. ამჟამად ხდება ფოტოფირების გამოშვება შუქმგრძობიარობის 4 გრადაციით: 100, 200, 400 და 800 ერთეული. ფირები მოთავსებულია კასეტებში 12, 24 ან 36 კადრის ოდენობით (ნახ. 3.5.8). ფოტომოყვარულს სჭირდება მხოლოდ გადასაღები ობიექტის არჩევა და გადასაღებ ღილაკზე დროულად თითის დაჭერა. ფოტომოყვარულებს შორის განსაკუთრებული პოპულარობით სარგებლობს მინიატურული ფოტოაპარატები. ფოტოფირების გამჟღავნებისა და სურათების ბეჭდვის პროცესები უკვე დიდი ხანია ავტომატიზებულია ფირების „კოდაკი“-ს და „ფუჯი“-ს ფოტოლაბორატორიებში, რომლებიც მთელ მსოფლიოშია გავრცელებული. ეს პროცესები იმდენადაა გამარტივებული, რომ სახლის ფოტოლაბორატორიები პრაქტიკულად აღარ გამოიყენება. ფოტოფირები მოთავსებულია პლასტმასის შუქგაუმტარ კასეტებში. ამ კასეტებით ხდება ფირის ფოტოაპარატში ჩადება და ამოღება (რა თქმა უნდა ფირის უკან გადახვევის შემდეგ) ყოველგვარი დაბნელების გარეშე. ამიტომ, ფოტომოყვარულს უკვე აღარც დაბნელებული ოთახი სჭირდება ფირების ფოტოაპარატში ჩასადებად და ამოსაღებად.



ნახ. 3.5.8. ფოტოფირი სტანდარტულ კასეტაში

ახლა ფოტომოყვარულის საზრუნავია მხოლოდ გადასაღები კადრის შერჩევა და გადასეღებ ღილაკზე თითის დროულად დაჭერა. ყველფერ დანარჩენს მის მაგივრად გააკეთებს „ჭკვიანი“ ფოტოაპარატი. როდესაც მთელი ფირი გაიხარჯება, ფოტოაპარატი თვითონ გადაახვევს ფირს ისევ კასეტაში. ფოტომოყვარულს ყოველგვარი დაბნელების გარეშე შეუძლია ამოიღოს კასეტა ფოტოაპარატიდან და მიიტანოს ფოტოლაბორატორიაში. პროცესების ავტომატიზების შედეგად საყოველთაო ფოტოსურათების ხარისხი მკვეთრად გაუმჯობესდა. ასეთ ავტომატურ ფოტოაპარატში, როდესაც ახალი ფირი იდება, აპარატი ფირს გადაახვევს პირველ კადრამდე, განსაზღვრავს ფირის შუქმგრძობიარობას და აპარატი მზადაა გადაღებებისათვის. ფოტოაპარატების თანამედროვე მოდელებს გააჩნიათ კალენდარი და ავტომატურად გადააქვთ კადრზე სურათის გადაღების თარიღი.



ნახ. 3.5.9. თანამედროვე მინიატურული ფოტოაპარატი

1960–1980 წლებში ფართო გავრცელება მოიპოვა ფოტოგადაღებებმა დიაპოზიტიურ ფერად ფირებზე (ე.წ. სლაიდები). მათ დასათვალისწინებლად



საჭირო იყო დიაპროექტორი. სლაიდები იძლეოდა გამოსახულების მაღალ ხარისხს. უკანასკნელ ხანებში სლაიდების პოპულარობა შემცირდა. ეს გამოიწვია, ერთის მხრივ პოზიტიური ფოტოფირების ხარისხის მკვეთრმა გაუმჯობესებამ და მეორეს მხრივ, ციფრული ფოტოგრაფიის განვითარებამ და ციფრული ფოტოსურათების დათვალიერების მოწყობილობების შესაძლებლობებმა.

1947 წელს გამოგონებელმა და მწარმოებელმა ე. ლენდმა (1909–1991) დაამუშავა დიფუზიური ფოტოგრაფიული პროცესი, რომლის დროსაც ნეგატიური ფოტომასალის ქიმიურ–ფოტოგრაფიული დამუშავება და პოზიტივის მიღება ერთდროულად ხდებოდა. ანუ მან გამოიგონა ფირების გამჟღავნებისა და ფოტოსურათების ბეჭდვის ერთსაფეხურიანი პროცესი. ამის საფუძველზე მან შექმნა ფოტოაპარატი სურათების მომენტალური ბეჭდვით და უწოდა მას Polaroid. ასეთივე სახელი უწოდა მან თავის ფირმას. ფოტოფირების გამჟღავნება და ფიქსირება ხდებოდა მის მიერ დამუშავებულ ფოტოაპარატში. ამისათვის ფოტოაპარატ Polaroid–ში ხდებოდა სპეციალური კარტრიჯის–ფილმპაკეტის ჩადება, მისთვის განკუთვნილი მშრალი ქიმიკატებით, რომელიც საკმარისი იყო 10 ფოტოსურათის მისაღებად, ზომებით 8,8x10,7 სმ. ამ აპარატის მთავარი ღირსება იყო ფოტოგადაღებების ოპერატიულობა. გადაღების დილაკზე თითის დაჭერის შემდეგ აპარატიდან გამოდიოდა მუყაოს თეთრი ფურცელი, რომელზეც ერთი წუთის განმავლობაში გამჟღავნდებოდა გამზადებული ფერადი ფოტოგამოსახულება. გადაღების ამ მეთოდის უპირატესობები ამით მთავრდებოდა, გადაღებული სურათის ხარისხი მნიშვნელოვნად ჩამოუვარდებოდა იმდროინდელი ჩლეულბრივი ფოტოაპარატით გადაღებული სურათების ხარისხს. ფოტოსურათი მიიღებოდა მხოლოდ ერთ ეგზემპლიარად, მისი გამრავლება ან გადიდება შეუძლებელი იყო.



ნახ. 3.5.10. ფოტოაპარატი Polaroid

ლენდ ედვინი იყო 500–ზე მეტი პატენტის ავტორი. 1932 წელს მან ასევე დაამუშავა პოლარიზებული ფილტრი. 1937 წელს მან კემრიჯში (მასაჩუსეტის შტატი) დაარსა კორპორაცია Polaroid Corp. 1941 წელს სინათლის პოლარიზაციის საფუძველზე დაამუშავა მოცულობითი კინოპროცესი.

1947 წელს მან მოახდინა ფოტოაპარატის დემონსტრირება, რომელსაც უწოდა Polaroid Land Camera, რომელიც იძლეოდა გამზადებულ ფოტოსურათს გადაღებიდან 60 წამში. თავიდან გამოიყენებოდა თხევად ქიმიურ რეაქტივებზე დამყარებული პროცესი („თხევადი პროცესი“), ხოლო შემდეგ გამოყენებული იქნა მშრალი რეაქტივები და პროცესი გახდა „მშრალი“. პოლაროიდის პირველი ფოტოსურათები იყო შავ–თეთრი, ხოლო შემდეგ კი მოხერხდა ფერადი ფოტოსურათების მიღება. ფოტოაპარატი Polaroid მალე მთელ მსოფლიოში გახდა ძალიან პოპულარული. ეს განაპირობა აპარატების სიმარტივემ და ფერადი ფოტოსურათების მიღების ოპერატიულობამ.

ამგვარად, ვერცხლის მარილებისაგან შედგენილ შუქმგრძნობიარე ფენით დაფარულ ფირზე ან ფოტოქალაღზე გამოსახულების მიღების ფოტოგრაფირების პროცესი დამყარებულია სინათლის ქიმიურ ზემოქმედებაზე, რომელიც იწვევს ამ მარილების დაშლას. ობიექტივის საშუალებით ხდება გადასაღები ობიექტის გამოსახულების პროეცირება ფირფიტის ან ფირის შუქმგრძნობიარე ზედაპირზე, რის შემდეგაც ხდება მისი გამჟღავნება და ფიქსირება. ფირფიტაზე ან ფირზე მიიღება ობიექტის ნეგატიური გამოსახულება. ამ ნეგატივიდან ხდება სურათების ბეჭდვა შუქმგრძნობიარე ქალაღზე.

ფოტოგრაფირების გამოგონების შემდეგ შესაძლებელი გახდა მოძრავი დამოსახულების მიღება. ამისათვის, კინოფირზე ჯერ ხდება ობიექტის მოძრაობის მიმდევრობითი მდგომარეობების ფოტოგრაფირება, ხოლო შემდეგ კი კინოპროექტორის საშუალებით ამ კადრების ასევე

მიმდევრობით ჩვენება. კინოფირის კადრიდან კადრზე გადაადგილების შედეგად ობტურატორის საშუალებით ხდება შუქის ნაკადის გადაფარვა. ამის შედეგად, მაყურებელი ხედავს კინოფირზე დატანილი უძრავი გამოსახულებების კადრების მიმდევრობას. თუ გადაღება მოხდება წამში 16 ან უმჯობესია 24 კადრის სიხშირით, მაშინ მხედველობის ინერციულობის გამო მაყურებელი ვერ აღიქვამს კადრების ცვლას და ეკრანზე ხედავს უწყვეტ მოძრაობას.

მოძრავი სურათების დემონსტრირების ოპტიკური ხელსაწყო პირველად შექმნა თომას ა. ედისონმა. პატენტი თავის გამოგონებაზე – კინეტოსკოპზე მან მიიღო 1891 წელს. ტერმინი კინეტოსკოპი წარმოდგებოდა ორი ბერძნული სიტყვისაგან, კინეტოს – მოძრავი და სკოპიო – ყურება. ედისონის კინეტოსკოპი წარმოადგენდა ყუთს სათვალთვალ ოკულარით, რომლის საშუალებითაც ფილმის ყურება შეეძლო მხოლოდ ერთ ადამიანს. ყუთის შიგნით როლიკების საშუალებით ხდებოდა კინოფირის გადახვევა. ფილმის ხანგრძლივობა იყო დაახლოებით ნახევარი წუთი. ამგვარად კინეტოსკოპი იყო ინდივიდუალური მოხმარების ხელსაწყო. 1894 წელს ედისონმა გახსნა დარბაზი „კინეტოსკოპ პარლორი“, რომელშიც ფილმების დემონსტრირებისათვის დაყენებული იყო კინეტოსკოპის 10 ყუთი. ერთი სეანსი ღირდა 25 ცენტი. ოკულარის საშუალებით ფილმების ყურება მოუხერხებელი იყო.

1895 წელს ძმებმა ლუმერებმა პარიზის გრან-კაფეში აჩვენეს პრველი კინოფილმი. დემონსტრირება მოხდა კინოპროექტორის საშუალებით, რომლის საშუალებითაც ხდებოდა გამოსახულებების პროეცირება დიდ ეკრანზე. ამის შედეგად შესაძლებელი გახდა ფილმის ბევრი მნახველისათვის ჩვენება. ამის შედეგი იყო ის, რომ ედისონის ინდივიდუალური სარგებლობისათვის განკუთვნილი კინეტოსკოპები გახდა არა აქტუალური და მათ გზა დაუთმეს კინოპროექტორებს.

ძმები ლუმერების მამა იყო ფოტოგრაფიით გატაცებული მხატვარი. ძმებს შორის კინემატოგრაფის გამომგონებელი იყო ლუი (1864–1948) ხოლო ოგიუსტი (1862–1954) ეხმარებოდა ძმას და მონაწილეობას ლეზულობა კინოგადაღებებში. 1895–1896 წლებში მათ გადაიღეს დაახლოებით 50 მოკლენეტრაჟიანი ფილმი. მათვე ეკუთვნის სახელწოდება „კინემატოგრაფი“. ისინი იღებდნენ დოკუმენტურ ფილმებს (მაგალითად, „მატარებლის შემოსვლა სადგურში“), კომედიებს („მორწყული მომწყველი“) და სათამაშო ფილმებს. კინოსეანსები ტარდებოდა პიანინოს ან საქსაფონის აკომპანირებით. უკანასკნელი ფილმი ძმებმა გადაიღეს 1898 წელს, ხოლო მათ მიერ საერთო ჯამში გადაღებული იქნა 1800 კინოფირი. მათი გამოგონება სწრაფად გავრჩელდა ჯერ ევროპაში, შემდეგ კი ამერიკაში.

ძმებმა ლუმერებმა მსოფლიოს აჩუქეს არა მარტო კინემატოგრაფი. მათი კვლევითი საქმიანობის ასევე მნიშვნელოვანი სფერო იყო ფოტოგრაფია: ჯერ შავ-თეთრი, ხოლო შემდეგ კი ფერადი. მრავალწლიანი მუშაობის შედეგად მათ დაამუშავეს ავტოქტომის რეცეპტი – ფირფიტები ფერადი ფოტოგრაფირებისათვის. მინის ფირფიტაზე მათ დაჰქონდათ წვრილად დაქუცმაცებული კრახმალი, ლურჯი, მწვანე და წითელი საღებავები, ნაცარი, ფოტოემულსია, წებო, მათ ურევდნენ ერთმანეთში და აშრობდნენ. ძმებმა ლუმერებმა დაამუშავეს და დაიწყეს ავტოქტომის ფირფიტების სამრეწველო გამოშვება. ამის შედეგად, ფოტომოყვარულებმა მიიღეს მინის ფირფიტები პოზიტიური გამოსახულებით და კამერაში ფერებით. მათგან შესაძლებელი იყო ფოტოსურათების დაბეჭდვა ან მათი ლუპით დათვალიერება, შესაძლებელი იყო აგრეთვე მათი დაპროექტორში ჩადება ან ფოტოალბომში შენახვა.

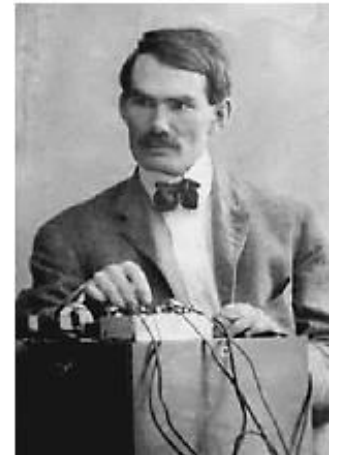
ფოტოგრაფირების კომერციული წარმატება განაპირობა ხელმისწვდომმა ფასმა, გასული საუკუნის დასაწყისისათვის ფოტოგრაფირების მაღალმა სისწრაფემ და მიღებული ფოტოსურათების ნატურალურობამ. ავტოქტომის ფირფიტების წარმოება ხდებოდა 1907 წლიდან 1932



ნახ. 3.5.11. ძმები ლუმერები

წლამდე. 50 ქვეყანაში ჩვენ დრომდე შემორჩა ავტოქრომის ფირფიტებზე გადაღებული ათეულობით ათასი ფერადი ფოტოსურათი.

თითქმის 30 წლის განმავლობაში კინო რჩებოდა მუნჯი, მხოლოდ შემდეგ გახდა შესაძლებელი კონოს გახმოვანება. ამისათვის, კინოფირზე დაიწყეს ოპტიკური მეთოდით ხმოვანი ბილიკის ჩაწერა. ფილმის ჩვენების დროს კი ფოტოელემენტის საშუალებით ამ ბილიკიდან კითხულობდნენ ხმას. კინოფირზე ოპტიკური მეთოდით ხმის ჩაწერის პირველი სისტემა შექმნა ამერიკელმა გამომგონებელმა ლი დე ფორსეტმა (1873–1961). კინოფირის გაუმჯობესებულ ნაწილზე ხმოვანი ბილიკის სახით დატანილია ფოტოგრაფიული ფონოგრამა, რომლის სიგანეც იცვლება ხმის ცვლილების შესაბამისად. კინოსაპროექციო დანადგარში კინოპროექტორის მილაკის სინათლის სხივი გაივლის ფონოგრამის ზოლს და ცვლილებებს ასახავს ფოტოელემენტი, რომელიც სინათლის სიგნალებს გარდაქმნის ელექტრულ სიგნალებად. ხდება ამ სიგნალების გაძლიერება, ფილტრების საშუალებით დამუშავება და ხმად გარდაქმნა. ოპტიკურ ხმას გააჩნია რიგი უპირატესობებისა, რომელთაც განსაზღვრეს მისი უნივერსალურობა. პრველ რიგში ესაა ეკონომიურობა წარმოების დროს, რადგანაც კინოფირზე ოპტიკური ფონოგრამის დატანა ხდება დამოსახულებასთან ერთდროულად. ხმოვანი ბილიკის სიცოცხლის ხანგრძლივობა იმდენივეა, რაც გამოსახულების და პრაქტიკულად საკმაოდ ხანგრძლივია. კინოპროექტორში დამონტაჟებული ოპტიკური სიგნალების წამკითხველი თავაკი მაქსიმალურად ეფექტურია და მარტივია მისი მომსახურება.



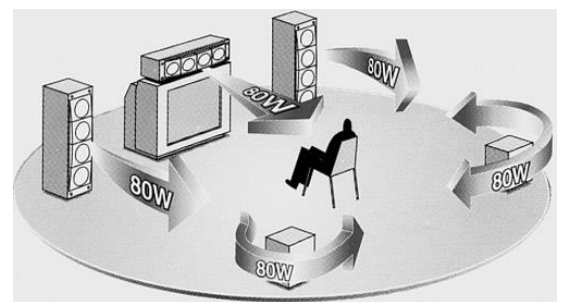
ნახ. 3.5.12. ლი დე ფორსეტი

პირველად ხმის და გამოსახულების ერთდროულად ჩაწერა დაიწყო დ. ისტმენის მიერ შექმნილ ფირზე. ეს მოხდა XIX საუკუნის ბილოს და XX საუკუნის დასაწყისში. პირველი ხმოვანი კინო იყო „ჯახის ხმები“ და გამოშვებული იქნა 1927 წელს აშშ-ში.

ფოტო და კინოფირები საკმაოდ დიდი ხანი იყო შავ-თეთრი და შემდეგ შეიქმნა ფერადი ფირები. თუმცა კი, ფრანგმა ლ. დიუკო დიუ ორონმა ჯერ კიდევ 1868–1869 წლებში მიიღო ფერადი გამოსახულება.

36-მილიმეტრიანი ფოტო და კინოფირების კადრების სტანდარტული ზომაა 24x36 მმ. ფირს ორივე მხარეზე გააჩნია პერფორაცია გაჭიმვისათვის გადაღების და ეკრანზე პროექციის დროს. ასეთი კინოფირები გამოიყენება პროფესიულ კინოში. გამოიყენებოდა აგრეთვე 16-მილიმეტრიანი კინოფირებიც, ხოლო 1960–1990 წლებში კინომოყვარულთა კინოგადაღებებისათვის გამოიყენებოდა 8-მილიმეტრიანი შავ-თეთრი და ფერადი კინოფირები, რომელთაც პერფორაცია ჰქონდათ მხოლოდ ერთი მხრიდან. მას შემდეგ, რაც გამოჩნდა სამოყვარულო ვიდეოკამერები, სამოყვარულო კინოგადაღებები პრაქტიკულად „ჩაკვდა“ და დაიწყო მაგნიტური ვიდეოგადაღებების ხანა. პროფესიული კინო კი დღესაც აგრძელებს სიცოცხლეს. უკანასკნელ ხანს დიდი პროგრესი იქნა მიღწეული კინოფირზე ხმის ბილიკის ჩაწერის საქმეში. კინომოყვარული დღეს სადაც არ უნდა იჯდეს კინოდარბაზში, ფილმს უყურებს სივრცული ხმის თანხლებით და სპეციალური ეფექტების გამოყენებით.

დოლბი (Dolby) არის მრავალარხიანი ხმის ჩაწერისა და გახმოვანების ტექნოლოგია. ამ ტექნოლოგიის მიხედვით სივრცული ხმის ჩაწერა ხდება ორ ხმოვან ბილიკზე ბილიკებზე ჩაწერილია ინფორმაცია როგორც მარცხენა და მარჯვენა არხები-



ნახ. 3.5.13. აკუსტიკური სისტემა

სათვის (შიდა სტერეო ხმა), ასევე მესამე (ცენტრალური) არხისათვის და მეოთხე არხისათვის (surround), რომელიც იძლევა მოცულობით ხმას დარბაზში და სპეცეფექტებს (ნახ. 3.5.13).

Dolby Digital არის სიახლე კინოხმის ტექნოლოგიაში. ამ ტექნოლოგიით ოთხარხიანი ანალოგურ SR (surround) ჩანაწერთან ერთად კიდევ ხდება ექვსარხიანი ციფრული ოპტიკური ჩანაწერის გაკეთება. ფირზე ციფრული ბილიკი მოთავსებულია მის მარჯვენა მხარეზე. Dolby Digital ფორმატმა მსოფლიოს კინოთეატრებში უკვე დაამტკიცა თავისი უპირატესობები, ესენია მაღალი ხარისხი, საიმედოობა და პრაქტიკულობა.

### 3.5.2. მაგნიტური ვიდეოჩაწერა

ვიდეომაგნიტოფონისა და გადასაღები ვიდეოკამერის გამოგონებამ შესაძლებელი გახადა მაგნიტურ ფირზე არა მარტო ხმის, არამედ მოძრავი გამოსახულების ჩაწერაც. გამოსახულების ჩაწერა ბევრად უფრო მეტ პრობლემებთან არის დაკავშირებული. ადამიანს შეუძლია გაიგონოს ხმები სიხშირულ დიაპაზონში 20–დან 20 000 ჰერცამდე. ხარისხიანი ჩანაწერების გაკეთება სწორედ ამ დიაპაზონში ხდება. გამოსახულების ჩაწერისათვის კი საჭიროა ბევრად უფრო მაღალი სიხშირე, 6 Mჰერცზე მეტი. ჩვეულებრივი მაგნიტოფონისათვის კი ეს ნიშნავს, რომ ფირის მოძრაობის სიჩქარე უნდა აღემატებოდეს 200 კმ/სთ სიჩქარეს.

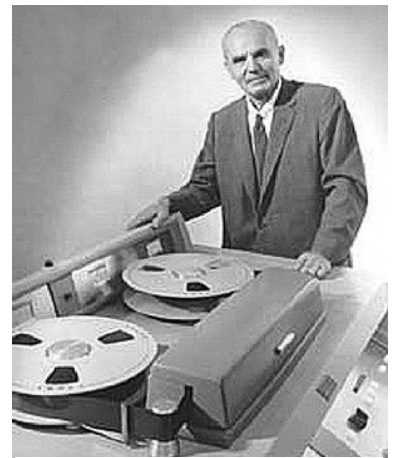
1951 წელს ამერიკელმა მეცნიერებმა ვ. სელსტედმა, ა. პონიატოვმა და მ. სტოლიაროვმა დაამუშავეს ვიდეომაგნიტოფონის კონსტრუქცია მბრუნავი მაგნიტური თავაკებით (ნახ. 3.5.14). მათ მბრუნავი თავაკების გამოყენების იდეა მიაწოდა ჩარლზ პ. გინსბურგმა (1920–1992), რომელმაც 1952 წელს დაიწყო მუშაობა ა. პონიატოვის კომპანია Ampex-ში. ვიდეოჩაწერის იმდროინდელი მოწყობილობები მუშაობდა ძალიან მაღალ სიჩქარეზე – 6 მ/წმ, ამიტომ ვიდეოფირის ხარჯი იყო ძალიან დიდი.

თავის მოწყობილობაში Ampex VRX-1000 გინსბურგმა გამოიყენა ძალიან მაღალი სიჩქარით მბრუნავი მაგნიტური თავაკები, რის შდეგადაც შესაძლებელი გახდა მაგნიტური ფირის მოძრაობის სიჩქარის შემცირება. გინსბურგის გამოგონებამ განსაზღვრა ანალოგური აუდიო და ვიდეომაგნიტოფონების მომავალი.

გამოსახულებების ჩაწერისა და წაკითხვის დროს მაგნიტური ფირის მოძრაობის სიჩქარის გაზრდის მაგივრად, ვიდეომაგნიტოფონებში და ვიდეოკამერებში მაგნიტური თავაკები დაამაგრეს დიდი სიჩქარით მბრუნავ ღერძზე, ხოლო სიგნალების ჩაწერა ხდებოდა ფირის არა გასწვრივ, არამედ განივად. მაგნიტური თავაკის ბრუნვის ღერძი დახრილია ფირის მიმართ და ამიტომ, მაგნიტური თავაკი ყოველი შემობრუნებისას ფირზე წერს დახრილ სტრიქონს. ამის გამო, ჩაწერის სიმკვრივე მნიშვნელოვნად იზრდება და ამ დროს მაგნიტური ფირის მოძრაობის სიჩქარე არის მხოლოდ 2 მმ/წმ.

მაგნიტური ვიდეოჩაწერის გამოგონებამდე ყველა სატელევიზიო გადაცემა მიდიოდა მხოლოდ „პირდაპირ ეთერში“. ეს ძალიან ბევრ უხერხულ მომენტს ქმნიდა, ყველა შეცდომას პირდაპირ უყურებდა მაყურებელი. ვიდეოჩანაწერმა შესაძლებელი გახადა სატელევიზიო გადაცემების ვიდეომონტაჟი, მათი ჩაწერა, შენახვა და ნებისმიერ დროს გადაცემა. ჩვენს დროში გადასაღები ვიდეოკამერა და ვიდეომაგნიტოფონი გახდა აუცილებელი ატრიბუტი არა მარტო ტელევიზიებისათვის, არამედ ფართოდ გამოიყენება ყოფაცხოვრებაში.

სამოყვარულო ვიდეოკამერებმა ხმარებიდან განდევნა სამოყვარულო კინოკამერები. მათში ერთდროულად ხდება ხმის (ჩამონტაჟებული მიკროფონის საშუალებით) და ფერადი



ნახ. 3.5.14. ა. პონიატოვი



გამოსახულების ჩაწერა. მათ ახასიათებთ ძალიან მაღალი მგრძობიარობა. სიმკვეთრის, ფოკუსის და დიაფრაგმის დეცენბა სრულად ავტომატიზებულია. ვიდეოგადაღების შედეგის ნახვა შეიძლება მაშინვე, არავითარი გამყდავენება საჭირო არ არის.

თანამედროვე ვიდეოკამერებში ოპტიკური გამოსახულება ნახევარგამტარული მატრიცების საშუალებით გარდაიქმნება ელექტრულ ფორმაში და ჩაიწერება მაგნიტურ ვიდეო ფირზე.

ვიდეოკამერები აღჭურვილია მაღალხარისხიანი ობიექტივებით. მაგალითად, Sony-ს ფირმის DV ფორმატის ვიდეოკამერები აღჭურვილია Carl Zeiss ფირმის საუკეთესო ობიექტივებით (ნახ. 3.5.15). ძვირფას ვიდეოკამერებში გამოიყენება ვარიო-ობიექტივები ცვლადი ფოკუსური მანძილით (ე.წ. ZOOM-ობიექტივები), რომლებიც უზრუნველყოფენ 10-ჯერად გადიდებას. ეს ნიშნავს, რომ ვიდეოგადაღების დროს ადგილიდან დაუძვრელად გადასაღები ობიექტი მოვიყვანოთ ახლოს, ან პირიქით დავაშოროთ და ეს ხდება მდორედ. გარდა ამისა, კიდევ გამოიყენება ციფრული გადიდება, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია 400-ჯერადი და კიდევ უფრო მეტჯერ გადიდება, რომლის დროსაც გადასაღები ობიექტის ფრაგმენტი გაიშლება მთელ ეკრანზე.



ნახ. 3.5.15. Sony-ს ფირმის თანამედროვე ციფრული ვიდეოკამერა

თანამედროვე ვიდეოკამერებში ასევე გამოიყენება გამოსახულების სტაბილიზაციის სისტემა, რომელიც დიდი სიზუსტით აღმოფხვრის კამერის კანკალის შედეგად მიღებულ ხარვეხს.

თავდაპირველად სტუდიურ გადამცემ ვიდეოკამერებში ოპტიკური სიგნალების ელექტრულ სიგნალებად გადასაყვანად იყენებდნენ ვიდეოკონს (გამოსახულების გადამწოდ). ეს იყო ვაკუმური ელექტრონულ-სხივური მოწყობილობა, რომელშიც გამოყენებული ფოტომგრძობიარე სამიზნე გამოიყენებოდა გამოსახულების სტრიქონებად წასაკითხად.

ვიდეოკამერებს ამ დროს გააჩნდათ საკმაოდ დიდი გაბარიყული ზომები და მაღალი ინერციულობა, სუსტი მგრძობიარობა, ენერგომახმერების დიდი მაჩვენებელი და ვარგისიანობის მცირე დრო. ამიტომ, თანამედროვე მობილურ ვიდეოკამერებში, ისევე როგორც თანამედროვე ციფრულ ფოტოაპარატებში, ვიდეოკონის ნაცვლად გამოიყენება სპეციალური მატრიცები. სწორედ ამ მატრიცების გამოყენება უზრუნველყოფს ვიდეოკამერების მაღალ მგრძობიარობას, რის შედეგადაც შესაძლებელი გახდა ვიდეოგადაღებები სუსტი განათების პირობებშიც, მაგალითად, კოცონის, ან სანთლის შუქზე.

ვიდეოფიზე ისევე, კინოფირზეც, მოძრავი გამოსახულებელის და ხმის ჩაწერა ხდება ინფორმაციის ერთ მატარებელზე – მაგნიტურ ვიდეოფირზე (ნახ. 3.5.16). ვიდეოჩაწერის ყველაზე გავრცელებული სტანდარტია VHS (Video Home System - საოჯახო ვიდეო). ამ სტანდარტის მიხედვით მაგნიტური ფირის სიფართე არის 12,5 მმ. პორტატიული ვიდეოკამერებისათვის გამოიყენება შემცირებული ზომების კასეტა ფირის იგივე ზომებით – VHS Compact. ვიდეომაგნიტაფონში მათი გაშვებისათვის მას ათავსებენ სპეციალურ ადაპტერში, რომელსაც გააჩნია სტანდარტული VHS ვიდეოკასეტის ზომები. VHS სტანდარტის ვიდეოკასეტების გამოშვება ხდება ჩაწერის დროით 120, 180, 195 და 240 წუთი. ამ კასეტებზე, აუდიო კასეტებისაგან განსხვავებით, ჩაწერა ერთმხრივია.



ნახ. 3.5.16. ვიდეოკასეტა VHS

საყოფაცხოვრებო VHS ვიდეოაპარატურა დამუშავებული იქნა 1976 წელს იაპონური ფირმის JVC (Japan Victor Company) მიერ. დამუშავებას ხელმძღვანელობდა სიძიო ტაკანო. უკვე 1974 წელს იაპონურმა კომპანია Sony-მ შექმნა საყოფაცხოვრებო ვიდეოაპარატურა, მაგრამ მისი სისტემა Betamax-ი უზრუნველყოფდა მხოლოდ 60 წუთის ჩაწერის დროს, ეს არასაკმარისი იყო ვიდეოფილმებისა და სპორტული შეჯიბრებების ჩასაწერად. ტაკანოს ჯგუფმა C-მ შეძლო ჩაწერის დრო გაეზარდა 120 წუთამდე, შემდეგ კი 180 და 240 წუთამდე. ამის შედეგად, JVC ფირმამ შეძლო მკაცრ კონკურენციულ ბრძოლაში დაემარცხებინა კომპანია Sony. მათ მხარი დაუჭირეს დიდმა იაპონურმა კომპანიებმა Matsushita, Hitachi და Sharp-მა. ამის შედეგად VHS სტანდარტი გახდა საყოველთაო სტანდარტი საყოფაცხოვრებო ვიდეოაპარატურისათვის. ყველა თანამედროვე ვიდეომანქანაფონი გათვლილია VHS სტანდარტის ვიდეოკასეტების გამოყენებაზე. ამჟამად მსოფლიოში გამოშვებულია ამ სტანდარტის მილარდამდე ვიდეომანქანაფონი.

თანამედროვე ვიდეომანქანაფონებს ჩაწერის და გაშვების ძირითადი სიჩქარის (SP) გარდა გააჩნიათ ორჯერ შემცირებული სიჩქარე – Long Play (LP). ეს სტანდარტული კასეტისათვის იძლევა ჩაწერისა და გაშვების ხანგრძლიობის ორჯერ გაზრდის საშუალებას (თუმცა კი ეს ხდება ხარისხის მცირე შემცირების ხარჯზე).

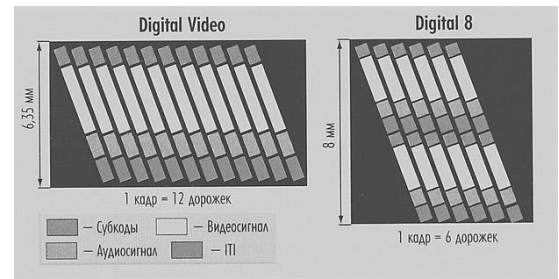
ფირმა Sony-მ დაამუშავა და უშვებს მინიატურულ ვიდეოკასეტებს სტანდარტით Video-8 (Hi8). მათში მაგნიტური ფირის სიფართო არის 8 მმ. ამის შედეგად შესაძლებელი გახდა საყოფაცხოვრებო პორტატიული ვიდეოკამერების გაბარიტების შემცირება. მათ შორის ყველაზე სრულყოფილად ითვლებოდა ვიდეოკამერები, რომელთაც გააჩნდათ გადაღების დროს გამოსახულების კონტროლის საშუალება და გააჩნდათ თხევადკრისტალური მინიატურული დისპლეი. მათი საშუალებით შესაძლებელია ახლადგადაღებული ვიდეოფილმის დათვალიერება პირდაპირ გადამღებ ვიდეოკამერაზე. სრულყოფილი დათვალიერება კი ხდება ტელევიზორის ეკრანზე. Video-8 სტანდარტის მინიატურული ვიდეოკასეტის ვიდეომანქანაფონში ჩადება არაა შესაძლებელი. საჭიროა წინასწარ მისი VHS სტანდარტის ვიდეოკასეტაზე გადაწერა. კასეტების გადაწერის დროს ხდება ხარისხის შემცირება, უფრო მეტად ვიდრე ეს ხდება აუდიო კასეტების გადაწერის დროს, რადგანაც VHS და Hi8 კასეტებზე ვიდეოჩაწერა ხდება ანალოგური მეთოდით. თანამედროვე ვიდეოკამერებში მრავალჯერადი გადაწერის შემთხვევაშიც კი არ ხდება ხარისხის შემცირება.



ნახ. 3.5.17. თანამედროვე ვიდეომანქანაფონი

1995 წელს კონსორციუმ 55-ის ელექტრონიკის წამვანმა მწარმოებლებმა, მათ შორის კომპანიებმა Sony, Philips, Hitachi, Panasonic и JVC მიიღეს მაგნიტურ ფირზე ციფრული ჩაწერის ფორმატი DVC (Digital Video Cassette) ანუ DV (Digital Video). უკვე 1995 წლის ბოლოს კომპანია Sony-მ წარმოადგინა პირველი DV-ვიდეოკამერა. ახლა უკვე შესაძლებელი გახდა ვიდეოკამერიდან რთული გარდაქმნების გარეშე ვიდეოფილმის გადატანა კომპიუტერის ვინჩესტერზე და პირიქით. DV წარმოადგენს 6,35 მმ სიფართის მაგნიტურ ფირზე ჩაწერის ფორმატს 18,831 მმ/წმ სიჩქარით. მაგნიტური ფირის სიფართო და ჩაწერის სიჩქარე გაცილებით ნაკლებია VHS ანალოგურ სტანდარტთან შედარებით. ამის შედეგად, კასეტას mini-DV გააჩნია ზომები 66x48x12,2 მმ და გათვლილია ჩაწერის დროზე 60 წუთი. ამ დროს, კი 125x78x14,6 მმ ზომების მქონე კასეტაზე ჩაწერის დრო არის 120, 180 და 240 წუთი. შემოთავაზებული იქნა აგრეთვე DV-კასეტა მეხსიერების მიკროსქემით, რომელიც გამოიყენებოდა ჩაწერილი ვიდეოსიუჟეტების სიის შესანახად (მათ შორის, ყოველი ვიდეოფრაგმენტისათვის დასაწყისისა და დასასრულის დროითი კოდებისა, ასევე სამონტაჟო ჭდეების და ასევე დუბლებისა და სცენარის ნომრებისათვის).

მაგნიტურ ფირზე ყოველ კადრს შეესაბამება 10 მკმ სიფართის 12 დახრილი სტრიქონი (ნახ. 3.5.18). ყოველ მათგანზე, აუდიო და ვიდეო ინფორმაციის, სათის, წუთების, წამების და კადრის რიგითი ნომრის გარდა შესაძლებელია ვიდეო-გადაღებაზე დამატებითი ინფორმაციის ჩაწერა. ყველა DV-კამერას შეუძლია ფოტოგადაღების რეჟიმში მუშაობა და 6–7 წამის განმავლობაში ცალკეული გამოსახულებების ფიქსირება ხმის თანხლებით. ვიდეო კამერას შეუძლია შეასრულოს ციფრული ფოტოაპარატის მოვალეობა მოცულობით 500–600 კადრი. უკვე შექმნილია ვიდეომაგნიტაფონი Sony DHR-1000.



ახ. 3.5.18. ვიდეო ჩანაწერის სქემა DV და Digital 8 ციფრული კასეტებისათვის

DV ციფრულ ფორმატთან ერთად ფირმა Sony-მ დაამუშავა ახალი ციფრული ტექნოლოგია Digital 8, რომელმაც უნდა წაშალოს საზღვრები ციფროლ და ანალოგურ ფორმატებს შორის. ის იძლევა ანალოგური ჩაწერისათვის განკუთვნილ ჩვეულებრივ Hi8 კასეტაზე DV ციფრული ჩანაწერის გაკეთების საშუალებას. H8 კასეტა DV კასეტასთან შედარებით ბევრად უფრო იაფია, მაგრამ გაბარიტებით ცოტა უფრო დიდია.

Hi8 ტიპის კასეტებზე ციფრული ჩაწერა ხდებოდა ახალი ვიდეოკამერებით Digital 8. ამ კამერების მიერთება შესაძლებელია კომპიუტერთან ან რომელიმე DV-მოწყობილობასთან, რაც იძლევა ხარისხის გაუარესების გარეშე გადაწერის საშუალებას და უზრუნველყოფს ჩანაწერების მონტაჟის მოხერხებულობას. გარდა ამისა, Digital 8 კამერების საშუალებით შესაძლებელია ადრე გაკეთებული ანალოგური ჩანაწერების ციფრულ ფორმატში გადაყვანა და ასევე, შესაძლებელია ანალოგური და ციფრული შერეული ჩანაწერების ჩვენება. უფრო ფართე Hi8 ფირი იძლევა იგივე ინფორმაციის ჩაწერის საშუალებას, რაც ჩაწერება DV ფორმატში, მაგრამ ამ დროს ყოველი კადრის ინფორმაცია იწერება ბილიკების ორჯერ უფრო ნაკლებ რაოდენობაზე (6 ნაცვლად 12-ისა). ფირის მოძრაობის სიჩქარე გაზრდილია 1,5 ჯერ, ამიტომ 2 საათიან Hi8 ტიპის კასეტაზე იწერება მხოლოდ 1 საათი და 40 წუთი ციფრული ჩანაწერი.

ფირმა Hitachi-მ გამოუშვა პირველი სამოყვარულო ციფრული ვიდეოკამერა ვიდეოკასეტის გარეშე. მასში გამოსახულება იწერებოდა 260 Mბაიტი მოცულობის მქონე მოსახსნელ მყარ დისკზე (ე.წ. „ვინჩესტერზე“). მისი მოცულობა საკმარისი იყო 20 წუთიანი ვიდეო ჩაწერისათვის. ციფრულ ფორმატში ჩაწერილი ვიდეოფილმის ნახვა შესაძლებელია პერსონალურ კომპიუტერზე ან შესაძლებელია მისი გარდაქმნა ანალოგურ სიგნალად და შემდეგ თელევიზორით ნახვა. შესაძლებელია ეს კამერა გამოყენებული იქნას როგორც ციფრული ფოტოაპარატი. მაშინ, მეხსიერების ეს მოცულობა საკმარისია 3000 ფერადი ფოტოსურათის გადასაღებად ან ხმოვანი კომენტარებიანი 1000 ფერადი ფოტოსურათის გადასაღებად. ჩაწერა ხდება კომპიუტერებისათვის სტანდარტად მიღებულ MPEG/JPEG ფორმატში შეკუმშვით, ამიტომ პერსონალური კომპიუტერის საშუალებით შესაძლებელია ამ ფირის ნახვაც და რედაქტირებაც. ამ კამერის ღირსებას წარმოადგენს ისიც, რომ მათზე შესაძლებელია ვიდეოფრაგმენტების და ფოტოსურათების კომბინირებაც.

ნებისმიერ თანამედროვე ვიდეოკამერაში გათვალისწინებულია ფოტორეჟიმი, რომელიც იძლევიან სტოპ-კადრების ვიდეოფირზე ჩაწერის საშუალებას. კიდევ უფრო თანამედროვე ვიდეოკამერებში გამოყენებულია ფლემ-მეხსიერება. თანამედროვე ციფრულ ფოტოაპარატებშიც გათვალისწინებულია მოკლე ვიდეო ფრაგმენტების გადაღების რეჟიმი. ამასთან დაკავშირებით უნდა აღინიშნოს, რომ ვიდეოკამერებით გადაღებული ფოტოსურათების ხარისხი, ისევე როგორც, ფოტოაპარატებით გადაღებული ვიდეო ფრაგმენტების ხარისხი არაა მაღალი.

ფირმა Panasonic-მა გამოუშვა კამერა „ტრანსფორმერი“, რომელსაც შეუძლია გადაიქცეს ფოტოაპარატად და ვიდეოკამერად. მას გააჩნია საერთო ოპტიკური მოდული, რომელიც მოიცავს ობიექტივს გარდამქმნელით, თხევადკრისტალიან დისპლეის და ხედების ოპტიკურ მადებარს. ვიდეოკამერაში გათვალისწინებულია აგრეთვე ორი ფუნქციონალური ბლოკი: ფოტო-ბლოკი (ჩამონტაჟებული ფოტოგანათებით) და ვიდეობლოკი (ლენტის გადახვევის მექანიზმით და კვების ბატარეით). ოპტიკურ მოდულში გამოყენებულია მატრიცა 1,08 მილიონი პიქსელით, რომელიც უზრუნველყოფს მაღალ ხარისხს ფოტოგრაფირებისათვისაც და ვიდეო გადაღებებისათვისაც.

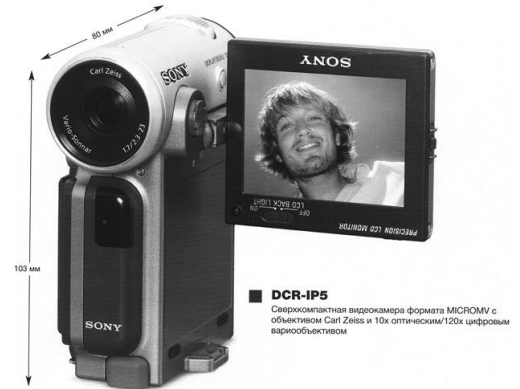
საკმაოდ დიდი ხანი miniDV კასეტა ითვლებოდა ყველაზე კომპაქტურ კასეტად. მაგრამ, შემდეგ გამოჩნდა ახალი ფორმატი MICRO MV Sony. ამ ფირმამ საყოფაცხოვრებო ვიდეოკამერებში პირველად გამოიყენა ინფორმაციის შეკუმშვის უფრო ეფექტური მეთოდი. ამის შედეგად ვიდეოკასეტის ზომა სამჯერ შემცირდა miniDV კასეტებთან შედარებით (ნახ. 3.5.19).

ამ მინიკამერების საშუალებით შესაძლებელია გამოსახულებების ჩაწერა ფლემ-მეხსიერების ბარათებში Memory Stick. 128 Mბაიტის ბარათში ეტევა 82 წუთიანი ვიდეოჩანაწერი.

თანამედროვე ვიდეოკამერებში ვიდეოგამოსახულებების ჩასაწერად მაგნიტური ფირის გამოყენების მაგივრად შესაძლებელია მრავალჯერადი ჩაწერის ოპტიკური DVD-RW დისკების გამოყენება. ვიდეოკამერაში ჩაწერილი დისკი მაშინვე შეიძლება სანახავად ჩაიდოს DVD-პლეერში. ოპტიკური DVD დისკების ზომები (8 სმ) თანაზომადია კასეტებიანი ვიდეოკამერების ზომებთან. DVD დისკებზე ჩაწერის დრო არის 30 წუთი, ხოლო „ეკონომის“ რეჟიმში კი 60 წუთი. „ეკონომის“ რეჟიმში რა თქმა უნდა ხდება ვიდეოგამოსახულების ხარისხის მცირეოდენი შემცირება. 4,7 Gბაიტი ტევადობის დისკზე შესაძლებელია მაღალი ხარისხის 2000 ფოტოსურათის მოთავსება. DVD ტექნოლოგია იძლევა ნებისმიერ კადრთან მყისიერი წვდომის შესაძლებლობას. მაგნიტურ ფირიან ვიდეოკამერებში ეს შეუძლებელია, რადგანაც საჭირო კადრის მოსაძებნად საჭიროა ფირის გადახვევა და კადრების ძებნა. სპეციალური პროგრამების საშუალებით DVD ვიდეოკამერები იძლევიან ვიდეოფილმების მოსახერხებელი კომპიუტერული მონტაჟის შესაძლებლობას. გადაღების ჩაწერა, მიუხედავად მათი მაღალი ფასისა, რეკომენდირებულია გადაწერად DVD-RW ოპტიკურ დისკებზე, ხოლო ჩანაწერების შენახვა კი ჩვეულებრიბ DVD-R დისკებზე.

ვიდეოკამერების ყველა მოდელი შეიცავს ლენტის გადახვევის და DVD-დისკების ამძრავების რთულ მექანიზმებს.

ვიდეოკამერებს შორის ყველაზე რევოლუციურ მოდელს წარმოადგენს ვიდეოკამერა Panasonic SV-AV100E (ნახ. 3.5.21), რომელიც სრულიად არ შეიცავს მოძრავ მექანიკურ კვანძებს. მასში ვიდეო და ფოტოსურათების ჩაწერა ხდება ფლემ-მეხსიერების SD ბარათზე. ჩაწერის ფორმატებად გამოიყენება MPEG-2 ან MPEG-4. მაქსიმალური გარჩევისუნარიანობის MPEG-2 სურა-



ნახ. 3.5.19. ფირმა Sony-ს Micro MV ფორმატის ვიდეოკამერა



ნახ. 3.5.20. ფირმა Sony-ს ვიდეოკამერები DVD დისკებზე ჩაწერით



ნახ. 3.5.21. ციფრული ვიდეოკამერა SV-AV100E



თი (705x576 წერტილი) ხარისხით შედარებადია DVD-დისკზე ჩაწერასთან. ვიდეო კამერა აღჭურვილია თხევადკრისტალიანი დისპლეით, დიაგონალის ზომით 2,5 დიუმი. 512 Mბაიტი მოცულობის მქონე ფლემ-მეხსიერების SD ბარათი უზრუნველყოფს ჩაწერას მაქსიმალური გარჩევისუნარიანობით 10 წუთის განმავლობაში, ხოლო MPEG-4 ფორმატში, ხარისხის შესამჩნევი გაუარესებით, მეხსიერების მოცულობა საკმარისია ჩაწერისათვის 10 საათის განმავლობაში. ვიდეოკამერის გაბარიტებია 33x90x65 მმ, ხოლო წონა - 156 გრამი.

დღეს გამოიყენება სწორედ ასეთი ვიდეოკამერები, ფოტოკამერები და დიქტაფონები, მოძრავი და მექანიკური კვანძების გარეშე და მომავალიც მათ ეკუთვნის. მათი საიმედოება უფრო მაღალია, მსუბუქი და მინიატურულია, სიარულის დროს არ ეშინიათ ნჯღრევის და მექანიკური დარტყმების.

სურათის გადასაღებად საჭიროა ოპტიკური გამოსახულების მიღება და შემდეგ მისი დამაგრება. პირველ პროცესზე პასუხს „აგებს“ ფიზიკა, ხოლო მეორეზე კი ქიმია. მაგრამ, ეს ეხება ფოტოგრაფირების ტრადიციულ პროცესს. ციფრული ფოტოგრაფირების თანამედროვე პროცესში გამოსახულების დამაგრების პროცესზეც პასუხისმგებელია ფიზიკა და არა ქიმია. ამისათვის, ოპტიკური სიგნალი გარდაიქმნება ელექტრულ სიგნალად. ტრადიციული ფოტოფირის მაგივრად გამოიყენება ინფორმაციის თანამედროვე მატარებლები – მატრიცები, რომლებიც შედგება მიკროსკოპიული ელემენტების – პიქსელების სიმრავლისაგან.

1975 წელს კომპანია Kodak-ის თანამშრომელმა, ინჟინერმა სტივ სასსონმა გააკეთა კომპანია Fairchild-ს მიერ დამზადებულ მატრიცებზე მომუშავე პირველი კამერა. კამერა იწონიდა 3 კილოგრამამდე და შეეძლო 100x100 პიქსელის ზომის ფოტოსურათების მაგნიტურ კასეტაზე ჩაწერა. თითოეული ჩანაწერის გაკეთებას ფოტოკამერა ანდომებდა 23 წამს. 1981 წელს კომპანია Sony-მ გამოუშვა კამერა Mavica (Magnetic Video Camera), რომლისგანაც იწყება თანამედროვე ციფრული ფოტოგრაფიის ისტორიის ათვლა. Mavica-ს გააჩნდა გარჩევისუნარიანობა 570x490 პიქსელი (0,28 Mპიქსელი). ციფრული მეხსიერების მოწყობილობას წარმოადგენდა იმ დროს ფართოდ გავრცელებული მოქნილი მაგნიტური დისკი, რომლის მოცულობაც იყო მხოლოდ 1,44 Mბაიტი. ამიტომ, ყოველი შემდგომი ფოტოკამერა მეხსიერების მოწყობილობად გამოიყენებდა ფლემ-მეხსიერების ბარათებს. ამან განაპირობა არა მარტო მეხსიერების მოცულობის გაზრდა, არამედ ციფრული ფოტოკამერების გაბარიტების შემცირებაც.

ციფრული ფოტოკამერის მოქმედების პრინციპი მდგომარეობდა შემდეგში: ფოტოკამერის ოპტიკური სისტემის (ობიექტივი) საშუალებით ხდება შემცირებული ზომებით ფოტოგრაფირების ობიექტის ფოკუსირება და პროექცირება შუქმგრძობიარე ელემენტების ნახევარგამტარულ მატრიცაზე (CCD). CCD მატრიცა არის ანალოგური მოწყობილობა: გამოსახულების ყოველ პიქსელში აღიძვრება ელექტრული დენი, რომლის სიდიდეც პირდაპირპროპორციულად დამოკიდებულია პიქსელზე მოხვედრილი სინათლის ინტენსიურობაზე. CCD მატრიცაში პიქსელების სიმკვრივე რაც უფრო მაღალია, ფოტოკამერას მით უფრო მაღალი გარჩევისუნარიანობა ექნება. შემდეგ მიღებული ანალოგური სიგნალი ციფრული პროცესორის საშუალებით გარდაიქმნება გაციფრულებულ გამოსახულებად, რომელიც შემდეგ იკუმშება JPEG ფორმატში (ან მის მსგავს ფორმატში) და შემდეგ ჩაიწერება ფოტოკამერის მეხსიერების მოწყობილობაში. მეხსიერების მოწყობილობის მოცულობით განისაზღვრება დამახსოვრებული სურათების რაოდენობა. ფოტოკამერების მეხსიერების მოწყობილობებად გამოიყენება სხვადასხვა სახის დამგროვებლები – მოქნილი მაგნიტური დისკები, ფლემ-მეხსიერების ბარათები, ოპტიკური CD-RW დისკები სხვ. შემდეგ ეს დამახსოვრებული ელექტრული სიგნალები სურათების სახით შეიძლება გამოტანილი იქნას კომპიუტერის მონიტორზე, ტელევიზორზე, პრინტერის საშუალებით დაბეჭდილი იქნას ქაღალდზე ან გადაგზავნილი იქნას ელექტრონული ფოსტით ნებისმიერ მისამართზე. მატრიცაზე პიქსელების რაოდენობა რაც უფრო მეტია, მით უკეთესი იქნება ციფრული ფოტოგამოსახუ-

ლების ხარისხი. თანამედროვე ციფრული ფოტოაპარატების მატრიცებზე პიქსელების რაოდენობა შეიძლება იყოს 7 მილიონამდე (მეგაპიქსელები).

ციფრული ფოტოაპარატი აღჭურვილია დისპლევით, რომელზეც გადაღებული ფოტოსურათი აღიბეჭდება მყისიერად (ნახ. 3.5.22). ფოტოსურათის არავითარი გამჟღავნება და დეფიქსირება საჭირო აღარ არის. ფოტოსურათი თუ არ მოგვეწონა, შესაძლებელია მისი მაშინვე „წაშლა“ და მის ადგილზე ახალი ფოტოსურათის გადაღება. ერთადერთი, რაც ტრადიციული ფოტოაპარატიდან დარჩა თანამედროვე ციფრულ ფოტოაპარატში არის ობიექტივი და ობსკურის კამერა, რომელშიც მოთავსებულია შუქმგრძობიარე მატრიცა.



ნახ. 3.5.22. ციფრული ფოტოაპარატი

ციფრულ ფოტოაპარატებში გამორიცხულია მარილებისა და დეფიციტორი ვერცხლის შემცველი შუქმგრძობიარე მასალების გამოყენება, რომლებიც გამოიყენებოდა 100 წელზე მეტი ხნის განმავლობაში.

ციფრული ფოტოაპარატების კიდევ ერთ უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ მათი საშუალებით შესაძლებელია არა მარტო ფოტოსურათების გადაღება, არამედ შესაძლებელი ასევე ხანმოკლე ვიდეოსიუჟეტების გადაღებაც და თანაც ხმის თანხლებით. ამისათვის ციფრული ფოტოკამერები აღჭურვილია მიკროფონებით. ციფრული ფოტოაპარატებით გადაღებული ფოტოსურათების ხარისხი ეწევა ფოტოფირზე გადაღებული სურათების ხარისხს. დღეს გამოყენებული ფოტოაპარატების აბსოლუტური უმრავლესობა ციფრული ფოტოაპარატებია.

ინფორმაციის ისეთი ტრადიციული მატარებლები, როგორებიცაა ქაღალდი, პერფოლენტი, პერფობარათი, გრამფირფიჭა, მაგნიტური ფირი, ფოტოქაღალდი და კინოფირი დამახასიათებელი იყო XX საუკუნისათვის. დღეს მათზე მოთხოვნილება მნიშვნელოვნადაა შემცირებული.

### 3.5.3. ციფრული კინო

უკანასკნელ წლებში სწრაფად ვითარდება ციფრული კინო. ციფრული კინემატოგრაფი ეს არის ტრადიციული კინოფირის გამოყენების გარეშე ციფრული ტექნოლოგიების საფუძველზე კინოფილმების შექმნის, გავრცელებისა და კინოთეატრებში დემონსტრირების პროცესი. ციფრული კინოფილმების გადაღება ხდება მაღალხარისხიანი ვიდეოკამერების საშუალებით, ხოლო დემონსტრირება კი ციფრული ვიდეოპროექტორების საშუალებით, რომლებმაც სრულიად შეცვალეს კინოკამერები და კინოპროექტორები. ციფრული თხევადკრისტალიანი ვიდეოპროექტორები გამოიყენება საოჯახო კინოთეატრებშიც.

30 წლის წინათ პირველი ვიდეომაგნიტაფონის გამოჩენის შემდეგ თანდათან დაიწყო 35-მილიმეტრიანი კინოფირების შეცვლა ელექტრონული პროექციის სისტემებით. კინოფილმების ციფრული პროექციის სისტემები უკვე გამოჩნდა კინოთეატრებში. ციფრული პროექციის სისტემების ხარისხი გაუტოლდა ტრადიციული კინოფირის ხარისხს და ზოგიერთ შემთხვევაში გადააჭარბა კიდევაც კინოფილმების ტირაჟირების შედეგად მიღებული ფირების ხარისხს. ციფრული კინო უზრუნველყოფს გამოსახულებებისა და ხმის ერთნაირად მაღალ ხარისხს როგორც სტუდიებში, ასევე კინოთეატრებშიც. მაყურებელი ფილმს უყურებს ზუსტად ისე, როგორც ეს რეჟისორმა ჩაიფიქრა. ამ შესაძლებლობების წყალობით რეჟისორები (მაგ., ჯორჯ ლუკასი) აქტიურ პროპაგანდას ეწევიან ციფრული ტექნოლოგიების სასარგებლოდ. კინორეჟისორებს შორის ციფრულ კინოს მოწინააღმდეგეებიც ჰყავს, რომლებიც აცხადებენ, რომ არასდროს არ იტყვიან უარს ჩვეულებრივ კინოფირზე. ეს პროცესი შეიძლება შედარებული იქნას მუნჯი კინოდან ხმოვან კინოზე გადასვლის პროცესთან, როდესაც ჩარლი ჩაპლინსაც კი არ უნდოდა ხმის გამოყენებაზე გადასვლა, მაგრამ შემდეგ მაინც დაიწყო ხმოვანი ფილმების გადაღება.

კინომატოგრაფიაში ციფრული ტექნოლოგიების დანერგვით მსოფლიოში კინოინდუსტრიაში მილიარდ დოლარზე მეტი იზოგება მხოლოდ კინოფილმების ტირაჟირებაზე. ციფრული კინოს ტექნოლოგია მნიშვნელოვნად აუმჯობესებს კინოფილმების ყაჩაღობისაგან დაცვას – შეიძლება გამოყენებული იქნას საბანკო სფეროში და უშიშროების სისტემებში გამოყენებული ციფრული უსაფრთხოების სისტემების მსგავსი სისტემები. ციფრულ კინემატოგრაფიას შეუძლია თანამგზავრული კავშირგაბმულობისა და ინტერნეტის საშუალებით უზრუნველყოს კინოფილმების მიტანა დედამიწის ნებისმიერ წერტილში. ამით შესაძლებელი ხდება ასობით და ათასობით კინოთეატრში ერთდროულად მოეწყოს კინოფილმების საპრემიერო ჩვენება.

კინოთეატრები პატრონებისათვისაც მოსახერხებელია ციფრული სისტემები. ციფრული სისტემები მათ საშუალებას აძლევთ კინოთეატრებში გარდა კინოფილმების დემონსტრირებისა, მოახდინონ სპორტული პროგრამების, კონცერტების დემონსტრირება და მნიშვნელოვანი მოვლენების კინოდარბაზებში პირდაპირი ტრანსლირება.

კინომაყურებლებისათვის ციფრული კინო უზრუნველყოფს ერთნაირად მაღალ ხარისხს საპრემიერო ჩვენებისასაც და ათასობით ჩვენების შემდეგაც. ციფრულ ფორმატში ჩაწერილი ფილმები მექანიკურად არ ზიანდება, მათთვის შეუძლებელი ფირების გაკაწვრა, ფირის გაწყვეტა და მსგავსი გაზიანებები.

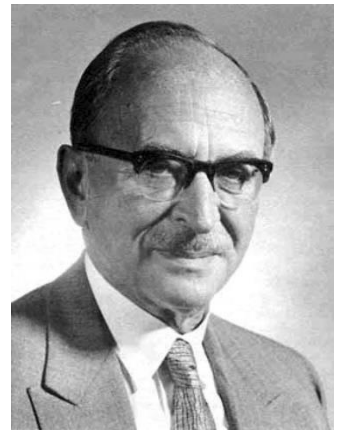
#### 3.5.4. ჰოლოგრაფია

სტერეოსკოპული გადაღების შედეგად ფოტო ან კინოფირზე მიიღება ერთდროულად ორი გამოსახულება (ცალკე მარჯვენა თვალისათვის და ცალკე მარცხენა თვალისათვის). ამის შედეგად, მაყურებელი სურათს აღიქვამს როგორც სივრცულ გამოსახულებას. მიუხედავად ამისა, სტერეოსკოპული გამოსახულება არ იძლევა იმის საშუალებას, რომ საგანი სხვადასხვა მხრიდან დავათვალიეროთ.

ასეთი შესაძლებლობა გამოჩნდა 1948 წელს, დენის გაბორის მიერ გამოსახულების მიღების ჰოლოგრაფიული მეთოდის აღმოჩენის შემდეგ. ის დამყარებულია სინათლის ტალღურ ბუნებაზე, დიფრაქციისა და ინტერფერენციის მოვლენებზე.

ფოტოგრაფია იძლევა საგნის მხოლოდ ბრტყელ გამოსახულებას, ანუ მასზე არასრულ ინფორმაციას. საქმე იმაშია, რომ სინათლე ეს არის ტალღა, რომელის ხასიათდება ორი ძირითადი პარამეტრით – ამპლიტუდითა და ფაზით. ფოტოგრაფია იძლევა ინფორმაციას ფოტოგრაფიის ობიექტიდან არეკლილი სინათლის მხოლოდ ამპლიტუდის შესახებ, ხოლო მისი ფაზის შესახებ არაფერს იტყობინება. ე.ი. ობიექტის შესახებ სრული ინფორმაციის მისაღებად საჭიროა დავიჭიროთ ამ ტალღის ფაზაც. სწორედ ფაზა იძლევა ინფორმაციას მოცულობითი ობიექტის დასანახად. სწორედ ეს ამოცანა გადაწყვიტა დენის გაბორმა (ნახ. 3.5.23). დენის გაბორი დაიბადა 1900 წელს უნგრეთში. 1927 წლიდან ცხოვრობდა გერმანიაში, 1934 წლიდან დიდ ბრიტანეთსი, ხოლო 1967 წლიდან კი აშშ-ში. მან შექმნა ჰოლოგრაფიის ზოგადი თეორია და მიიღო პირველი ჰოლოგრაფები. 1971 წელს კი მიიღო ნობელის პრემია.

მან ნახევრადგამჭვირვალე კუბზე დააშუაქა ვერცხლისწყლის მილაკიდან მიღებული სინათლე. იმ დროს ეს მილაკი იყო სინათლის ყველაზე კარგი წყარო, ე.წ. კოჰერენტული წყარო, რომელიც იძლეოდა სინათლეს ტალღის მუდმივი სიგრძით. კუბიდან არეკლილი სინათლის წინ მან მოათავსა ფოტოფირფიტა. მოხდა მილაკიდან მიღებული სინათლის ტალღებისა და კუბიდან არეკლილი სინათლის ტალღების ზედდება. მათი ინტერფერენციის შედეგად შეიქმნა ჯამური ტალღა, რომლის დაფიქსირებაც მოხდა ფოტოფირფიტაზე მუქი და ღია ზოლების სახით. ამას



ნახ. 3.5.23. დენის გაბორი (1900–1979)

გაბორმა უწოდა ჰოლოგრამა. იმისათვის, რომ ინტერფერენციული სურათის მაგივრად შესაძლებელი გამხდარიყო საგნის გამოსახულების დანახვა, გაბორმა ჰოლოგრამის მარჯვნივ მოათავსა იგივე ვერცხლისწყლის მილაკი, მაგრამ ამ შემთხვევაში მისი სინათლე ვრცელდებოდა საპირისპირო მიმართულებით. დიფრაქციის შედეგად ჰოლოგრამის მარცხნივ შეიქმნა ისეთივე ტალღები და ინტერფერენციის შედეგად მოხდა ერთმანეთის საპირისპიროდ მიმართული ტალღების გამოკლება და დარჩა მხოლოდ საგნიდან არეკვლილი ტალღები. ჰოლოგრამაში ჩახედვით ჰაბორმა დაინახა ჰაერში მოლივლივე კუბი. ეს იყო პირველი ჰოლოგრამა.

სიტყვა ჰოლოგრაფია ბერძნული წარმოშობისაა. ის შედგება ორი ნაწილისაგან: ჰოლო – „სრული, მთელი“ და გრაფო – „ვწერ“. ანუ სიტყვა ჰოლოგრაფია ნიშნავს „სრულ აღწერას“, რაც სრულიად შეესაბამება ამ ტერმინის ფიზიკურ აზრს.

ჰოლოგრაფიის განვითარება დაიწყო გასული საუკუნის 60-იანი წლებიდან, მას შემდეგ რაც გამოგონებული იქნა ლაზერი, რომელიც იძლეოდა იდეალურად კოჰერენტულ გამოსხივებას. 1962–1963 წლებში ამერიკელმა ფიზიკოსებმა ე. ლეიტმა და ი. უპატნიეკსმა ჰოლოგრამის მისაღებად პირველად გამოიყენეს ლაზერი. ჰოლოგრაფიული სურათის მისაღებად ერთდროულად ხდება ფოტოფირფიტის დაშუქება ლაზერის სხივით და გადასაღები ობიექტიდან არეკვლილი სხივით. სინათლის ტალღების შეკრების შედეგად ფოტოფირფიტის ზედაპირზე წარმოიქმნება სურათი, რომელიც მოიცავს სრულ ინფორმაციას არეკვლილი სინათლის ტალღის შესახებ. ფოტოფირფიტის გამჟღავნების შემდეგ თუ მოხდება მისი დაშუქება ლაზერის სხივით, წარმოიქმნება ჰოლოგრაფიული სურათი – ჰოლოგრამა. მიიღება გადაღებული ობიექტის არა მარტო მოცულობითი სურათი, არამედ შესაძლებელია ამ ობიექტის დათვალიერება სხვადასხვა მხრიდან – მარჯვნიდან, მარცხნიდან, ზევიდან და ქვევიდან.

ჰოლოგრამის უჩვეულო თვისება მდგომარეობს იმაში, რომ სურათის ნებისმიერი უბანი შეიცავს ინფორმაციას მთელი ობიექტის შესახებ. ამის მიზეზი იმაში მდგომარეობს, რომ ფოტოფირფიტის ზედაპირის ყოველ წეტილში ეცემა საგნის ყოველი წერტილიდან არეკვლილი გამოსხივება. ფოტოსურათი რომ დავანაწილოდ რამდენიმე ნაწილად, მაშინ მის ყოველ ნაწილში იქნება ინფორმაცია მხოლოდ ამ ნაწილის შესახებ. ჰოლოგრამის შემთხვევაში კი დანაწევრების შემდეგ მის ყოველ ნაწილში იქნება ინფორმაცია მთელი ობიექტის შესახებ. ამ აზრით ჰოლოგრამა უფრო მეტად ჰგავს სარკეს და არა ფოტოსურათს. გატეხილი სარკის ყოველ ნაწილს ისევ შეუძლია მთელი საგნის ასახვა. ამ ფაქტმა აფიქრებინა მეცნიერებს, რომ არსებობს გარკვეული მსგავსება ჰოლოგრამასა და ადამიანის მეხსიერებას შორის. ეს არავითარ შემთხვევაში არ არის პირდაპირი ანალოგია, მაგრამ ინფორმაციის შენახვის ჰოლოგრაფიული პრინციპი შეიძლება სასარგებლო აღმოჩნდეს ადამიანის მეხსიერების პრინციპების ასახსნელად.

1962–1963 წლებში ი.ნ. დენისიუკის მიერ შემოთავაზებული იქნა ემულსიის სქელფენიან ფოტოფირფიტაზე ჰოლოგრამის მიღების მეთოდი. ამ მეთოდით დამზადებული ჰოლოგრამების დათვალიერება შესაძლებელია დღის სინათლეზეც და განათების ნებისმიერი საშუალებითაც. ემულსიის ფენის სისქე ბევრად აღემატება სინათლის ტალღის სიგრძეს, ამიტომ პირდაპირი და არეკვლილი სინათლეების ინტერფერენციული სურათი იქმნება ემულსიის ფენის შიგნით და იქმნება მოცულობითი ჰოლოგრამა. გამჟღავნების შედეგად გამოსახულების ფორმირება ხდება მიკროსკოპული სარკეების სახით. ასეთი ჰოლოგრამის დათვალიერება შესაძლებელია მხოლოდ არეკვლილი თეთრი სინათლით. ასეთ ჰოლოგრამებს, ფოტოსურათების მსგავსად, უკავიათ მთელი ზედაპირი. ისინი ამით განსხვავდება გაბორის ჰოლოგრაფიული გამოსახულებებისაგან. მოცულობითი ჰოლოგრამის ჩაწერა ხდება შუქმგრძნობიარე პლასტიკატში. ქიმიური დამუშავების საშუალებით პლასმასის ფირფიტაზე ქმნიან რელიეფს. შემდეგ მას ფარავენ ნიკელით და გარდაქმნიან მატრიცად, რომლის საშუალებითაც თხელ ლენტზე ბეჭდავენ ჰოლოგრამების ასლებს. ასეთი ჰოლოგრამების დაკვრა შესაძლებელია სხვადასხვა საგნებზე, შეფუთვებზე და დოკუმენტებზე, მათი გაყალბებისაგან დასაცავად.



ჩვენს დროში ჰოლოგრაფიულ მეთოდებს ენიჭებათ დიდი მნიშვნელობა მეცნიერების სხვადასხვა დარგებში, ტექნიკასა და ხელოვნებაში.

მაგალითად, ჰოლოგრაფიული მეთოდებით შესაძლებელია ხელოვნების ნიმუშების ფერადი, მოცულობითი გამოსახულებების მიღება, ჰოლოგრაფიული პორტრეტების დამზადება. დიდი პერსპექტივები გააჩნია ჰოლოგრაფიულ გამოსახულებებს სამუზეუმო საქმეში. ჰოლოგრაფიის მეთოდები წარმატებით გამოიყენება ფიზიკაში აკუსტიკური და ელექტრომაგნიტური ველების ვიზუალიზაციისათვის, მოძრავი ნაწილაკების გამოკვლევისათვის. ოპტიკურ დიაპაზონში ჰოლოგრაფია იძლევა საგნების გარე ზედაპირების გამოსახულებებს, ხოლო ულტრაბგერითი ჰოლოგრაფია კი იძლევა შინაგანი ორგანოების დანახვის საშუალებას.

### 3.5.5. ვირტუალური რეალობა

ხელოვნული რეალობის ცნება პირველად შემოიტანა მ. კრიუგერმა გასული საუკუნის 60-იანი წლების ბოლოს. 1989 წელს დ. ლანიერმა შემოიტანა ხმარებაში დღეს უფრო პოპულარული ტერმინი „ვირტუალური რეალობა“. ვირტუალური რეალობის პირველი სისტემა გახდა 1977 წელს მასოჩუსეტის ტექნოლოგიურ ინსტიტუტში შექმნილი „კინორუკა ასპენა“. ეს იყო კომპიუტერული პროგრამა, რომელიც ახდენდა კოლორადოს შტატის ქალაქ ასპენში სეირნობის სიმულირებას. ელექტრონულ რუკას გააჩნდა ზაფხულის და ზამთრის ვარიანტი, ტომლებიც დაფუძნებული იყო რეალურ ფოტოსურათებზე.

კომპიუტერული ტექნოლოგიებით შესაძლებელია ობიექტებისა და პროცესების სახეების ე.წ. „ვირტუალური“ ანუ წარმოსახვითი რეალობის (Virtual Reality - VR) შექმნა. სტერეოგრაფია და სტერეოკინო იძლევა მოცულობით გამოსახულებას, ხოლო ჰოლოგრამა კი იძლევა სგნის სხვადასხვა მხრიდან დათვალიერების საშუალებას. ვირტუალური რეალობა კი შესაძლებელს ხდის აღვმოჩნდეთ ვირტუალური სამყაროს შიგნით, გავხდეთ მისი თანამონაწილე. ამ დროს შესაძლებელია რეალურად არსებული ობიექტების და წარმოსახვითი სამყაროების მოდელირება, ყველაფრის, რისი წარმოდგენაც კი შეგვიძლია. ეს შეიძლება იყოს ნებისმიერი პლანეტის ზედაპირი, თვითმფრინავის ან კოსმოსური ხომალდის კაბინა და ა.შ.

ვირტუალური რეალობა შეიძლება განხილული იქნას, როგორც თანამედროვე საინფორმაციო ტექნოლოგია, რომელმაც კიდევ უფრო მეტად დააახლოვა ერთმანეთს ადამიანი და კომპიუტერი. ამ ვირტუალურ სამყაროში მოსახვედრად საჭიროა სპეციალური მოწყობილობები. ვირტუალურ სამყაროსთან შესაძლებელია სრული და არასრული კონტაქტი. ვირტუალური სამყაროს სრული განცდებისათვის საჭიროა სპეციალური ჩაფხუტი, ჟილეტი, ხელთათმანები და ჩექმები. შექმნილია სპეციალური ჩაფხური დისპლევებით ორივე თვალისათვის, ყურსასმენებით და დაგამწოდით, რომელიც იძლევა ინფორმაციას თავის მდებარეობის შესახებ. ჟილეტი, ხელთათმანები და ჩექმებიც აღჭურვილია სპეციალური გადამწოდებით.

ასეთი „კოსტუმის“ ჩაცმით, ადამიანი ვირტუალურ სამყაროში ხვდება, მაგალითად, ოკეანის ფსკერზე, მარსის ზედაპირზე, ან მის მიერ დაპროექტებულ ბინაში. ადამიანს შეუძლია თავის მოტრიალება, მიმოხედვა, ბინაში სიარული და ნივთებისათვის ხელის შეხება, მივთების აწევა და წონისა და ტემპერატურის შეგრძნება. ანუ შექმნილ კომპიუტერულ ვირტუალურ სამყაროს შეუძლია ადამიანის გრძნობების მოტყუება. ვირტუალური რეალობის სისტემა თვალს ადევნებს ადამიანის



ნახ. 3.5.24. ოპერატორი ვირტუალური რეალობის ჩაფხუტითა და ხელთათმანებით

თავის მოძრაობას და აჩვენებს მას ვირტუალური სცენის იმ ნაწილს, რომლის დანახვაც მას შეუძლია სივრცის მოცემული წერტილიდან და ხედვის მოცემული კუთხით.

ვირტუალური რეალობის სრული განცდის მეორე გზაა სპეციალური ვირტუალური ოთახი, რომელშიც იატაკი, ჭერი და კედლები აღჭურვილია ეკრანებით, რომლებზეც ხდება საჭირო გამოსახულებების ჩვენება. ხდება მოძრაობისა და ხმის მოდელირება (მაგალითად, ავტომობილის, თვითმფრინავის, მატარებლის, კოსმოსური ხომალდის და ა.შ.). ყველაფერი ეს ძალიან მნიშვნელოვანია სპეციალური ტრენაჟორების შესაქმნელად პილოტებისათვის, კოსმონავტებისათვის, ავტომობილების მძღოლებისათვის, ატომური რეაქტორების ოპერატორებისათვის. შექმნილია აგრეთვე აგრეგატები, რომლებიც ზემოქმედებენ ადამიანის ვესტიბულარულ აპარატზე. ამის მაგალითად შეიძლება მოტანილი იქნას მბრუნავი კაბინები კოსმონასტების ვარჯიშისათვის.



ნახ. 3.5.25. ტრენაჟორი ავიადისპეჩერისათვის

ვირტუალური რეალობის სისტემების შექმნა განაპირობა სწორედ ასეთი ტრენაჟორების შექმნის საჭიროებად, რომელთა საშუალებითაც ადამიანის განცდები მაქსიმალურად უნდა იქნას მიახლოებული რეალურ სიტუაციასთან. ასეთი სისტემების პირველი დამკვეთები და მომხმარებლები იყვნენ სამხედროები, მათ სჭირდებოდათ ტრენაჟორები სროლის სასწავლად, ავიაგამანადგურებლების პილოტების მოსამზადებლად და მათთვის საჰაერო ბრძოლების წარმოების შესასწავლად, ტანკების მძღოლების მოსამზადებლად და ა.შ. ასეთ ტრენაჟორებზე ქირურგებსაც შეუძლიათ ტექნიკის დახვეწა ჯერ აუთვისებელი ოპერაციებისათვის. უკვე შექმნილია ტრენაჟორები ყველა გარემოსათვის, სადაც ადამიანს უხდება გადაადგილება – იმიტატორები საჰაერო, კოსმოსური, სწყლოსნო და სახმელეთო სატრანსპორტო საშუალებებისათვის. ტრენაჟორებს იყენებენ სასწავლო პროცესში ერთის მხრივ, რეალური მანქანების უფრო იაფი და უსაფრთხო ვირტუალური მანქანებით შესაცვლელად და მეორეს მხრივ, სასწავლო პროცესში სხვადასხვა რთული სიტუაციების იმიტირებისათვის. ყოველ ტრენაჟორში არსებობს მისი მექანიკური ნაწილი, რომლის საშუალებითაც ხდება ავტომობილის, თვითმფრინავის ან ტანკის კაბინის იმიტირება, იქმნება აჩქარებისა და ვიბრაციის ეფექტი, და კომპიუტერული ნაწილი, რომელიც ქმნის მოძრაობის ილუზიას.



ნახ. 3.5.26. პარაშუტით ხტომის სიმულატორი

არსებობს გასართობი სისტემების ვირტუალური რეალობის გამოყენებით. მათი საშუალებით შესაძლებელია თვითმფრინავით ფრენა, რომელიმე ემოციური ატრაქციონით გართობა, მუზეუმებისა და საგამოფენო დარბაზების დათვალიერება, ეგვიპტური პირამიდებისა ან ნიაგარას ჩანჩქერის გვერდით გასეირნება.

ვირტუალური სამყარო საინჟინრო საქმეშიც გამოიყენება. ხდება ვირტუალური პროტოტიპების აგება, რომელთა წყალობითაც საჭირო აღარ ხდება ნატურალური მოდელირება. მათი საშუალებით შესაძლებელია რთული მოწყობილობის ვირტუალური აგება და მათზე საიმედოობის გამოცდა რეალური აწყობის დაწყებამდე.

მედიცინაში ვირტუალური რეალობა იძლევა სიმსივნის სამგანზომილებიანი მოდელის აგების საშუალებას, რაც აადვილებს დიაგნოსტიკას. მედმუშაკების სწავლების დროს გამოიყენება ვირტუალური სამდიცინო ატლასები, რომლებშიც ხდება ადამიანის ცალკეული ორგანოების იმიტირება. პრაქტიკა ვირტუალურ „გვამებზე“ გაცილებით უფრო იაფია რეალურთან შედარე-

ბით და გაცილებით უფრო ჰუმანურია ვიდრე ექსპერიმენტები ვირთხებზე და კურდღლებზე. ოპერაციების დაგეგმვის დროს შესაძლებელი ხდება ვირტუალურ ხელთათმანში ვირტუალური სკალპელის მოდელირება.

არქიტექტურაში ვირტუალური რეალობა დამკვეთს, ინვესტორს და დამპროექტებელს შესაძლებლობას აძლევს დაინახოს მომავალი ნაგებობა როგორც გარედან, ასევე შიგნიდანაც.

ვირტუალური ჩაჩქანი ახდენს გარე სამყაროსაგან მხედველობის სრულ იზოლირებას. ამისათვის თვალების წინ მოთავსებულია თხევადკრისტალიანი პატარა ეკრანები. კომპიუტერიდან ხდება მათზე სინთეზირებული გამოსახულებების გამოტანა. ეკრანებზე ხდება სხვადასხვა გამოსახულების გამოტანა, რაც საბოლოო ჯამში იძლევა სტერეოგამოსახულებას. ოპტიკური სისტემის საშუალებით ადამიანი ამ გამოსახულებას ხედავს ნახევარი მეტრის დაშორებით. ჩაჩქანი ასევე აღჭურვილია სტერეო ყურსასმენებით და გადაძწოდებით, რომლებიც თვალყურს ადევნებენ ადამიანის მიერ თავის მოძრაობას. ეს გადაძწოდები (ისინი შეიძლება იყოს ინფრაწითელი, ულტრაბგერითი ან მიკროტალღური) გადასცემენ კომპიუტერს ინფორმაციას ადამიანის თავის მოძრაობის შესახებ, რის შესაბამისადაც კომპიუტერში ხდება სურათის ფორმირება. ამის შედეგად ადამიანს ექმნება ვირტუალურ სამყაროში ყოფნის შეგრძნება. რეალურ დროში გადამუშავებული ინფორმაციის მოცულობა ძალიან დიდია. კომპიუტერის გამოთვლითი სიმძლავრე თუ არასაკმარისია, მაშინ მოხდება დროითი შეყოვნებები ილუზიის შექმნაში და ეს ადამიანში გამოიწვევს არადამაჯერებლობას, თავბრუსხვევას. ამიტომ ასეთი სისტემების რეალიზება შესაძლებელია მხოლოდ სუპერკომპიუტერებზე, რომელთაც გააჩნიათ ძალიან მაღალი სწრაფქმედება და დიდი მეხსიერება.

ყველაზე სრულყოფილ ჩაჩქანებში გათვალისწინებულია თვალყურისმიდევნება თვალის გუგების მოძრაობაზეც კი და მათი მდებარეობის განსაზღვრა დროის მოცემულ მომენტში.

ძლოვანი ჟილეტი ქმნის ვირტუალურ სივრცეში ადამიანის სხეულზე და ხელებზე ძალის ზემოქმედების და სხეულებზე მოქმედების შეგრძნებას, მაგალითად მძიმე საგნის აწევა და გადაადგილება. ამისათვის ჟილეტი აღჭურვილია სპეციალური ძალოვანი მოწყობილობებით, რომლებზეც ბრძანებები გაიცემა კომპიუტერიდან.

სპეციალური ხელთათმანები და ჩექმები აღჭურვილია გადაძწოდებით, რომელთა საშუალებითაც ხდება ინფორმაციის მიღება ხელების და თითებისაც კი მოძრაობაზე. ვირტუალური ხელთათმანებისათვის მგრძნობელობის შესაძენად გათვალისწინებულია აგრეთვე პიეზოელექტრული ვიბრატორები, რომლებიც თითების ნერვულ დაბოლოებებზე ქმნიან ვირტუალურ საგნებთან შეხების იმიტაციას. ეს მოწყობილობები ქმნიან ვირტუალური სამყაროს სრული თანამონაწილის შეგრძნებას.

ვირტუალური სამყაროს არასრული განცდის შემთავებაში, ადამიანი არაა სროლად იზოლირებული გარე სამყაროსაგან. მას თავზე აქვს დამაგრებული გადაძწოდები, რომლებიც იძლევიან ინფორმაციას თავის მობრუნების ან თვალების მიმართულების შესახებ. ამ დროს მას ექმნება შთაბეჭდილება, თითქოს ის ფანჯრიდან უყურებს ვირტუალურ სამყაროს, ხოლო ფანჯრის გარეთ კი ისევ რეალური სამყაროა.

უკვე მრავლად არსებობს ვირტუალური თამაშები, მაგრამ მეცნიერთა აზრით ამ თამაშებით გატაცება სახიფათოა, განსაკუთრებით ბავშვთა ფსიქიკისათვის. ამიტომ, ჯანმრთელობის დაზიანების თავიდან ასაცილებლად ასეთი თამაშებით გართობა დასაშვებია მხოლოდ მცირე დროით.

### 3.6. საინფორმაციო ტექნოლოგიები ტრანსპორტზე

არსებობს სატრანსპორტო სისტემების შემდეგი სახეობები: მიწისზედა, მიწისქვეშა, სარკინიგზო, საავტომობილო, საჰაერო და საწყლო. ადამიანმა პირველად აითვისა მიწისზედა – ბორბლებიანი

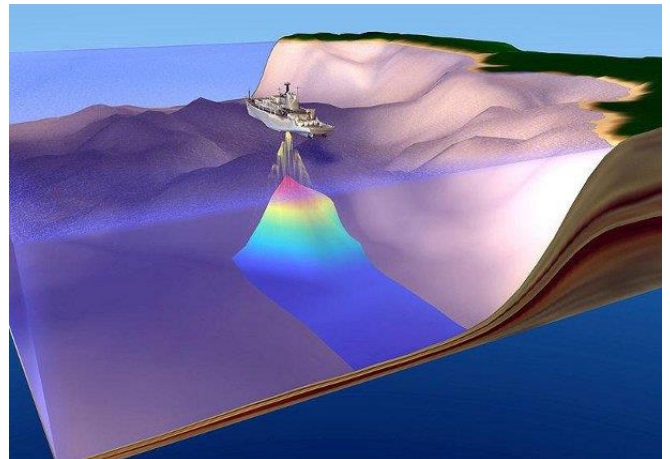


სატრანსპორტო საშუალებები. შემდეგ ათვისა საწყლო – მდინარისა და საზღვაო სატრანსპორტო საშუალებები, ჯერ ნიჩბებიანი, შემდეგ აფრიანი, შემდეგ ორთქლის. ამის შემდეგ დაიწყო სარკინიგზო მიმოსვლის ათვისება. ამის შემდეგ დაიწყო საავტომობილო ტრანსპორტის ათვისება. ტრანსპორტის სახეობებს შორის ყველაზე ახალგაზრდაა საჰაერო ტრანსპორტი. ტრანსპორტის სახეობების ათვისებასთან პარალელურად ხდებოდა მათი მართვისათვის ხელსაწყოებისა და ნავიგაციის მოწყობილობების ათვისება.

### 3.6.1. საწყლოსნო ტრანსპორტის საინფორმაციო სისტემები

ადამიანების პირველი დასახლებები განლაგებული იყო მდინარეების ტბებისა და ზღვების ნაპირებზე. ამის გამო საწყლო გზები გახდა პირველი სატრანსპორტო მაგისტრალეები. მდინარეებზე მოგზაურობის დროს გზის გაგნება ადვილი იყო და ნავიგაციის საშუალებები სჭირო არ იყო. გემი თუ იმყოფებოდა გაშლილ ზღვაში ან თუნდაც დიდ ტბაში, საჭირო ხდებოდა სპეციალური საშუალებები ორიენტაციისათვის. საჭირო იყო გემის კოორდინატების დადგენა, მოძრაობის მიმართულებისა და სიჩქარის დადგენა, წყლის სიღრმის განსაზღვრა და ა.შ.

უძველეს დროში ნავიგაციის ერთადერთ საშუალებას წარმოადგენდა ჭოკი, რომლის საშუალებითაც ხდებოდა წყლის სიღრმის განსაზღვრა. ჭოკის შემდეგ დაიწყო სიღრმის აღმნიშვნელი ნიშნულებიანი ტროსის გამოყენება. ამ გზით შესაძლებელი იყო სიღრმის განსაზღვრა 50 მეტრის ფარგლებში, ოკეანეებში კი სიღრმეები გაცილებით მეტია. XIX საუკუნის შუა პერიოდში შექმნეს სიღრმის განმსაზღვრელი ტროსები, რომელთა საშუალებითაც შესაძლებელი იყო სიღრმეების გაზომვა 1,5–2 ათას მეტრამდე. XX საუკუნის დასაწყისში გამოგონებული იქნა ექოლოტი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იყო სიღრმის გაზომვა ოკეანის ფსკერამდე. ექოლოტი ეს არის მოწყობილობა, რომლის საშუალებითაც ხდება ხმოვანი სიგნალის გაგზავნა და შემდეგ ოკეანის ფსკერიდან არეკვლილი სიგნალის მიღება, მათ შორის დაყოვნების დროის განსაზღვრა, რის საშუალებითაც განისაზღვრება ოკეანის სიღრმე. ხმოვანი ლოკაციის პრინციპის გამოყენებით ფრანგმა ფიზიკოსმა პ. ლანჟევენმა და რუსმა ინჟინერმა კ. ვ. შილოვსკიმ შექმნეს პირველი ჰიდროლოკატორი, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იყო წყალქვეშა ობიექტების მდებარეობისა და მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრა.



ნახ. 3.6.1. ჰიდროლოკატორი ოკეანის ფსკერის რელიეფის შესასწავლად

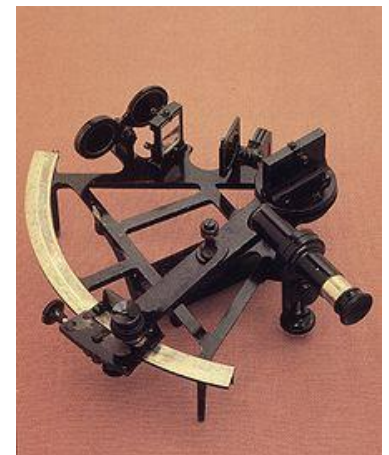


ძველ დროში ზღვაოსნები ორიენტაციას ახდენდნენ მზისა და ვარსკვლავების საშუალებით. პოლარული ვარსკვლავი ყოველთვის მიუთითებდა ჩრდილოეთის მიმართულებას. მაგრამ, ვარსკვლავების დანახვა შესაძლებელია მხოლოდ ღამით. ზღვაოსნებისათვის ყველაზე მნიშვნელოვან აღმოჩენას წარმოადგენდა მაგნიტური კომპასი, რომელიც ჩრდილოეთის მიმართულებას მიუთითებდა დროის ნებისმიერ მომენტში და ნებისმიერი ამინდის პირობებში. მას იყენებდნენ ჯერ კიდევ ძველ ჩინეთში. XII-XIII საუკუნეებში არაბმა ზღვაოსნებმა კომპასი შემოიტანეს ევროპაში. 1902 წელს იტალიელმა ფლავიუს ჯოიმ შექმნა ახალი კონსტრუქციის კომპასი, რომელიც ძალიან წააგავს თანამედროვე კომპასს. მასში გამოყენებული იყო მაგნიტური ისარი და არამაგნიტური, წრეწირის ფორმის მქონე დისკი, რომელზეც დატანილი იყო დანაყოფები. ცნობილი რუსი გემთმშენებლის ა.ნ. კრილოვის აზრით ქრისტეფორე კოლუმბი კომპასის გარეშე ვერ შეძლებდა ამერიკის აღმოჩენას.



ნახ. 3.6.2. მაგნიტური კომპასი

1577 წელს გემის მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრისათვის გ. კოლმა შექმნა სპეციალური მოწყობილობა. ის წარმოადგენდა სპეციალურ ტროსს მოტივტივე ღუზით, რომელსაც გამოზმული ჰქონდა ბრეზენტის ტომარა. ტროსზე მონიშნული იყო თანაბარი მანძილებით დაშორებული კვანძები. მცურავი გემიდან ამ ტომარას ჩაუშვებდნენ წყალში. ტომარა გემის პარალელურად მიცურავდა წყალში და თან მიჰყვებოდა კვანძებით მონიშნული ტროსი. გემის მოძრაობის სიჩქარის განსაზღვრისათვის საჭირო იყო 30 წამის განმავლობაში ტროსის წყალში ჩადირული კვანძების რაოდენობის დათვლა. სწორედ აქედან იღებს სათავეს, რომ დღესაც გემების მოძრაობის სიჩქარე იზომება კვანძებით. ეს იყო გემების მოძრაობის სიჩქარის გაზომვის პირველი მოწყობილობა. XX საუკუნეში კი შეიქმნა თანამედროვე მოწყობილობა ჰიდროდინამიური და ინდუქციური პრინციპებზე დაყრდნობით.



ნახ. 3.6.3. სექსტანტი

ოკეანეში მცურავი გემის კოორდინატების განსაზღვრა უფრო რთული საქმე იყო. კოორდინატებს, ანუ მის გრძედსა და განედს განსაზღვრავდნენ სექსტანტისა და ქრონომეტრის საშუალებით. სექსტანტი არის კუთხის გამზომი მოწყობილობა, ხოლო ქრონომეტრი კი ზუსტი მექანიკური საათი. სექსტანტი შექმნილი იქნა XVIII საუკუნის დასაწყისში. მისი საშუალებით ხდება კუთხის გაზომვა მზესა და ვარსკვლავებს შორის, რის საფუძველზეც ხდება გემის კოორდინატების განსაზღვრა.

ძველ დროში გემებზე დროის განსაზღვრაც მზისა და ვარსკვლავების საშუალებით ხდებოდა, მაგრამ შემდეგში სავაჭრო ურთიერთობების განვითარების შედეგად საჭირო გახდა დროის უფრო ზუსტად ათვლა და ნავიგაციის უფრო ზუსტი მეთოდების გამოყენება. დროის ზუსტი ათვლის პრობლემის მოგვარება შესაძლებელი გახდა მექანიკური საათების გამოგონების შედეგად.

მექანიკურ საათებს ჰყავდა ბევრი წინამორბედი. მათ შორის უძველესია მზის საათი. მზის საათის ცენტრში აღმართულია ღერძი, რომლის ჩრდილიც ეცემა წრეწირზე, რომელზეც დატანი-



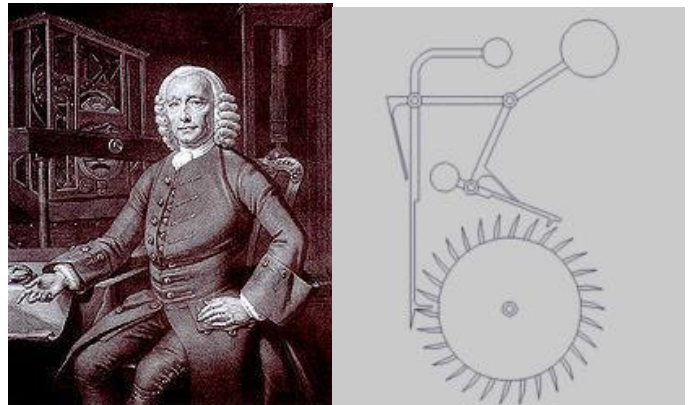
ნახ. 3.6.4. ქ. ჰიუგენსი

ლია დანაყოფები და ჩრდილი უჩვენებს მზის მიმდინარე დროს. პირველყოფილი სახით მზის საათებს ჰქონდათ ობელისკის ფორმა. ჩვენს წელთაღრიცხვამდე მეორე ათასწლეულში შეიქმნა წყლის საათები, შემდეგ კი ქვიშის საათები. მაგრამ, ეს საათები ვერ უზრუნველყოფდნენ დროის ზუსტ აღრიცხვას.

ქანქარის რხევების პრინციპზე დაყრდნობით აგებული საათი პირველად შექმნა ქრისტიან ჰიუგენსმა 1657 წელს, ხოლო პირველი ზამბარიანი მექანიკური საათი ააგო ჯ. ჰარისონმა 1735 წელს.

საზღვაო ნავიგაციისათვის საჭიროა კიდევ ერთი ორიენტირი – სანაოირო ან მოტივტივე შუქურები ან მაიაკები, რომელთა დანახვაც შესაძლებელია დაახლოებით 20 კმ-ის მანძილზე. ცნობილია ალექსანდრიის მახლობლად კუნძულ ფაროსზე მდებარე შუქურა, რომელიც აგებული იქნა ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 323–283 წლებში და მისი სიმაღლე აღემატებოდა 100 მეტრს. ეს შუქურა დანგრეული იქნა XIV საუკუნეში.

და ბოლოს, ნავიგაციისათვის საჭიროა სპეციალური საზღვაო რუკები, რომელთა მიხედვითაც შტურმანმა უნდა წაიყვანოს გემი. XVI საუკუნის ბოლოს ფლამანდრიელმა კარტოგრაფმა გ. კრემერმა (მერკატორი) შექმნა ცილინდრული თანაბარკუთხიანი პროექცია, რომლის მიხედვითაც იმ დროიდან მოყოლებული დღემდე ხდება საზღვაო რუკების შექმნა. ასეთი იყო საზღვაო ნავიგაციის ძველი საშუალებები.



ნახ. 3.6.5. ჯ. ჰარისონი და მის მიერ გამოგონებული ანკერული მექანიზმი

XX საუკუნეში მდგომარეობა მკვეთრად გაუმჯობესდა. ამას ხელი შეუწყო რადიოს გამოგონებამ, რადიოელექტრონიკის განვითარებამ, გამოთვლითი და კოსმოსური ტექნიკის განვითარებამ. საზღვაო მექანიკური ქრონომეტრები შეიცვალა ელექტრონული საათებით, რომლებშიც მაღალი სიზუსტე მიიღწევა კვარცული გენეტარორების გამოყენებით. ელექტრონული საათები უზრუნველყოფს რამდენიმე რიგით უფრო მაღალ სიზუსტეს მექანიკურ საათებთან შედარებით.

1895 წელს ა.ს. პოპოვმა გამოიგონა რადიოტელეგრაფი და 1897 წლიდან დაიწყო პრაქტიკული ექსპერიმენტების ჩატარება. 1898 წელს მან გამოიყენა ორი მიმღებ-გადამცემი სადგური, დაამონტაჟა ისინი სასწავლო გემ „როსია“-ზე და კრეისერ „ფრიკა“-ზე და შექმნა მათ შორის კავშირი. ამ ცდებით დადასტურებული იქნა, რომ რადიოს საშუალებით შეიძლება კავშირის შექმნა ნებისმიერი ამინდის პირობებში. 1900 წლის 6 თებერვალს 45 კმ-ით დაშორებულ ყინულმჭრელ „ერმაკზე“ გადაცემული იქნა ბრძანება გაჭირვებაში ჩავარდნილი მეთევზეების დასახმარებლად. ბრძანება მიღებული იქნა, რის შედეგადაც გადარჩა 27 მეთევზე. ამას სედეგად მოჰყვა რადიოტელეგრაფების მასობრივი დაყენება სამხედრო გემებზე. როგორც ჩანს, რადიოკავშირის განვითარება მჭიდროდ არის დაკავშირებული საზღვაო ფლოტთან.

რადიოკავშირის შემდეგ მოხდა რადიონავიგაციის სისტემის განვითარება. შეიქმნა რადიოკომპასები, რადიოპელენგატორები, სანაპირო და თანამგზავრული რადიოსანავიგაციო სისტემები, რადიოსალოკაციო ტექნიკა.

რადიოლოკატორების საშუალებით უზრუნველყოფილია გემების უსაფრთხო მოძრაობა ნისლში. რადიოლოკატორები გამოგონებული იქნა 1940–1950-იან წლებში. 1920 წელს რომ ჰქონდათ რადიოლოკატორი, გემი „ტიტანიკის“ ტრაგედია არ მოხდებოდა, რომელიც ნისლში აისბერგს დაეჯახა. რადიოლოკატორის საშუალებით ღამითაც და ნისლშიც შეიძლება ყველაფ-



რის დანახვა რაც გემის ირგვლივ ხდება. გემის ანძაზე დამაგრებულია მბრუნავი ანტენა, რომელიც ირგვლივ აგზავნის რადიოტალღებს ულტრამოკლე დიაპაზონში. გემის მახლობლობაში თუ მოხვდა სხვა გემი ან აისბერგი, მოხდება მისგან რადიოტალღების არეკვლა, რომელსაც რადიოლოკატორის მგრძნობიარე მიმღები მიიღებს და დაბრკოლებამდე მანძილსაც კი განსაზღვრავს. რადიოლოკატორის ირგვლივ ხედვის წრიულ ეკრანზე დაბრკოლების ადგილზე დაიწყება სინათლის ციმციმი.

ატომური წყალქვეშა ნავებისა და ყინულმჭრელებისათვის შექმნილია სპეციალური ინერციალური სანავიგაციო სისტემა. ეს გამოწვეულია იმით, რომ ყინულმჭრელები მოძრაობენ უკიდურეს ჩრდილოეთის განედებზე, სადაც მაგნიტური კომპასი უკვე ვეღარ მოქმედებს. გიროსკოპიული კომპასი წარმოადგენს ღერძზე დამაგრებულ ლილვს, რომელიც პატარა ძრავის საშუალებით ბრუნავს სიხშირით 1700–3000 ბრუნი წუთში. ლილვს გააჩნია თვისება შეინარჩუნოს სივრცეში ღერძის არსებული მდებარეობა, მაგალითად მერიდიანული მიმართულება სამხრეთიდან ჩრდილოეთისაკენ. სწორედ ამ პრინციპზე მოქმედებს გიროკომპასი. ჩრდილოეთ პოლუსის სიახლოვეს გიროკომპასის ჩვენებაც მიახლოებითი ხდება. ასეთ დროს საჭირო ხდება კომპიუტერული სისტემების, კერძოდ მართვის ავტომატიზირებული სისტემისა და ნავიგაციის თანამგზავრული საშუალებების გამოყენება.

XX საუკუნის მეორე ნახევარში განსაკუთრებული მიღწევები იქნა გაკეთებული კოსმოსის ათვისების საქმეში. ამ მიღწევების ერთერთი შედეგია თანამგზავრული სანავიგაციო სისტემის შექმნა. ასეთ სისტემებს შეუძლია ობიექტის კოორდინატების საკმაოდ ზუსტი განსაზღვრა.

XX საუკუნის ბოლოს შეიქმნა საერთაშორისო თანამგზავრული სისტემა КОСПАС-САПСАТ ეკიპაჟების, ხომალდებისა და თვითმფრინავების გადსარჩენად, რომელთაც უბედური შემთხვევა განიცადეს. შეიქმნა ასევე საერთაშორისო კოსმოსური სისტემა „ინმარსატ“, რომლის დანიშნულებასაც წარმოადგენს სატელეგრაფო და სატელეფონო კავშირის შექმნა დედამიწის ნებისმიერ წერტილში მცურავი გემებისათვის.

უკანასკნელ წლებში შეიქმნა ელექტრონული სანავიგაციო რუკები. მონიტორის ეკრანზე აისახება გემის გადაადგილების რაიონი, ხმელეთ, ნავსადგურები და სხვა საჭირო ობიექტები.

### 3.6.2. სარკინიგზო ტრანსპორტის საინფორმაციო სისტემები

საწყალოსნო ტრანსპორტთან შედარებით სარკინიგზო ტრანსპორტი ბევრად უფრო ახალგაზრდაა. პირველი რკინიგზო ააგო ჯორჯ სტეფენსონმა 1825-1830 წლებში.

პირველად რკინიგზაზე მოძრაობა ხდებოდა დაბალი სიჩქარით. მოძრაობის დაწყებისას ორთქლმავალი სიგნალს არ იძლეოდა. მაგრამ, ლივერპულ-მანჩესტერი სარკინიგზო ხაზის გახსნისას მოხდა უბედური შემთხვევა. პარლამენტის ერთერთი წევრი, რომელიც რკინიგზის აშენებას მხარს უჭერდა, მივიდა ხელის ჩამოსართმევად ვაგონში მჯდარ ჰერცოგ ველინგტონთან. მატარებელი მოულოდნელად დაიძრა და ადამიანი ჩაუვარდა მატარებელს ბორბლებში. ამ შემთხვევამ ჯორჯ სტეფენსონს აფიქრებინა, რომ მოძრაობის დაწყებამდე უსაფრთხოების უზრუნველსაყოფად საჭირო იყო რაიმე გამაფრთხილებელი სიგნალი.

სტეფენსონის მითითებით შემოღებული იქნა სპეციალური სიგნალები, რომელებსაც იძლეოდა სადგურის მორიგე: დღისით – ალმებით, ხოლო ღამით – ფანრებით. მემნაქანებს დაურიგეს საყვირები, ხოლო 1835 წელს კი უკვე დაინერგა ორთქლის სასტვენები. 1834 წელს ლივერპულ-მანჩესტერის სარკინიგზო ხაზზე დაინერგა სიგნალიზაცია მბრუნავი ხის ბომებით. 1841 წელს ინგლისელმა გრეგორიმ გამოიგონა სემაფორი – ანძა მოძრავი ფრთით. მასზე ნიშანს წარმოადგენდა ფრთის მდებარეობა ანძის მიმართ. სემაფორების გამოგონებამ შესაძლებელი გახადა მატარებლების მოძრაობა გადაეყვანათ დროში განაწილებიდან სივრცეში განაწილებაზე. მატარებლების მოძრაობის დროს კავშირგაბმულობის საშუალებას წარმოადგენდა ჯერ ტელეგრაფი, ხოლო შემდეგ კი ტელეფონი.

მატარებლების უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველყოფის შემდეგ ნაბიჯს წარმოადგენდა ბლოკირება, რომლის საშუალებითაც ხდებოდა საგზაო სემაფორების გარკვეული დროით ბლოკირება, ვიდრე გზის ამ უბანზე იმყოფებოდა მატარებელი. მისაღები ხარისხის ბლოკირების პირველი სისტემა იყო ტაიერის მიერ 1852 წელს შექმნილი სისტემა.

ისრების დისტანციური მართვა (ანუ ისრების ცენტრალიზაცია) 1860–1867 წლებში პირველად შემოიღეს ინგლისში, ხოლო შემდეგ კი გერმანიაში. პირველად გამოიყენებოდა ჰიდრავლიკური სისტემა, ხოლო 1909 წლიდან კი ელექტრული სისტემა. საფრანგეთში ავტომატური ბლოკირების სისტემის გამოყენების პირველი მცდელობა იყო 1859 წელს პარიზ–სენ–ჟერმენის სარკინიგზო ხაზზე.

ამის შემდეგ შეიქმნა მატარებლის რკინგზასთან კავშირის უფრო სრულყოფილი და მარტივი მეთოდი – ლიანდაგებით კავშირი. 1867 წელს უილიამ რობინსონმა წამოაყენა წინადადება მატარებლის სამოძრაო ლიანდაგი გამოეყენებინათ ელექტრული სიგნალების გამტარად და შექმნა საგზაო მიმდების კონსტრუქცია. 1869 წელს მან შექმნა ავტობლოკირების პირველი მოდელი და წარმოადგინა ნიუ-იორკის გამოფენაზე. მატარებლების შეჯახების დროს იკვრებოდა წრედი. ასეთ სალიანდაგო წრედს გააჩნდა ნაკლოვანებების მთელი რიგი, რომელთაგანაც უმთავრესი იყო ის, რომ მას არ გააჩნდა სიმთელისა და გამართულობის შემოწმების წრედი. შემდგომი დამუშავების შედეგად რობინსონმა 1872 წელს წარმოადგინა უფრო სრულყოფილი ნორმალურად შეკრული სალიანდაგო წრედი. წინამორბედი ქსელის ნაკლოვანებები გასწორებული იყო და ეს წრედი წარმოდგენისთანავე აღიარეს.

სარკინიგზო სიგნალიზაციის სისტემის ყველაზე უფრო სახიფათო ელემენტს წარმოადგენს სიგნალიზაციის სისტემის მომსახურე და გამომყენებელი ადამიანი, მისთვის დამახასიათებელი ყველა ნაკლოვანებების გათვალისწინებით.

ამ გარემოებამ განაპირობა ის, რომ 19–ე საუკუნის 80–იან წლებში სარკინიგზო მიმოსვლის საქმეში შეოტანილი იქნა ავტოსტოპების მექანიზმი – ხელსაწყო, რომელიც აჩერებდა მატარებელს დაკეტილ სემაფორთან მიახლოებისას. ამისათვის საჭირო გახდა ჰაერისგამტარის პნევმატურ მუხრუჭთან დაკავშირება. განშტოების ბოლოს დაყენებული იყო მინის მილი მირჩილული ბოლოთი ან ონკანი. სემაფორის ფრთასთან ან ამძრავთან დაკავშირებული იყო ბერკეტი, რომელიც გახსნილი სემაფორის შემთხვევაში იკავებდა ღერძის პარალელურ მდებარეობას, ხოლო ჩაკეტილი სემაფორის შემთხვევაში კი მილაკის მიმართ პერპენდიკულარულ მდებარეობას და კეტავდა ჰაერის მიწოდებას, რაც იწვევდა დამუხრუჭებას.

მატარებლების მაღალი სიჩქარით მოძრაობის დროს ასეთი მარტივი მექანიზმი იყო არაპრაქტიკული, რადგანაც მას შეეძლო გამოეწვია შემადგენლობის სწრაფი დამუხრუჭება, ეს კი მგზავრებისათვის არ იყო სასურველი, უფრო მეტიც, შეეძლო გამოეწვია მატარებლის ლიანდაგიდან გადავარდნაც კი. ამის გამო, შექმნილი იქნა ავტორეგულირებადი სისტემები, რომელთა ზემოქმედების შედეგადაც გზის გარკვეულ უბნებზე ხდებოდა მოძრავი შემადგენლობის მოძრაობის სიჩქარის შემცირება. მატარებელი ჩერდებოდა მხოლოდ სიჩქარის შემცირების შემდეგ.

თანამედროვე სარკინიგზო ტრანსპორტი წარმოადგენს რთულ დინამიურ სისტემას, რომლის შემადგენლობაშიც შედის სალიანდაგო გზები, სადგურები, სატვირთო და სამგზავრო ვაგონების, ლოკომოტივების და მომსახურე პერსონალის შემადგენლობა. ამჟამად, ამ რთული მეურნეობის უსაფრთხო და ავარიებისგან დაცული მართვისთვის გამოიყენება სიგნალიზაციის, მართვისა და კავშირგაბმულობის სისტემები.

სარკინიგზო გზების ქსელის გაზრდამ და მატარებლების მოძრაობის სიჩქარის გაზრდამ გამოიწვია კავშირგაბმულობისა და მართვის უფრო თანამედროვე მეთოდების გამოყენების აუცილებლობა, ისეთების როგორცაა ავტომატური ბლოკირებებისა და ავტომატური სალოკომოტივო სიგნალიზაციის მეთოდები. შემდეგში გამოყენებული იქნა რადიო–სატელეფონო კავშირგაბმულობა, ხოლო XX საუკუნის ბოლოს და საუკუნის დასაწყისში სარკინიგზო ტრანს-



პორტის მართვისათვის უკვე ფართოდ გამოიყენება ტელევიზია, კომპიუტერული ტექნიკა და კავშირგაბმულობის ოპტიკურ-ბოჭკოვანი არხები.

ამჟამად, სარკინიგზო ტრანსპორტზე ავარიებისა და უბედური შემთხვევების უდიდეს ნაწილს წარმოადგენს ადამიანის ფაქტორი, პრველ რიგში მემანქანეებისა და დიპჩერების შეცდომები. ტრანსპორტის სხვადასხვა შემთხვევების დროს ადამიანს შეუძლია დაუშვას სხვადასხვა სახეობის შეცდომები, მაგალითად, სარკინიგზო ტრანსპორტში გამორიცხულია საჭესთან დაკავშირებული შეცდომები, ანუ მემანქანის შეცდომები გამორიცხულია. ასეთ შეცდომებს ხშირად აქვს ადგილი საავტომობილო ტრანსპორტის შემთხვევაში.

სარკინიგზო ტრანსპორტისათვის 1957 წელს შეიქმნა მატარებლების ავტომატური მართვის სისტემები. მაგრამ, მატარებლის მართვის სრული ავტომატიზაცია პირველად დაინერგა საფრანგეთში 1980–1990 წლებში, ქალაქ ლილის მეტროპოლიტენში. მეტროში მატარებელი სრულად იზოლირებულია ამინდის ზემოქმედებისაგან, გარდა ამისა, მეტროპოლიტენის მემანქანეს არა აქვს მოძრაობის მიმართულების შეცვლის საშუალება, გამორიცხულია გასწრებისა და შემხვედრ შემადგენლობასთან შეჯახების ალბათობა და ა.შ. ლილის მეტროპოლიტენის მართვის სიტემა სრულად მართავდა მატარებლის მოძრაობას დაძვრიდან გაჩერებამდე.

არსებობს მატარებლების მართვის ავტონომიური და ცენტრალიზებული სისტემები. მართვის ავტონომიური სისტემები უზრუნველყოფენ ერთი მატარებლის მართვას, ხოლო ცენტრალიზებული კი უზრუნველყოფს ხაზზე ყველა მატარებლის ერთდროულ მართვას. მართვის ცენტრალიზებული სისტემები პირველ რიგში გამოიყენება საქალაქო და საგარეუბნო სარკინიგზო ხაზებზე. ამის მაგალითს წარმოადგენს სისტემა "BAPT", რომელიც გამოიყენება აშშ-ში.

პეკინის მეტროპოლიტენი გახდა პირველი, სადაც მატარებელში მემანქანეს ცვლის „ავტოპილოტი“. ასეთი სისტემა პირველად დაინერგა პეკინის აეროპორტისა და დედაქალაქის აღმოსავლეთის რაიონების დამაკავშირებელ მეტროპოლიტენის ხაზზე. ხაზის სიგრძეა 27 კმ და მასზე განთავსებულია 4 სადგური. ხაზზე მოძრაობის დროა 16 წუთი. ეს ხაზი ექსპლოატაციაში შევიდა პეკინის ოლიმპიადის წინ. ახალი ტექნოლოგიის გამოყენების შედეგად შესაძლებელი გახდება უხმაურო მოძრაობა და 110 კმ/სთ სიჩქარის განვითარება, რაც 30 კმ/სთ-ით აღემატება მეტროპოლიტენის ჩვეულებრივი მატარებლების სიჩქარეს. პეკინის მეტროპოლიტენს ყოველდღიურად გადაჰყავს 5 მილიონი მგზავრი.

### 3.6.3. საავტომობილო ტრანსპორტის საინფორმაციო სისტემები

პირველი ავტომობილი შიგა წვის ძრავით შექმნეს გერმანელებმა ჰ. დაიმლერმა და კ. ბენცმა 1885-1886 წლებში. ის წარმოადგენდა ღია ეტლს მართვის სახელურითა და მუხრუჭით. შეედლო მოძრაობა ძალიან დაბალი სიჩქარით - არა უმეტეს 10-12 კმ/სთ. არავითარი დამხმარე ხელსაწყო მას არ გააჩნდა. მათ პირველ ავტომობილს სახელად ერქვა „მოდელი III“ და გასაყიდად გაიტანეს 1886 წელს. 1886 წლიდან 1894 წლამდე გაიყიდა სულ 25 ავტომობილი. ავტომობილით დაინტერესებულები იყვნენ მხოლოდ სპორტსმენები. პირველ წლებში ავტომობილები საგზაო მოძრაობაზე გავლენას არ ახდენდნენ. საავტომობილო მრეწველობამ სწრაფი განვითარება დაიწყო მხოლოდ XX საუკუნეში. გაიზარდა ძრავის სიმძლავრე, საუკუნის დასაწყისში იყო 2-3 კვტ, ხოლო საუკუნის ბოლოს გახდა 200 კვტ. მნიშვნელოვნად გაიზარდა ავტომობილის სიჩქარეც, მან სწრაფად მიაღწია 100 კმ/სთ-ს. ასეთი სიჩქარის პირობებში აუცილებელი გახდა უფრო მოსახერხებელი და კომფორტაბელური ავტომობილების აგება და აუცილებლად დახურული ძარით, რომელიც აღჭურვილი უნდა ყოფილიყო მთელი რიგი მოწყობილობებით -

სიჩქარის გასაზომად, საწვავისა და ზეთის მარაგის გასაზომად და ა.შ. ამ გამზომი მოწყობილობების ტაბლოები განალაგეს ავტომობილის ტორპედოზე, მძღოლის წინ. ავტომობილი აღჭურვეს სხვადასხვა გამანათებელი მოწყობილობებით - გზის გასანათებლად, გაბარიტებისა და მოხვევის მანიშნობელი განათება, ავტომობილს დაუყენეს უკანა ხედვის სარკეც.

საავტომობილო მრეწველობის განვითარებას ძალიან დიდი ბიძგი მისცა კონვეიერის გამოგონებამ, რომელიც 1913 წელს პირველად გამოიყენა თავის ქარხანაში ჰენრი ფორდმა. კონვეიერის გამოყენებამ მოიტანა ორი მნიშვნელოვანი შედეგი: შრომის ნაყოფიერება გაიზარდა 40-60%-ით და საავტომობილო მრეწველობაში შემოღებული იქნა დეტალების სტანდარტიზაცია, რის შედეგადაც ავტო დეტალები გახდა ურთიერთშენაცვლებადი.

1910 წლიდან 2000 წლამდე მსოფლიოში გამოშვებული იქნა 1,3 მილიარდი ავტომობილი და გახდა საყოველთაო სატრანსპორტო საშუალება.

საავტომობილო ტრანსპორტის გამოჩენამ დღის წესრიგში დააყენა საავტომობილო გზების მშენებლობა. დაიწყო ასფალტის საფარიანი ფართი საავტომობილო გზების მშენებლობა. მოძრაობის ინტენსიურობის გაზრდამ წარმოშვა ჩქაროსნული ავტომაგისტრალების მშენებლობის აუცილებლობა. ამჟამად მსოფლიოში დაგებულია 15 მილიონი კილომეტრი კეთილმოწყობილი გზა. განვითარებული ქვეყნების დიდი ნაწილი დაფარულია საავტომობილო გზების ქსელით.

ავტომობილების მოძრაობის სიჩქარე და ინტენსიურობა მუდმივად იზრდებოდა, რის გამოც აუცილებელი გახდა საავტომობილო ტრანსპორტისათვის საინფორმაციო სისტემის შექმნა. საგზაო მოძრაობა აერთიანებს სამ კომპონენტს - გზა, ტრანსპორტი და ადამიანი. საგზაო მოძრაობის მოწესრიგების მიზნით შეიქმნა საგზაო მოძრაობის წესები, რომელიც ითვალისწინებს ფეხითმოსიარულეებსაც. საგზაო მოძრაობის წესებით რეგლამენტირებულია მოთხოვნები სატრანსპორტო საშუალებების მძღოლებისა და ფეხითმოსიარულეთათვის. გარდა ამისა, უსაფრთხო მოძრაობის უზრუნველსაყოფად, საგზაო მოძრაობის წესებში რეგლამენტირებულია აგრეთვე ტექნიკური მოთხოვნები სატრანსპორტო საშუალებებისათვის.

პირველ ხანებში სხვადასხვა ქვეყნების საგზაო მოძრაობის წესები ერთმანეთისაგან განსხვავდებოდა. 1909 წელს პარიზში საერთაშორისო კონფერენციაზე მიღებული იქნა საყოველთაო წესები ევროპის ყველა ქვეყნისათვის.

პირველი სამფეროანი (წითელი, ყვითელი, მწვანე) ავტომატური შუქნიშანი დაყენებული იქნა ნიუ-იორკში 1918 წელს.



ნახ. 3.6.6. შუქნიშანი

ავტომობილების მოძრაობის სიჩქარის გაზრდის შედეგად საჭირო გახდა მძღოლებისათვის წინასწარ ინფორმაციის მიწოდება გზის მდგომარეობის შესახებ, რამდენად უსაფრთხოა ის მოძრაობისათვის. ამისათვის შეიქმნა საგზაო ნიშნები და დაიწყო მათი დაყენება წინააღმდეგობის გარკვეული დაშორებით. ასევე არსებობს მოძრაობის მიმართულების მიმითებელი ნიშნები, ამკრძალავი ნიშნები, ნიშნები ფეხითმოსიარულეთათვის. საგზაო მოძრაობის წესებში გათვალისწინებულია აგრეთვე საგზაო მინიშვნა - ჰორიზონტალური და ვერტიკალური.

კომპიუტერული ტექნიკისა და საინფორმაციო ტექნოლოგიების გამოგონებამ არსებითად გააუმჯობესა მძღოლის საინფორმაციო უზრუნველყოფა. თანამედროვე ავტომობილის ყველა სისტემა და აგრეგატი (ძრავი და ტრანსმისია, სამუხრუჭო სისტემა, საჭე, დაკიდება, უსაფრთხოების სისტემა, სალონში ჰაერის ტემპერატურა და ტენიანობა, სავარძლების გათბობაც კი) იმართება საბორტო კომპიუტერის საშუალებით. თანამედროვე ავტომობილებში დაყენებულია აგრეთვე რადიო, მაგნიტოფონი, ტელევიზორი, ფიჭური ტელეფონი და სანავიგაციო კომპიუტერი, რომელიც დაკავშირებულია თანამგზავრულ სანავიგაციო სისტემასთან (GPS). ავტომობილის ადგილმდებარეობის და გადაადგილების მარშრუტის დასადგენად მასში გამოიყენება

ელექტრონული რუკები. ასეთი რადიონავიგატორი ამცირებს მძღოლის დაღლილობას, ზოგავს დროსა და ამცირებს ხარჯებს.

ავტომობილში შეიცვალა ხელსაწყოების პანელი. ისრებიანი გამზომი ხელსაწყოების ნაცვლად გამოიყენება ერთი თხევადკრისტალიანი მონიტორი, რომელზეც გამოტანილია ყოველგვარი საჭირო ინფორმაცია ან ციფრული ფორმით, ან იმიტირებულია ისრებიანი ხელსაწყოები. ავტომობილებში გამოიყენება აგრეთვე შეხებაზე მგრძობელობის მქონე სენსორული მონიტორები და საქარე მინაზე მოთავსებული ელექტრონული ტაბლო, რომელზეც აისახება სპიდომეტრის მაჩვენებელი.

ავტომობილებისათვის დამუშავებულია ვიდეო და აუდიო ცენტრები და სანავიგაციო სისტემა. მასში შედის 5-დიუმიანი თხევადკრისტალური მონიტორი, რადიო, CD- და DVD-დისკების საკრავი, სატელევიზიო ტიუნერი, სანავიგაციო სისტემა და აკუსტიკური სისტემა.

საქართველოში უკვე ამოქმედდა ციფრული ტელევიზია. მობილური პაკეტის მიღება შესაძლებელია მობილურ ტელემიმღებებში.

ადრე მოგზაურები ორიენტირებას ვარსკვლავების მიხედვით ახდენდნენ, დღეს კი ნავიგაცია ხორციელდება ხელოვნური თანამგზავრების სიგნალების მიხედვით. ნავიგაციის სისტემასთან მიერთების შემდეგ სამგანზომილებიანი რუკები და რადიოგიდი ეხმარება მძღოლს დანიშნულების ადგილამდე მიღწევაში. მძღოლი როგორც კი შეიტანს ნავიგაციის სისტემაში დანიშნულების პუნქტს, სისტემა უკვე იწყებს საუკეთესო მარშრუტის ძებნას. თანამედროვე სანავიგაციო სისტემებში საუკეთესო მარშრუტი უმოკლეს გზას არ ნიშნავს, რადგანაც ისინი ითვალისწინებენ გზების გადატვირთულობასაც და ისე ირჩევენ მარშრუტს. სანავიგაციო სისტემას დანიშნულების პუნქტის გარდა შეიძლება მივუთითოთ კიდევ 4 პუნქტი, სადაც გვინდა მოხვედრა საბოლოო პუნქტის მიღწევამდე. ამის შემდეგ, ნავიგაციის სისტემა რუკაზე ისრით და რადიოგიდის ხმით მიუთითებს შერჩეულ მარშრუტს. სამგანზომილებიან რუკაზე შესაძლებელია წინ მდებარე ობიექტების და გზაჯვარედინების დანახვა. რადიოგიდი წინასწარ გვატყობინებს, რომ ვუახლოვდებით გზაჯვარედინს, მაგ. „600 მეტრის შემდეგ მოუხვით მარცხნივ“.

ავტომობილის სალონში შესაძლებელია კიდევ ბევრი მობილური მოწყობილობის მოთავსება, მაგალითად ნოუტბუკის. მსოფლიოს წამყვანი ავტომწარმოებლები ცდილობენ ავტომობილის ყველა საინფორმაციო მოწყობილობა ერთიან სისტემაში გააერთიანონ და შექმნან ე.წ. მობილური ოფისი.

თანამედროვე ავტომობილის ელექტრონულ ატჭურვილობას განეკუთვნება აგრეთვე მოწყობილობა hands free ("თავისუფალი ხელები"). ეს მოწყობილობა იმდაა აუცილებელი, რომ საქართველოში მძროლისათვის აკრძალულია მოძრაობის დროს მობილური ტელეფონით საუბარი. ტელეფონით საუბრის დროს ერთ ხელს ტელეფონი უჭირავს, ხოლო საჭისთვის თავისუფალი რჩება მხოლოდ ერთი ხელი, რაც მოძრაობის უსაფრთხოების ნორმების დარღვევაა. „თავისუფალი ხელები“ (ყურსასმენები და მიკროფონი) კი იძლევა მობილური ტელეფონით საუბრის საშუალებას ისე, რომ საჭეს ხელები არ მოვაშოროთ. „თავისუფალი ხელების“ ძალიან კარგი ვარიანტია ფეხითმოსიარულის გარნიტური. მის შემადგენლობაში შედის ყურსასმენი, მიკროფონი და სპეციალური კლიფსი, რომლის საშუალებითაც მიკროფონი ფიქსირდება პირთან ახლოს. „თავისუფალი ხელების“ უფრო ძვირფას მოდელებში შედის მგრძობიარე მიკროფონი, რომელიც ავტომობილში ხმის დაუმზავად საუბრის საშუალებას იძლევა და გამოსატანი ანტენა, რომელიც მიღების ხარისხს აუმჯობესებს.



ნახ. 3.6.7. თანამგზავრული სანავიგაციო სისტემა

საკვირველია, მაგრამ „თავისუფალი ხელების“ ტექნოლოგიის დანერგვის შედეგად საავტომობილო გზებზე ავარიების რაოდენობა არ შემცირებულა: მძღოლები მოძრაობის დროს მობილურ ტელეფონებზე საუბრის დროს მაინც კარგავენ ავტომობილზე კონტროლს და დაგვიანებით ახდენენ საგზაო სიტუაციებზე რეაგირებას. მობილურ ტელეფონზე მოსაუბრე მძღოლის საგზაო სიტუაციებზე რეაქცია ორჯერ მაინც მცირდება. ამიტომ, საავტომობილო გზებზე მოძრაობის დროს „თავისუფალი ხელების“ ტექნოლოგიით სარგებლობა კატეგორიულად არაა რეკომენდირებული.

ტექნოლოგია Blue Eyes ახდენს მძღოლის თვალების მოძრაობის და თვალების ხამხამის რეგისტრირებას. ინფრაწითელი ვიდეო კამერა თვალყურს ადევნებს მძღოლის თვალების მიმართულებას და თუ სისტემა ვერ აფიქსირებს თვალის გუგას, თვლის, რომ მძღოლმა გზაზე მოძრაობის დროს დაიძინა. ამ დროს ჩაირთვება განგაშის სიგნალი, რომელიც გამოაღვიძებს ჩაძინებულ მძღოლს და თავიდან აცილებული იქნება საავარიო სიტუაცია, ან უარეს შემთხვევაში უბედური შემთხვევა.

Blue Eyes ტექნოლოგიის გამოყენების სხვა შემთხვევაა მძღოლის რეგისტრაცია თვალის გარსის ინდივიდუალური სურათის და მისი სახის მიმიკის ანალიზის მიხედვით. მძღოლი როდესაც ჯდება საჭესთან, სისტემა ავტომატურად აეწყო სავარძლისა და სარკეების მდგომარეობაზე. სისტემა მძღოლის გამომეტყველებაში თუ რაიმე საეჭვოს აღმოაჩენს, ავტომატურად ჩაირთვება მხიარული მუსიკა.

მითითებული სვლის დამატებითი უსაფრთხოების ზომების უზრუნველსაყოფად გამოშვებული იქნა კომპლექტი, რომელიც მოიცავდა თხევადკრისტალიან მონიტორსა და ვიდეოკამერას. ვიდეოკამერა დამაგრებულია ავტომობილის უკანა სანომრე ნიშანთან და უსადენო კავშირის საშუალებით გამოსახულება გადაეცემა ხელსაწყოების პანელზე დამონტაჟებულ 2,5 დიუმის დიაგნოსტის მქონე მონიტორს.

უკუ სვლის უსაფრთხოების უზრუნველყოფის მიზნით გამოიყენება პარკირების რადარი. მისი მოქმედების პრინციპი დამყარებულია წინააღმდეგობამდე მანძილის გაზომვის ულტრაბგერითი სიგნალის გამოყენების თანამედროვე ტექნოლოგიაზე. უკანა ზამპერზე დამონტაჟებული გადამწოდები და წინააღმდეგობამდე მანძილის ინდიკაციის სისტემა ამარტივებს პარკირებასა და შეზღუდული სივრცის პირობებში მანევრირებას. გადამწოდების გარდა სისტემა მოიცავს აგრეთვე მანძილის ხმოვან ან ვიდეო ინდიკატორებს. ისინი დამონტაჟებულია ხელსაწყოების პანელზე და მძღოლს მყისიერად მიაწვდიან ინფორმაციას დაბრკოლებამდე მანძილის შესახებ. ავტომობილი როდესაც გადაადგილდება უკუ სვლით, მძღოლი ყველაფერს ვერ ხედავს და ეს საფრთხის შემცველია. უკუ სვლის დროს მძღოლი ვერ ხედავს უკან ზომებს, მაღალ ბოდირებს, მიწაზე დადებულ დიდი ზომის საგნებს. შედეგად მიიღება ზამპერის დაზიანება, ნაკაწრები მანქანაზე, კორპუსის დეფორმაცია და შესაბამისად დამატებითი ხარჯები რემონტზე. პარკირების რადარი დროულად ატყობინებს მძღოლს ხიფათის შესახებ, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ღამის პირობებში.

ადაპტური კრუიზ კონტროლს (ACC) შეუძლია შეინარჩუნოს არა მარტო მოძრაობის მითითებული სიჩქარე, არამედ შეუძლია შეინარჩუნოს დისტანცია წინმძღოლ ავტომობილთანაც. ავტომობილზე დამონტაჟებულ რადარს შეუძლია ამოიცნოს იგივე მიმართულებით წინ მიმავალი ავტომობილი. სამომრავო ზოლი თუ თავისუფალია, ავტომობილი ინარჩუნებს მითითებულ სიჩქარეს. რადარი თუ ამოიცნობს უფრო მაღალი სიჩქარით მოძრავ წინ მიმავალ ავტომობილს, მაშინ სისტემა ამცირებს ძრავში საწვავის მიწოდებას, ხოლო საჭიროების შემთხვევაში სამუხრუჭო სისტემის საშუალებით ამუხრუჭებს კიდევაც ავტომობილს.

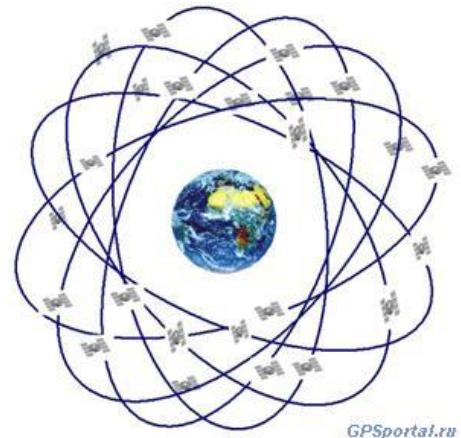


### 3.6.4. თანამგზავრული სანავიგაციო სისტემა

სამი ტექნოლოგიის – რადიოტექნიკის, კომპიუტერული ტექნიკის და კოსმონავტიკის წარმატებებმა, შესაძლებელი გახადა ნავიგაციის თანამედროვე სისტემის – თანამგზავრული ნავიგაციის სისტემის შექმნა.

ნავიგაციის თანამედროვე სისტემა შესაძლებელს ხდის დედამიწის ნებისმიერ წერტილში განსაზღვრული იქნას ობიექტის ადგილმდებარეობა და სიჩქარე. ეს სისტემა სანავიგაციო თანამგზავრის საშუალებით სიშორის და დროის განსაზღვრის სისტემა (ინგლ. Navigation Satellite Time and Ranging, Global Positioning System (GPS) — სანავიგაციო თანამგზავრის საშუალებით პოზიციონირების გლობალური სისტემის საშუალებით მანძილისა და დროის გაზომვის სისტემა) დამუშავებული და რეალიზებული იქნა და ამჟამად მის ექსპლოატაციას ახორციელებს აშშ-ს თავდაცვის სამინისტრო.

სისტემის საფუძველს წარმოადგენს სანავიგაციო თანამგზავრები, რომლებიც მოძრაობენ დედამიწის ირგვლივ 6 წრიულ ორბიტაზე. თითოეულ ორბიტაზე მოძრაობს 4 თანამგზავრი 20180 კმ სიმაღლეზე. თანამგზავრები გამოასხივებენ რადიოსიგნალებს რამდენიმე დიაპაზონში. სანავიგაციო ინფორმაციის მიღება შესაძლებელია ანტენის საშუალებით, ხოლო დამუშავება კი GPS-მიმღების საშუალებით. ერთ-ერთ დიაპაზონში გადაცემული ინფორმაცია ვრცელდება თავისუფლად, უფასოდ და ყოველგვარი შეზღუდვის გარეშე. 24 თანამგზავრი უზრუნველყოფს დედამიწის ყოველ წერტილში სისტემის 100%-იან მუშაობის უზრუნველყოფას, მაგრამ ყოველთვის არაა შესაძლებელი რადიოსიგნალების გარანტირებული მიღება და პოზიციის ზუსტი გამოთვლა. ამიტომ, პოზიციონირების სიზუსტის გასაზრდელად და შეფერხებების შემთხვევაში მარაგის უზრუნველსაყოფად, ორბიტაზე გაყვანილია თანამგზავრების მეტი რაოდენობა, 2006 წლის მონაცემებით მათი რაოდენობა იყო 29, ხოლო NAVSTAR სისტემაში თანამგზავრების მაქსიმალური რაოდენობა შეზღუდულია 31 თანამგზავრით.



ნახ. 3.6.8. სანავიგაციო თანამგზავრები დედამიწის გარშემო

სისტემის შემადგენლობაში სანავიგაციო თანამგზავრების გარდა შედის კიდევ დედამიწაზე განთავსებული მართვის კომპლექსი, რომელიც შეიცავს თანამგზავრების ზეზუსტ საათს, რომლის სინქრონიზაციაც ხდება დედამიწაზე არსებულ ზეზუსტ სპეციალურ ატომურ საათთან. მისი საშუალებით ხდება თანამგზავრების ადგილმდებარეობის განსაზღვრა და GPS-მიმღებების მართვა.

დედამიწაზე მყოფი ობიექტი იჭერს რადიოსიგნალებს სისტემის 3–4 თანამგზავრიდან, მათ მიხედვით ახდენს თავისი საათის სინქრონიზირებას, ითვალისწინებს თანამგზავრიდან სიგნალის გავრცელების დროს და გამოთვლის მანძილს თანამგზავრამდე. 3–4 ხილვადი თანამგზავრიდან მიღებული ამ სიგნალების შედარებით და ტრიგონომეტრიული გამოთვლებით ხელსაწყო გამოთვლის თავის გეოგრაფიულ კოორდინატებს რამდენიმე მეტრის სიზუსტით.

GPS-მიმღები წარმოადგენს რადიომიმღებ მოწყობილობას მისი ანტენის მიმდინარე მდებარეობის გეოგრაფიული კოორდინატების დასადგენად. კოორდინატების დადგენის მაქსიმალური სიზუსტეა 3–5 მეტრი, ხოლო დედამიწის სადგურიდან მაკორექტირებელი სიგნალის არსებობისას ეს სიზუსტე კიდევ უფრო იზრდება. კომერციული GPS-ნავიგატორების სიზუსტე სეადგენს 150–დან 3 მეტრამდე.

არსებობს გამოთვლებისათვის საჭირო პროცესორით და მონაცემების ასხვისათვის საჭირო მონიტორით აღჭურვილი GPS-ნავიგატორები. გარდა ამისა, არსებობს პერსონალურ კომპიუტერ-

თან, სმარტფონებთან და ნოუტბუკებთან მისაერთებელი GPS-მოწყობილობები. ამ მოწყობილობების გამოყენების შემთხვევაში სპეციალური სანავიგაციო პროგრამული უზრუნველყოფის – სანავიგაციო რუკების საშუალებით ინფორმაცია აისახება პერსონალურ კომპიუტერებზე, ნოუტბუკებზე და სმარტფონებზე.

სანავიგაციო რუკა წარმოადგენს სპეციალურ პროგრამას, რომელსაც შეუძლია საგზაო მოძრაობის წესების გათვალისწინებით მარშრუტის დადგენა საჭირო ობიექტამდე ან მისამართამდე. ეს კეთდება GPS-ნავიგატორის სენსორულ ეკრანზე თითის რამდენიმე დაჭერით. ზოგიერთი პროგრამა მარშრუტის დადგენის დროს ითვალისწინებს სატრანსპორტო საშუალების ტიპსაც, სატვირთოა თუ მსუბუქი ავტომობილია და ამის გათვალისწინებით ხდება ოპტიმალური მარშრუტის დადგენა. ფეხით მოსეირნეთათვის რუკა ირჩევს მარშრუტს პარკებისა და წყნარი ქუჩების გავლით და არა საავტომობილო ტრასების გასწვრივ. ეს რუკები მაქსიმალურად დეტალიზებულია, მათზე აღრიცხულია სახლების ნომრებიც კი.

ავტომობილით მგზავრობის დროს სანავიგაციო პროგრამა ხშირად აფრთხილებს მძღოლს, მაგ., „100 მეტრის შემდეგ მოუხვიე მარჯვნივ“. უცნობ ქალაქში მოძრაობის დროს რუკის საშუალებით შესაძლებელია უახლოესი სასტუმროს, საავადმყოფოს, ფოსტის, რესტორანის და ა.შ. მოძებნა.

თანამედროვე რუკები ინტერნეტიდან ლებულობენ მონაცემებს გზებზე საცობების შესახებ და მოძრაობის მარშრუტს ამის გათვალისწინებით ირჩევენ.

ამჟამად თანამგზავრული ნავიგაცია ტრანსპორტის ყველა სახეობაზე გამოიყენება.



ნახ. 3.6.9. თანამგზავრული საავტომობილო ნავიგატორი

### 3.6.5. ევროპული სანავიგაციო სისტემა Galileo

იქმნება ევროპული სანავიგაციო სისტემა Galileo. ეს სისტემა იქმნება მხოლოდ სამოქალაქო საჭიროებებისათვის და მისი პოზიციონირების სიზუსტე იქნება 1 მ. იგეგმება, რომ ეს სისტემა მწყობრში ჩადგება მაშინ, როდესაც ორბიტაზე გაშვებული იქნება დაგეგმილი 30-ე თანამგზავრი (მათ შორის 3 იქნება სარეზერვო). ევროკავშირის ქვეყნების გარდა ამ პროექტში მონაწილეობას იღებენ ჩინეთი, ისრაელი, სამხრეთ კორეა და უკრაინა. ამასთან დაკავშირებით მიმდინარეობს მოლაპარაკებები არგენტინასთან, ავსტრალიასთან, ბრაზილიასთან, ჩილისთან, ინდოეთთან და მალაიზიასთან. თანამგზავრების ორბიტაზე გასაყვანად კომპანიამ [Arianespace](#) დადო ხელშეკრულება „სოიუზ“ ტიპის 10 რაკეტამატერებით 2010 წლიდან დაწყებული თანამგზავრების ორბიტაზე გასაყვანად. დედამიწაზე არსებული ინფრასტრუქტურა მოიცავს მართვის სამ ცენტრს და მიმღები და გამცემი სადგურების გლობალურ ქსელს.



ნახ. 3.6.10. სანავიგაციო სისტემა Galileo

ნავიგაციის ამერიკული [GPS](#) და რუსული [ГЛОНАСС](#) სისტემებისაგან განსხვავებით სისტემა Galileo-ს გაკონტროლება არ ხდება სამხედრო უწყებების მიერ, მაგრამ 2008 წელს ევროსაბჭოს პარლამენტმა მიიღო რეზოლუცია „კოსმოსის მნიშვნელობა ევროპის უსაფრთხოებისათვის“, რომლის მიხედვითაც შესაძლებელი ხდება თანამგზავრული სიგნალების გამოყენება ევროპის

უსაფრთხოებისათვის ჩატარებულ სამხედრო ოპერაციებში. სისტემას ამჟამად ევროპის კოსმოსური სააგენტო და მისი ღირებულება შეადგენს 4,9 მილიარდ ევროს.

სისტემა Galileo–ს თანამგზავრების ორბიტაზე გაყვანა მოხდება 23 222 კმ სიმაღლეზე (ან 29600 კმ დედამიწის ცენტრიდან). ერთი ბრუნის შესრულებას დასჭირდება 14სთ 4 წთ და 42 წმ, დახრის კუთხე იქნება 56° ეკვატორის მიმართ, რის შედეგადაც დედამიწის ყოველი წერტილიდან შესაძლებელი იქნება 4 თანამგზავრის ერთდროულად დანახვა. სისტემაში გამოყენებული ატომური საათის ცდომილება წარმოადგენს წამის ერთ მემილიარდედს, ამის შედეგად და კიდევ იმის გამო, რომ ორბიტის სიმაღლე უფრო მეტია ვიდრე ამერიკული GPS სისტემაში, შეიძლება მიღწეული იქნას პზიციონირების სიზუსტე დაბალი განედებისათვის 30 სმ, ხოლო ჩრდილოეთ პოლუსის მახლობლობაში კი 1 მ.

სისტემა Galileo–ს ყოველი თანამგზავრი იწონის დაახლოებით 700 კგ–ს და მისი გაბარიტებია დაშლილი მზის ბატარეით 3,02×1,58×1,59 მ, ხოლო მზის გახსნილი ბატარეით კი 2,74×14,5×1,59 მ. ენერგოუზრუნველყოფა არის 1420 ვატი. თანამგზავრის ექსტრელუატაციის ვადას წარმოადგენს 12 წელი.

2011 წლის 19 იანვარს სტრასბურგში ბრიფინგზე ევროკომისიის წარმომადგენლებმა ვიცე-პრეზიდენტმა ანტონიო ტაიანიმ განაცხადა, რომ თანამგზავრული სანავიგაციო სისტემის Galileo–ს დასრულებისათვის საჭიროა 1,9 მილიარდი ევრო.

თანამგზავრული სანავიგაციო სისტემას Galileo–ს პროექტი შედგება 4 ეტაპისაგან.

### პირველი ეტაპი

პირველი ფაზა – დაგეგმვა და ამოცანების განსზღვრა 100 მილიონი ევროს ღირებულებით. მეორე ფაზა – განვითარებული ინფრასტრუქტურის მქონე ორი ექსპერიმენტული თანამგზავრის ორბიტაზე გაყვანა. ღირებულება 1,5 მილიარდი ევრო.

სისტემა Galileo–ს პირველი ექსპერიმენტული თანამგზავრი ჩატანილი იქნა ბაიკანურის კოსმოდრომზე 2005 წლის 30 ნოემბერს, ხოლო მისი გაშვება მოხდა 2005 წლის 28 დეკემბერს რაკეტა-მატარებლით „სოიუზ“. კოსმოსური აპარატი GIOVE-A გაყვანილი იქნა ორბიტაზე 23 222 კმ სიმაღლეზე, დახრის კუთხით 56°. აპარატის წონა იყო 700 კგ, ხოლო გაბარიტული ზომები შეკვეცილი მზის ბატარეით: სიგრძე 1,2 მ და დიამეტრი 1,1 მ. თანამგზავრ GIOVE-A–ს ძირითადი დანიშნულება იყო სისტემა Galileo–ს მანძილის საზომი რადიოსიგნალების გამოცდა ყველა სიხშირულ დიაპაზონში. თანამგზავრის ფუნქციონირება უნდა განხორციელებულიყო 2 წლის განმავლობაში. ეტაპი დასრულებული იქნა წინასწარ გათვლილ დროში.

### მეორე ეტაპი

სისტემა Galileo–ს მეორე საცდელი თანამგზავრის გაშვება მოხდა 2008 წლის 27 აპრილს და სიგნალების გადაცემა დაიწყო 2008 წლის 7 მაისს. თანამგზავრ GIOVE-B–ს ძირითადი დანიშნულება იყო თანამგზავრების სერიის რეალურთან მაქსიმალურად მიახლოებული გადასაცემი აპარატურის გატესტვა. თანამგზავრ GIOVE-B–ში პირველად იქნა გამოყენებული წყალბადის მაზერი (მაზერი (*maser*) არის კვანტური გენერატორი, რომელიც გამოასხივებს კოჰერენტულ ელექტრომაგნიტურ ტალღებს სანტიმეტრულ დიაპაზონში). თანამგზავრ GIOVE-B–ს შეუძლია სიგრძის საზომი კოდის რამდენიმე მოდიფიკაციის ერთდროულად გადაცემა, რომელთაგანაც შემდეგ მუდმივი გამოყენებისათვის აირჩევა ერთერთი. ორივე თანამგზავრი GIOVE განკუთვნილი იყო აპარატურის გამოსაცდელად და სიგნალების მახასიათებლების გამოსაკვლევად. გაზომვის შედეგების სისტემატიური შეგროვებისათვის შექმნილი იქნა კომპანია Septentrio–ს მიერ დამზადებული მიმღებებით აღჭურვილი დედამიწის სადგურების მსოფლიო ქსელი.

### მესამე ეტაპი

მესამე ეტაპის ფარგლებში დაგეგმილი იყო ორბიტაზე ოთხი თანამგზავრის Galileo IOV (*in-orbit validation*) გაშვება. მათი გაშვება მოხდა წყვილ-წყვილად. პირველი წყვილი გაშვებული

იქნა 2011 წლის 20 ოქტომბერს, ხოლო მეორე წყვილი კი 2012 წლის ოქტომბერში. ამ თანამგზავრების აგება მოხდა EADS Astrium-Thales Alenia Space პარტნიორობის ფარგლებში. თანამგზავრები გაყვანილი იქნა ორბიტაზე 23 222 კმ სიმაღლეზე.

2011 წლის 10 დეკემბერს თანამგზავრებმა Galileo დედამიწაზე გადმოსცეს პირველი სატესტო სანავიგაციო სიგნალები, ორივე გამცემი წარმატებით ჩაირთო. Galileo-ს სპეციალისტებმა ჩართეს L-დიაპაზონის ანტენა (1,2 – 1,6, გიგაჰერცი), რომლიდანაც განხორციელდა პირველი სატესტო სანავიგაციო სიგნალების გადმოცემა. მათი სიმძლავრე და ფორმა სრულად შეესაბამებოდა დაგეგმილ სპეციფიკაციას. ის შესაბამისობაშია ამერიკულ სისტემასთან GPS. 2012 წლის 12 ოქტომბერს გაშვებული იქნა Galileo პროექტის კიდევ ორი თანამგზავრი და პირველად გახდა შესაძლებელი პოზიციონირება კოსმოსიდან, რადგანაც პოზიციონირებისათვის საჭიროა ერთდროულად 4 თანამგზავრი. შემდეგი თანამგზავრების გაშვების შედეგად პოზიციონირების სიზუსტე გაიზრდება.

2013 წლის 12 მარტს განხორციელებული იქნა ტესტირების ფაზა. Galileo-ს საშუალებით პირველად მოხდა განედის, გრძედის და ზღვის დონიდან სიმაღლის დადგენა. პოზიციონირების სიზუსტე იყო 10-დან 15 მეტრამდე, როგორც დაგეგმილი იყო. ექსპერიმენტი ჩატარებული იქნა სანავიგაციო ლაბორატორიაში ნიდერლანდების ქალაქ ნორდვეიკში. პროექტის ამ ფაზაზე პოზიციონირება დღეღამის განმავლობაში შესაძლებელი იყო მხოლოდ ორი-სამი საათის განმავლობაში.

2013 წლის 12 ნოემბერს განხორციელებული იქნა კიდევ ერთი ექსპერიმენტი. ევროპის კოსმოსური სააგენტოს ოთხი თანამგზავრის საშუალებით მოხდა მფრინავი საჰაერო ლაინერის (თვითმფრინავი Fairchild Metro-II) ადგილმდებარეობის განსაზღვრა. ეს იყო პირველი შემთხვევა, როდესაც ევროპამ ნავიგაციის მხოლოდ საკუთარი საშუალებებით მოახერხა მფრინავი ობიექტის ადგილმდებარეობის განსაზღვრა.

პროექტ Galileo-ს სახმელეთო სეგმენტი ორბიტალური შემოწმების ფაზაზე უნდა შეიცავდეს 18 სენსორულ სადგურს, კავშირის 5 სადგურს, ტელემეტრიის 2 ბლოკს და მართვის 2 ცენტრს. მართვის ცენტრები განთავსებული იქნება ფუჩინოში (იტალია) და ობერპფაფფენჰოფენში (გერმანია). სენსორული ცენტრების მიერ შეგროვებული მონაცემების გადაცემა მოხდება მართვის ცენტრებში, სადაც მოხდება მათი დამუშავება და მონაცემების განსაზღვრა, რომლებიც შემდეგ კავშირის სადგურების საშუალებით გადაცემული უნდა იქნას ისევ თანამგზავრებზე.

კომპანია Thales Alenia Space (იტალია) ახორციელებს პროექტის სისტემურ უზრუნველყოფას, კომპანია OHB-System AG (გერმანია) ბრიტანულ კომპანია SSTL-თან ერთობლივად ამზადებს სისტემის პირველი რიგის თანამგზავრებს. პირველი თანამგზავრი მზად იყო 2012 წლის ივლისში, ხოლო შემდეგ ყოველ 3 თვეში მზადდებოდა მომდევნო ორი თანამგზავრი. შეკვეთის ღირებულება იყო 566 მილიონი ევრო.

მომსახურების პირველი სახეობები გაწეული იქნა 2014 წელს, ხლო მომსახურების ყველა სახეობის დანერგვა უნდა დამთავრდეს 2016 წელს. პროექტის ამ ეტაპის ღირებულება არის 3,4 მილიარდი ევრო.

Galileo-ს სადგურების მსოფლიო ქსელის კონტროლი მოხდება ფუჩინოში (იტალია) მდებარე მართვის ცენტრიდან. თანამგზავრები კოორდინატების განმსაზღვრელი სიგნალების კორექტირებას მოახდენენ ყოველ 100 წუთში და უფრო ხშირადაც.

ადგილმდებარეობის განმსაზღვრელი და სიზუსტის მაკორექტირებელი სადგურები უკვე დამონტაჟებულია და ფუნქციონირებენ იტალიის ქალაქ ფუჩინოში, საფრანგეთის გვიანის ქალაქ კურეში, ნორვეგიის შპიცბერგენზე, ანტარქტიკის ტროლში, რენიუონის კუნძულებზე ინდოეთის ოკეანეში, წყნარი ოკეანის ახალ კალედონიაში. ყველა ეს სადგური დაკავშირებულია Galileo-ს მართვის ორ ცენტრთან: ფუჩინო პასუხისმგებელია სანავიგაციო მომსახურებაზე და ტესტირებაზე, ხოლო ობერპფაფფენჰოფენი კი პასუხს აგებს თანამგზავრებზე.



### მეოთხე ეტაპი

მეოთხე ეტაპი დაიწყო 2014 წლიდან. მისი ღირებულებაა დაახლოებით 220 მილიონი ევრო წელიწადში. შესაძლებელია ლიცენზია ესქპლუატაციაზე გადაეცეს კერძო კომპანიებს.

2015 წლისათვის ორბიტაზე გაყვანილი იყო კიდევ 14 თანამგზავრი. თანამგზავრების ორბიტაზე გაყვანა დასრულდება 2020 წლისათვის. თანამგზავრების ორბიტაზე გაყვანისა და მათი დაჯგუფების დასრულების შემდეგ დედამიწის ყოველ წერტილში, ჩრდილოეთ და სამხრეთ პოლუსების ჩათვლით, 90 პროცენტის ალბათობით შესაძლებელი იქნება სიგნალების მიღება ოთხი თანამგზავრიდან ერთდროულად.

Galileo სისტემის საშუალებით შესაძლებელი იქნება ადგილმდებარეობის განსაზღვრა ჰორიზონტალურ სიბრტყეზე 4 მ სიზუსტით, ხოლო ვერტიკალურ სიბრტყეზე კი 8 მ სიზუსტით. ევროპული დამატების EGNOS-ის გამოყენებით სიზუსტე გაიზრდება 1 მეტრამდე, ხოლო სპეციალურ რეჟიმში კი 10 სმ-მდე.

Galileo სისტემის თანამგზავრები მაქსიმალური სინქრონიზაციისათვის აღჭურვილია ზეზუსტი ატომური საათებით, რომელთათვისაც შესაძლებელია ცდომილება 1 წმ 3 მილიონ წელიწადში, სწორედ ეს უზრუნველყოფს პოზიციონირების მაღალ სიზუსტეს. 8–10 თანამგზავრიდან სიგნალების ერთდროული მიღების შემთხვევაში ცდომილება არ აღემატება 30 სმ-ს.

### 3.6.6. საავიაციო საინფორმაციო სისტემები

ტრანსპორტის ყველაზე ახალგაზრდა სახეობაა საავიაციო ტრანსპორტი. მისი არსებობა ითვლის 110 წელზე ცოტა მეტს. 1903 წლის 17 დეკემბერს ძმებმა უილბერ და ორვილ რაიტებმა განახორციელეს ნავთზე მომუშავე შიგაწვის ძრავიანი თვითმფრინავით პირველი პილოტირებული ფრენა. ფრენა გრძელდებოდა სულ 59 წამის განმავლობაში, თვითმფრინავმა გაიფრინა 250 მეტრი და მისი სიჩქარე იყო 50 კმ/სთ. თვითმფრინავის ძარას წარმოადგენდა ფერმა, რომელშიც თავსდებოდა მფრინავი. თვითმფრინავს არ გააჩნდა არანაირი ხელსაწყო. უკვე 1911–1912 წლებში რუსმა კონსტრუქტორმა იგორ სიტნიკოვმა ააგო მრავალძრავიანი თვითმფრინავი „რუსული გოლიათი“, შემდეგ კი „ილია მურომეცი“. იმ დროს ეს ყველაზე დიდი თვითმფრინავები იყო, მათ უკვე ჰქონდათ სრულად დახურული და შემინული კაბინა ორი მფრინავისა და მგზავრებისათვის. თვითმფრინავით „ილია მურომეცი“ განახორციელეს გადაფრენა პეტერბურგიდან კიევამდე (რამდენიმე შუალედური დაჯდომის გამოყენებით).

ფრენის სიშორე და სიჩქარე ყოველწლიურად იზრდებოდა და საჭირო გახდა თვითმფრინავების აღჭურვა მთელი რიგი სანავიგაციო ხელსაწყოებით, ჯერ დღის ფრენებისათვის, ხოლო შემდეგ „ბრმა“ (ღამის, ნისლის და დიდი ღრუბლიანობის პირობებში) ფრენებისთვის. ეს ხელსაწყოები განლაგებული იყო ხელსაწყოების პანელზე პილოტისა და შტურმანის წინ.

საბორტო ხელსაწყოები პილოტს ეხმარება თვითმფრინავის მართვაში. დანიშნულების მიხედვით ისინი იყოფა საპილოტო-სანავიგაციო, საავიაციო ძრავის მუშაობის კონტროლის და სიგნალიზაციის ხელსაწყოებად. სანავიგაციო სისტემები და ავტომატები (უპირველეს ყოვლისა ავტოპილოტი) უმსუბუქებს მფრინავებს სამუშაო პირობებს, მათ უკვე აღარ სჭირდებათ მუდმივად ხელსაწყოების ჩვენებებზე დაკვირვება.

საპილოტო-სანავიგაციო ხელსაწყოების ჯგუფში შედის სიჩქარის მაჩვენებელი, სიმაღლის მზომი, ვარიომეტრები, ავიოჰორიზონტი, კომპასები, თვითმფრინავის მდებარეობის მაჩვენებელი და სხვა. საავიაციო ძრავების მუშაობის კონტროლის ხელსაწყოებს განეკუთვნება ტაქომეტრები, მანომეტრები, თერმომეტრები, საწვავის მარაგის გამზომები და სხვა.

საპილოტო-სანავიგაციო ხელსაწყოების საშუალებით პილოტი აკონტროლებს საჰაერო სივრცეში თვითმფრინავის მდებარეობას, რის შესაბამისადაც ახორციელებს თვითმფრინავის მართვას საჭის, ელერონების და სხვათა საშუალებით. ასეთ ხელსაწყოებს განეკუთვნებიან სიმაღლის, ჰორიზონტალური მდგომარეობის, სიჩქარის, ვერტიკალური სიჩქარის მაჩვენებლები.

სივრცეში მდებარეობის მაჩვენებელი – ავიოჰორიზონტი წარმოადგენს ჰიგროსკოპიულ მოწყობილობას. მას გააჩნია ხელოვნური ჰორიზონტის ხაზი და თვითმფრინავის აღმნიშვნელი სიმბოლო, რომელიც იცვლის თავის მდებარეობას ამ ხაზის მიმართ იმისდა მიხედვით თუ როგორ იცვლის თვითმფრინავი თავის მდებარეობას რეალური ჰორიზონტის მიმართ.

სიმაღლის მზომი განსაზღვრავს თვითმფრინავის სიმაღლეს ზღვის დონიდან და ამისათვის იყენებს ატმოსფერული წნევის სიმაღლეზე დამოკიდებულებას. ამ ხელსაწყოს შკალაზე დატანილია არა წნევის ერთეულები, არამედ მეტრები. მთების თავზე გადაფრენისას გამოიყენება რადიოსიმაღლისმზომი, რომელიც აგებულია რადიოლოკატორის ბაზაზე.

ვარიომეტრი საჭიროა თანაბარი სიჩქარის შესანარჩუნებლად სიმაღლის აღების ან დაშვების დროს. სიმაღლის მზომის მსგავსად ვარიომეტრიც წარმოადგენს ბარომეტრს. სტატიკური წნევის გაზომვის შედეგად ის უჩვენებს სიმაღლის ცვლილების სიჩქარეს. გამოიყენება ასევე ელექტრონული ვარიომეტრები. თვითმფრინავის ვერტიკალური სიჩქარის ერთეულია მეტრები წუთში. „ბრმა“ ფრენის პირობებში თვითმფრინავის მდებარეობის განსაზღვრა ხდება წრიული ხედვის პანორამული რადიოლოკატორის საშუალებით.

ნავიგაციის ამოცანას წარმოადგენს ოპტიმალური მარშრუტის განსაზღვრა, ადგილმდებარეობის, მიმართულების, სიჩქარის და ფრენის სხვა პარამეტრების განსაზღვრა. აერონავიგაციაში გამოიყენება ასტრონომიული, რადიოტექნიკური, გეოტექნიკური და შუქტექნიკური მეთოდები. გამოიყენება ასტრონომიული, გიროსკოპიული და რადიო კომპასები, რადიოპელენგატორები და ავიოსექსტანტები.

ტექნიკის განვითარებამ და თვითმფრინავებში ასეთი სანავიგაციო ხელსაწყოების გამოყენებამ მოიტანა ახალი შედეგები. 1935 წლის შემოდგომაზე მფრინავმა გ. ბაიდუკოვმა შესთავაზა ვ. ჩკალოვს განეხორციელებინათ გადაფრენა საბჭოთა კავშირიდან აშშ-ში ჩრდილოეთ პოლუსის გავლით. გ. ბაიდუკოვმა და ა. ბელიაკოვმა მიმართეს მთავრობას ასეთი გაფრენის ნებართვისათვის. მაგრამ ი. სტალინმა მათ შესთავაზათ ფრენის სხვა მარშრუტი მოსკოვი – პეტროპავლოვსკ-კამჩატსკი. ამ მარშრუტის არჩევის მიზეზი იყო ის, რომ საბჭოთა კავშირიდან აშშ-ში გადაფრენის მცდელობა უკვე ერთხელ იყო ლევანევსკის მიერ 1935 წლის აგვისტოში, რომელიც წარუმატებლად დამთავრდა. ტექნიკური გაუმართაობის გამო საჭირო გახდა ფრენის შეწყვეტა. ი. სტალინს არ უნდოდა, რომ მარცხი გამეორებულიყო.



ნახ. 3.6.11. შეხვედრა შჩოლკოვოს აეროდრომზე

გადაფრენა მოსკოვიდან შორეულ აღმოსავლეთში განხორციელდა 1936 წლის 20 ივლისს. ფრენა გრძელდებოდა 56 საათის განმავლობაში. ფრენის მანძილი იყო 9 375 კმ. ეკიპაჟის ყველა წევრს მიენიჭა საბჭოთა კავშირის გმირის წოდება. გარდა ამისა, ვ. ჩკალოვს აჩუქეს პირადი თვითმფრინავი Y-2 (ამჟამად იმყოფება მუზეუმში ჩკალოვსკში). 1936 წლის 10 აგვისტოს ი. სტალინი პირადად ჩავიდა მოსკოვის მახლობლად შჩოლკოვოს აეროდრომზე დაბრუნებული ეკიპაჟის დასახვედრად. ამის შემდეგ ვ. ჩკალოვმა მოიპოვა საყოველთაო აღიარება საბჭოთა კავშირში.



ვ. ჩკალოვი აგრძელებდა ბრძოლას საბჭოთა კავშირიდან აშშ-ში გადაფრენის უფლების მოსაპოვებლად და 1937 წლის მაისში მან ეს უფლება მოიპოვა. ფრენა განხორციელდა 1937 წლის 18 ივნისს თვითმფრინავით AHT-25. ფრენა განხორციელდა ძალიან რთულ მეტეო-პირობებში (ხილვადობა იყო ძალიან ცუდი, თვითმფრინავი იყინებოდა), მაგრამ ფრენა წარმატებულად დასრულდა და თვითმფრინავი 20 ივნისს დაეშვა ვაშინგტონის შტატის ვანკუვერის აეროდრომზე. ფრენის მანძილი იყო 8 504 კმ. ამ გაფრენისთვის ეკიპაჟის ყოველმა წევრმა მიიღო წითელი დროშის ორდენი.



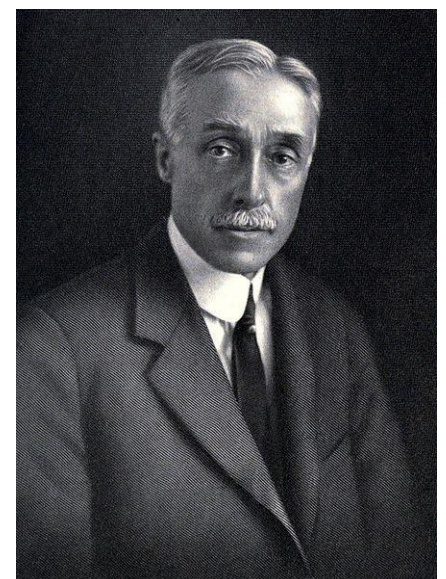
ნახ. 3.6.12. თვითმფრინავი AHT-25

პილოტის შრომის შესამსუბუქებლად თანამედროვე თვითმფრინავებში გამოყენებულია ავტოპილოტი, რომელსაც შეუძლია არჩეული კურსის შენარჩუნება, ასევე სიჩქარის, სიმაღლის და ჰორიზონტალური მდებარეობის შენარჩუნება მფრინავის ჩაურევლად. AHT-25 თვითმფრინავში ასეთი ავტოპილოტი არ არსებობდა. ვ. ჩკალოვი და გ. ბაიდუკოვი თვითმფრინავს რიგრიგობით მართავდნენ. ჩრდილოეთ პოლუსის გავლით ამერიკაში გადაფრენა კი 64 საათი გრძელდებოდა.



ნახ. 3.6.13. ფრენის მარშრუტი

ავტოპილოტის იდეა შემოთავაზებული იქნა ე. ციოლკოვსკის მიერ ჯერ კიდევ 1898 წელს. დამზადებით კი პირველი ავტოპილოტი დამზადებული იქნა ამერიკელი გამომგონებლის ელმერ სპერრის მიერ. მას ყველაზე დიდი აღიარება მოუტანა გიროსკოპის გამოყენებამ სანავიგაციო ამოცანების გადასაწყვეტად. 1910 წელს სპერრიმ შექმნა კომპანია „სპერრი ჯაიროსკოპი“ და ხელმძღვანელობდა მას 1929 წლამდე. მან გამოიგონა გიროკომპასი, რომელმაც საკმაოდ ბევრ შემთხვევაში შეცვალა მაგნიტური კომპასი. გამოიგონა გიროსტაბილიზატორი ელექტრული ამძრავით, რომელიც ამცირებდა თვითმფრინავის რყევას ფრენის დროს და ინარჩუნებდა მას ჰორიზონტალურ მდგომარეობაში. ააგო ჰიდრომართვადი ტორპედოები, ავტოპილოტი თვითმფრინავებისა და გემების ავტომატური მართვისათვის. ასევე გამოიგონა ხელსაწყოები წყალქვეშა ნავების აღმოსაჩენად.



ნახ. 3.6.14. ელმერ სპერრი (1860–1930)

ფირმა სპერრი-ს (აშშ) მიერ დამზადებული ავტოპილოტით მართული თვითმფრინავის პირველი დემონსტრირება მოხდა მსოფლიო გამოფენაზე პარიზში 1914 წელს. საბჭოთა კავშირში ავტოპილოტი პნევმატიური შემსრულებელი მექანიზმით შეიქმნა 1932 წელს, მაგრამ სამხედრო და სამოქალაქო ავიაციაში მათი ფართოდ გამოყენება დაიწყო მხოლოდ მეორე მსოფლიო ომის დასრულების შემდეგ. ამის შემდეგ მათი გამოყენება დაიწყო შვეულმფრენებზეც.

დიდი ხნის განმავლობაში თვითმფრინავის ხელსაწყოების სტენდზე გამოიყენებოდა ისრიანი ხელსაწყოების ძალიან დიდი რაოდენობა, რომელთა მაჩვენებლებისათვის თვალყურისდევნება პილოტისა და შტურმანისათვის იყო ძალიან რთული და დამღლეელი. ელექტრონიკისა და კომპიუტერული ტექნიკის განვითარების შედეგად შესაძლებელი გახდა

ინფორმაციის ინტეგრაციის მაჩვენებლის მნიშვნელოვნად გაზრდა.

თანამედროვე თვითმფრინავებში საბორტო მოწყობილობებიდან მიღებული ინფორმაციის დიდი ნაწილის გატანა ხდება საერთო მონიტორზე. ასეთი კომბინირებული (მრავალფუნქციური) ინდიკატორი მფრინავს აძლევს საშუალებას თვალის ერთი გადავლებით მიიღოს სრული ინფორმაცია. ფრენის მართვის სრულად ინტეგრირებული ციფრული სისტემები და თხევადკრისტალიანი ინდიკატორები მფრინავს უფრო ადვილად აღქმადი სახით აწვდიან მისთვის საჭირო ინფორმაციას, ვიდრე ეს ხდებოდა ადრე, ისრიანი ხელსაწყოების საშუალებით.

ინფორმაციის ინდიკაციის ახალი, კომბინირებული, სახეობა საშუალებას იძლევა ხელსაწყოების ჩვენებები მფრინავს მიეწოდოს თვითმფრინავის საქარე მინაზე პროექტირების სახით და ამ დროს არ შემცირდეს მისი პანორამული ხედვა. ინდიკაციის ასეთი სისტემები გამოიყენება არა მარტო სამხედრო, არამედ ზოგიერთ სამოქალაქო თვითმფრინავებშიც.

პირველი მსოფლიო ომის დროს გამოგონებული იქნა ხმის დამჭერი. ის გამოიყენებოდა მოწინააღმდეგის თვითმფრინავების აღმოსაჩენად, რისთვისაც გამოიყენებოდა მათი ძრავების ხმა და საარტილერიო საზენიტო ცეცხლისათვის საჭირო პროექტორების სინათლე. მაგრამ, თვითმფრინავების სიჩქარე სწრაფად იზრდებოდა და შეუძლებელი ხდებოდა მოწინააღმდეგის თვითმფრინავების დროულად აღმოჩენა. 1930–იანი წლების ბოლოს ხმის დამჭერები შეცვალა რადიოლოკაციამ, მოწინააღმდეგეების თვითმფრინავების აღმოჩენის და მათი მდებარეობის განსაზღვრის მეთოდმა რადიოტალღების საშუალებით. ამ ტალღების გამოსხივება ხდებოდა რადიოლოკაციური სადგურების საშუალებით, ხდებოდა ობიექტებიდან მათი არეკვლა და არეკვლილი ტალღების სადგურზე დაბრუნება, მათი ანალიზი ობიექტის ადგილმდებარეობის ზუსტი განსაზღვრის მიზნით. რადიოლოკაციის პირველი გამოყენების მიზანი მდგომარეობდა მოწინააღმდეგის ბომბდამშენების შორ მანძილზე აღმოჩენაში. მეორე მსოფლიო ომის წინ დიდმა ბრიტანეთმა ააგო შორეული აღმოჩენის რადიოლოკაციური სადგურების ქსელი ლა-მანშის მხრიდან თავდასხმების დროულად აღმოჩენის და თავდაცვის მიზნით. დღეს უფრო სრულყოფილი რადიოლოკაციური სადგურების ქსელი გვიცავს საავიაციო და სარაკეტო მოულოდნელი თავდასხმებისაგან. გემებიც და თვითმფრინავებიც აღჭურვილია რადიოლოკატორებით. ამან შესაძლებელი გახადა თვალყურის მიდევნების რადიოლოკატორების მონაცემებზე დაყრდნობით გამანადგურებელი თვითმფრინავების მიმართვა მტრის ბომბდამშენებზე. შესაძლებელია აგრეთვე საბორტო რადიოლოკატორების გამოყენება მოწინააღმდეგის ტექნიკის აღმოჩენისა და განადგურების მიზნით. საბორტო რადიოკომპლექსები გამოიყენება ობიექტების აღმოსაჩენად როგორც ხმელეთზე, ასევე ზღვაზეც.

საბრძოლო დავალებების შესასროლებლად, რადიოლოკაციური დამიზნების მქონე რაკეტები აღჭურვილია სპეციალური ავტონომიური მოწყობილობებით. თვითდამიზნების რაკეტებზე ადგილმდებარეობის განსაზღვრის მიზნით დაყენებულია საბორტო რადიოლოკატორი, რომლის საშუალებითაც ხდება დედამიწის ზედაპირის სკანირება და მის შესაბამისად ხდება რაკეტის ფრენის ტრაექტორიის კორექტირება. რაკეტა საწინააღმდეგო სისტემის მახლობლად განლაგებულ რადიოლოკატორს შეუძლია საკონტინენტმორისო რაკეტების თვალყურის მიდევნება.

თანამედროვე გამანადგურებლებსა და ბომბდამშენებზე გამოიყენება ამოცნობის ელექტრონული სისტემა „ჩენი/სხვა“. ამოცნობის ეს კოდური სისტემა წარმოადგენს ერთერთ უმნიშვნელოვანეს სახელმწიფო საიდუმლოებას.

სამოქალაქო თვითმფრინავებზე რადიოლოკატორები გამოიყენება მთელი რიგი ამოცანების გადასაწყვეტად, მათ შორის დედამიწის ზედაპირიდან ფრენის სიმაღლის განსაზღვრისათვის. აეროპორტებში მუშაობს ორი რადიოლოკატორი. ერთი გამოიყენება საჰაერო მიმოსვლის მართვისათვის და მეორე კი თვითმფრინავების დაჯდომის მართვისათვის, ის განსაკუთრებით საჭიროა ცუდი ხილვადობის პირობებში.



პირველი თვითმფრინავების აფრენისა და დაფრენის სიჩქარე იმდენად დაბალი იყო, რომ ამისათვის საკმარისი იყო სწორი ზედაპირის მქონე მოედანი. თანამედროვე თვითმფრინავებისათვის აფრენისა და დაფრენის სიჩქარე არის 200–300 კმ/სთ, ხოლო აფრენისათვის გაბენის სიგრძე კი არის რამდენიმე ასეული მეტრი. ამიტომ, თანამედროვე აეროდრომებზე ასაფრენი ბილიკის სიგტე არის 3 000 მმდე. ცუდ ამინდში და ცუდი ხილვადობის პირობებში თვითმფრინავის დაფრენის უზრუნველსაყოფად ასაფრენ/დასაფრენი ბილიკის დასაწყისამდე 1 000 მ–ის მანძილზე, მის ორივე მხარეს გამოიყენება დაფრენის მოახლოების სინათლეები. მოახლოების სინათლეების პერპენდიკულარულად გამოიყენება წითელი ფერის მქონე სინათლის 5–6 ჰორიზონტი. ეს სინათლეები ეხმარება პილოტს დაფრენის სწორი კუთხის შერჩევში. გარდა ამისა, დაფრენის დროს პილოტი ორიენტაციას ახდენს რადიომაიაკების მიხედვით, რის მიხედვითაც არეგულირებს დაშვების ღერძულა ხაზს და დაშვების ტრაექტორიას.

აეროდრომის წრიული ხედვის რადიოლოკატორი ეკრანზე აჩვენებს საჰაერო მდგომარეობას აეროდრომის ზონაში: სად, რა სიმაღლეზე და რა სიჩქარით დაფრინავენ თვითმფრინავები. ასეთი ლოკატორის საშუალებით ავიოდისპეჩერი ახდენს საჰაერო მოძრაობის მართვას და უზრუნველყოფს უსაფრთხო მანძილს თვითმფრინავებს შორის. თვითმფრინავების ფრენის მართვა ხორციელდება შემინული კაბინიდან, რომელსაც სადისპეჩერო პუნქტს უწოდებენ.

ფრენის დაწყებიდან ფრენის დასრულებამდე თვითმფრინავის მართვა უზრუნველყოფს ფრენის მიმდინარეობას და უსაფრთხოებას ფრენის დისპეჩერის მიერ კონტროლირებად სივრცეში და მონაცემების გაცვლას ავიოდისპეჩერსა და თვითმფრინავის ეკიპაჟს შორის. ამისათვის გამოიყენება კომპიუტერული და რადიოსანავიგაციო საშუალებები. საჰაერო მიმოსვლის მართვის სიტემას გააჩნია მართვის პუნქტების ქსელი, რომელშიც ჩართულია საჰაერო ტრასებზე საჰაერო მიმოსვლის მართვის ცენტრები, აეროპორტების საკონტროლო–სადისპეჩერო პუნქტები, რადიოსადისპეჩერო სამსახურების ცენტრები, შორეული მოქმედების რადიოსალოკაციო სადგურები და სადისპეჩერო რადიო–სარელო სადგურები, რადიოსანავიგაციო სადგურები და დაფრენის მართვის ავტომატიზირებული სისტემები.

თვითმფრინავის მართვა ხდება საჰაერო ფრენის წესების ან მართვის ხელსაწყოების ჩვენებების შესაბამისად. საჰაერო ფრენების წესების შესაბამისად, მფრინავები ფრენის დროს ვალდებული არიან თვალყური ადევნონ მათ წინ მფრინავ თვითმფრინავებს, შეჯახების თავიდან აცილების მიზნით, და არ უნდა შევიდნენ ცუდი ხილვადობის ზონაში. მფრინავების მიერ ნავიგაციის ხელსაწყოებით ფრენის წესების გათვალისწინებით ფრენის დროს ხდება ავიოდისპეჩერების რეკომენდაციების გათვალისწინება. მფრინავს შეუძლია იხელმძღვანელოს მეტეო პირობების გათვალისწინებით ფრენის ამა თუ იმ წესის მიხედვით, მაგრამ, ყველა შემთხვევაში თვალყური უნდა ადევნოს ხელსაწყოების ჩვენებებს და დაიცვას სახელმწიფოებრივი და საერთაშორისო საავიაციო პირობები. საჰაერო მიმოსვლის უსაფრთხოების დაცვის მიზნით მფრინავები იყენებენ საჰაერო მიმოსვლის წესებს. საჰაერო სივრცე იყოფა ორ ნაწილად: დისპეჩერების მიერ კონტროლირებად და არაკონტროლირებად სივრცეებად. საჰაერო მიმოსვლის მართვის სამსახურები ახორციელებენ კონტროლს სადისპეჩერო საჰაერო სივრცეში, რომელშიც ჩართულია დაბალი და მაღალი საჰაერო ტრასები, აეროპორტების სადისპეჩერო ზონები და სადისპეჩერო რაიონები. საჰაერო ტრასის კორიდორის ფარგლებში უზრუნველყოფილია ხელსაწყოების მაჩვენებლების მიხედვით ფრენის უსაფრთხოება.

სადისპეჩერო ზონა არის 8 კმ–ის რადიუსის მქონე ნახევარსფერო საჰაერო სივრცე აეროპორტის მახლობლობაში, რომელშიც უზრუნველყოფილია თვითმფრინავების ფრენის უსაფრთხოება ცუდი ხილვადობის პირობებში. აეროპორტის სადისპეჩერო რაიონი არის საჰაერო მიმოსვლის დისპეჩერის მიერ მომსახურებადი საჰაერო სივრცის ნაწილი, რომელიც არ შედის სადისპეჩერო ზონებისა და საჰაერო ტრასების ფარგლებში.

### 3.7. მზომელობის განვითარების ისტორია

გაზომვის პრობლემას ადამიანი ჯერ კიდევ უხსოვარ დროს წააწყდა. პრაქტიკულ ცხოვრებაში მას სჭირდებოდა მანძილის, წონის, დროის და ა.შ. გაზომვა. გაზომვა ეს არის მოცემული სიდიდის ერთეულოვანი ზომის ეტალონთან შედარება. გაზომვის შედეგი გამოი-სახება რიცხვით, რომელიც მიუთითებს რანდენჯერ თავსდება გაზომვის ერთეული-ეტალონი გასაზომ სიდიდეში.

მზომელობა საინფორმაციო ტექნოლოგიების მნიშვნელოვან დარგს წარმოადგენს. მასთან მჭიდროს არის დაკავშირებული მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარება. გაზომვა შემეცნების ერთერთი საშუალებაა. სამაცნიერო კვლევებს თან ახლავს გაზომვის პროცესიც, რომლის საშუა-ლებითაც დადგენილი უნდა იქნას რაოდენობრივი თანაფარდობები და შესასწავლი მოვლენის ეკონომეტრიული თვისებები.

ფიზიკური სიდიდეების – სიგრძის, ფართობის, მოცულობის, წონის, ტემპერატურის – გაზომვა ტარდება ექსპერიმენტული გზით და გამოიყენება გაზომვის სხვადასხვა საშუალება, მაგ., სასწორი, თერმომეტრი და კიდევ ბევრი სხვა. გაზომვის რიცხობრივი შედეგის დასაფიქ-სირებლად გამოიყენება შკალა (ლათ. scala – კიბე). მაგალითად, ტემპერატურის გაზომვისას ვნახულობთ შკალის რომელ დანაყოფთანაა გაჩერებული თერმომეტრის ვერცხლისწყლის სვეტი. ამგვარად გაზომილ ტემპერატურას შევუსაბამებთ მის რიცხვით მნიშვნელობას, ანუ ვახდენთ ფიზიკური სიდიდის რიცხვით კოდირებას.

დ.ი. მენდელეევი წერდა: „მეცნიერება იწყება იქ, სადაც იწყება გაზომვა. ზუსტი მეცნიერება შეუძლებელია გაზომვის გარეშე“.

ადამიანმა დიდი ხნის წინათ დაიწყო პრაქტიკულ ცხოვრებაში სხვადასხვა სიდიდეების გაზომვა.

ათვის პირველ ერთეულებს ჰქონდათ მიახლოებითი მნიშვნელობა. ეს საზომი ერთეუ-ლები აღებული იყო ადამიანის სხეულის ნაწილების ზომის შესაბამისად. მაგალითად ინგლისსა და აშშ-ში სიგრძის ერთეულად დღესაც გამოიყენება ადამიანის ტერფის სიგრძე – ფუტი (31 სმ), ცერის ზომა – დიუმი (25,4 მმ) და იარდი (91 სმ). იარდის ზომა დააკანონა ინგლისის მეფემ ჰენრი I-მა. ეს იყო მანძილი მისი ცხვირის წვერიდან გაშლილი ხელის თითების წვერამდე.

რუსეთშიც გამოიყენებოდა გაზომვის ასეთი მიახლოებითი ეტალონები. მაგალითად საჟენი – ეს იყო მანძილი ადამიანის გაშლილი ხელების თითების წვერებს შორის. საქართველოშიც გამოიყენებოდა სიგრძის მიახლოებითი ერთეულები, მაგ., გოჯი, მტკაველი.

ფართობის გაზომვაც პრაქტიკული მოსაზრებიდან გამოდის. ფართობი ეს არის ის სიდიდე, რომელიც მოცემულ ზედაპირს უკავია. ფართობის გასაზომად მრავალკუთხედს გამოიყენებენ.

ფართობის გასაზომი ერთეული არის კვადრეტი, რომლის გვერდის სიგრძეც სიგრძის ერთეულს წარმოადგენს. სიგრძის გასაზომ ერთეულად თუ აღებული იქნება მეტრი, მაშინ ფართობის ერთეული იქნება კვადრატული მეტრი. ანალოგიურად ფართობის ერთეული შეიძლება იყოს კვადრატული სანტიმეტრი, ან კვადრატული მილიმეტრი და ა.შ.

ანალოგიურად განისაზღვრება მოცულობის საზომი ერთეულები – კუბური მეტრი, კუბუ-რი სანტიმეტრი და ა.შ. სითხის მოცულობა იზომება ლიტრებით. ეს არის სითხის მოცულობა ერთ კუბურ დეციმეტრში, უფრო ზუსტად კი ეს არის 1 კგ სუფთა წყლის მოცულობა. გაზომვა ჩატარებული უნდა იქნას ნორმალური წნევის პირობებში (760 მმ ვერცხლის წყლის სვეტზე) და ტემპერატურა 4°C (ამ პირობებში წყალს გააჩნია მაქსიმალური სიმკვრივე). ეს ერთეული მიღებული იქნა 1901 წელს და შეადგენდა 1 ლიტრი – 1,000028 დმ<sup>3</sup>.

ადამიანს თავისი განვითარების ძალიან ადრეულ პერიოდში დასჭირდა წონის გაზომვაც. ეს საყოფაცხოვრებო პირობების გარდა დაკავშირებული იყო კიდევ ვაჭრობასთან. სასწორი არის გაზომვის უძველესი მოწყობილობა. მისი შექმნა და განვითარება ხდებოდა ვაჭრობის, მეცნიე-

რებისა და ტექნიკის განვითარებასთან ერთად. პირველ რიგში ვაჭრობა მოითხოვდა ასეთი ხელასაწყოს შექმნას, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელი იქნებოდა გასაყიდი საქონელის ოდენობის შეფასება. სასწორის პირველ სახეობას წარმოადგენდა მხარის თანაბარი სიგრძის მქონე ბერკეტი, მასზე დაკიდებული საწონებით. მათგან ერთზე იდებოდა საწონები, ხოლო მეორეზე კი ასაწონი საქონელი. ასეთი სასწორი პირველად შეიქმნა ძველ ბაბილონში, ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 2 500 წლის წინათ და ეგვიპტეში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 2 00 წლის წინათ.

### 3.7.1. სასწორი

წონის განსაზღვრისათვის სასწორის გარდა საჭირო იყო ასევე წონის ერთეული. ისტორიაში წონის პირველ ერთეულად მიღებული იქნა ხორბლის მარცვლის წონა. წონის ერთეულად აღებული იყო არა რომელიმე ძვირფასი მეტალი ან საგანი, არამედ ხორბლის მარცვალი, რომელთანაც კავშირი ჰქონდა ყველას და მათი ყოფის მთავარ საკვებს წარმოადგენდა. ამას ხელი შეუწყო იმანაც, რომ იმ დროისათვის გავრცელებული იყო ხორბლის რამდენიმე სახეობა, მაგრამ მათი მარცვლების საშუალო წონა დაახლოებით ერთნაირი იყო. მოგვიანებით შეიქმნა საწონების სისტემა – გირი. გირი – ეს იყო სპეციალურად დამზადებული ეტალონი, რომელსაც გააჩნდა სპეციალური ფორმა და კონსტრუქციული თავისებურებები. საქმის გასაადვილებლად იქმნებოდა სხვადასხვა წონის



ნახ. 3.7.1. ბერკეტისანი სასწორი

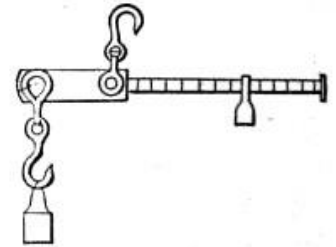
სესაბამისი ეტალონები – გირები.

აწონვის სისტემის შექმნისთანავე გაჩნდა მისი სტანდარტიზირების მოთხოვნილება. საზომი ერთეულების სტანდარტიზირება რატომ უნდა უფრო მოგვიანებით მოხდა. გირების სტანდარტიზირების მოთხოვნა იმდებდა გამართლებული იყო, რომ მოვაჭრეებს შორის არავითარი უკუურთქცია არ გამოუწვევია.

ვაჭრობის სარგებელის გაზრდის სურვილმა წარმოქმნა გირების წონის არაღებულური შემცირების ტენდენცია. ეს მოვლენა დღესაც შეინიშნება.



ნახ. 3.7.3. ზამბარისანი სასწორი



ნახ. 3.7.2. ბერკეტისანი სასწორი

სასწორის განვითარების შემდეგ ეტაპს წარმოადგენდა არათანაბარმხრიანი სასწორები – მარტივი ბერკეტისანი სასწორები მცოცავი საწონით. ასაწონი ტვირთის დაკიდება ხდებოდა ბერკეტის ბოლოზე. სასწორის გათანაბრება ხდებოდა ბერკეტზე მცოცავი საწონის გადაადგილებით. წონის ათვლა ხდებოდა ბერკეტზე დატანილ შკალაზე (ნახ. 3.7.2.).

ასეთი სასწორების ნაირსახეობას წარმოადგენდა ზამბარისანი სასწორი. ზამბარა მოთავსებულია კორპუსში, რომელზეც დატანილია შკალა. ზამბარაზე მიმაგრებულია ისარი, რომელიც ზამბარის დაჭიმულობის შესაბამისად გადაადგილდება შკალაზე. ასაწონი ტვირთის დაკიდება ხდება ზამბარაზე მიმაგრებულ კაუჭზე. ასაწონი ტვირთი თუ ზამბარაზე დაკიდებული არაა, მაშინ ზამბარა

იმყოფება შეკუმშულ მდგომარეობაში და მისი ისარი მიუთითებს ნულოვან დანაყოფს. ტვირთის დაკიდების შედეგად ზამზარა იჭიმება, ისარი გადაადგილდება შკალაზე და მისი მდებარეობა მიუთითებს ასაწონი სხეულის მასას.

უძველეს დროში არსებობდა განზომილების სხვადასხვა სისტემები. ცნობილია ბაბილონის, ძველი ეგვიფტის, ძველი ისრაელის, ძველი საბერძნეთის, რომის იმპერიის ათვლის სისტემები. შემდეგ ყველა ქვეყანაში ჩამოყალიბდა გაზომვის შედეგების ათვლის საკუთარი სისტემები. არსებობდა ათვლის ინგლისური, ფრანგული, რუსული, ჩინური, იაპონური, ქართული და სხვა სისტემები.

სხვადასხვა ქვეყნებში გამოიყენებოდა ათვლის სხვადასხვა ერთეულები. ეს გარემოება ამუხრუჭებდა მეცნიერების, ტექნიკის და ვაჭრობის განვითარებას. თანდათან მომწიფდა გაზომვების შედეგების ათვლის ერთიანი სისტემის შემოღების აუცილებლობა, რომელიც მიღებული იქნებოდა ყველა ქვეყანაში.



ნახ. 3.7.4. 1889 წლიდან 1960 წლამდე გამოყენებული მეტრის საერთაშორისო ეტალონი

ასეთი სისტემა დამუშავებული იქნა საფრანგეთში 1795 წლის 7 აპრილს ნაციონალური კონვენტის მიერ და მან მიიღო კანონი საფრანგეთში ათვლის მეტრული სისტემის მიღების შესახებ. ამ გადაწყვეტილების მიღებაში მანაწილეობა მიიღეს ცნობილმა მეცნიერებმა: კულონმა, ლაგრანჟმა, ლავუაზიემ, ლაპლასმა და კიდევ ბევრმა ცნობილმა მეცნიერმა. მეტრული სისტემის შექმნას საფუძვლად დაედო საფრანგეთის ნაციონალური 1791 და 1793 წლების შეკრებების გადაწყვეტილებები. მათზე სიგრძის ერთეული მეტრი განსაზღვრული იქნა, როგორც დედამიწის ჩრდილოეთ პოლუსისა და ეკვადორის შემაერთებელი მერიდიანის ერთი ათმემილიონედი ნაწილი.

მეტრული სისტემის ძირითად ერთეულს წარმოადგენს 1 მეტრი (ბერძნული სიტყვიდან „მეტრონ“ – ზომა). ეტალონის პირველი პროტოტიპი დამზადებული იქნა 1795 წელს ლატუნისაგან.

1960 წელს უარი განაცხადეს ადამიანის მიერ დამზადებული ეტალონის გამოყენებაზე. ახალი ეტალონი შემოღებული იქნა 1983 წელს. ახალი განმარტებით მეტრი არის მანძილი, რომელსაც ვაკუუმში სინათლე გადის  $1 / 299\,792\,458$  წამში.

მეტრული სისტემა ესაა ათვლის საერთაშორისო ათობითი სისტემა, რომელიც ემყარება მეტრისა და გრამის გამოყენებას. უკანასკნელი 200 წლის განმავლობაში არსებობდა მეტრული სისტემის სხვადასხვა ვარიანტი, რომლებიც ერთმანეთისაგან ათვლის ერთეულებით განსხვავდებოდა. ამჟამად საერთაშორისოდ აღიარებულ სისტემას წარმოადგენს სისტემა სი. ათვლის ეს სისტემა გამოიყენება მთელ მსოფლიოში, როგორც სამეცნიერო გამოთვლებისათვის, ასევე ყოველდღიურ ცხოვრებაში.



ნახ. 3.7.5. კილოგრამის ეტალონი

კილოგრამი წამოადგენს მასის განზომილების ერთეულს და ამავდროულად წარმოადგენს ათვლის SI სისტემის ძირითად ერთეულს. კილოგრამი განისაზღვრება როგორც მასის საერთაშორისო ეტალონის მასა, რომელიც ინახება ზომების და წონების საერთაშორისო ბიუროში, პარიზის მახლობლად ქ. სევრში. საერთაშორისო ეტალონი წარმოადგენს პლატინა-ირიდიუმის შენადნობის (90% პლატინა და 10% ირიდიუმი) ცილინდრს.



სიდიდეების ადრე გამოყენებული ერთეულებისაგან განსხვავებით ათვლის სი სისტემას ახასიათებს ათვლის ერთეულების მოწესრიგებულობა.

ყოველი ფიზიკური სიდიდისათვის არსებობს მხოლოდ ერთი ერთეული და მისი წილობრივი ნაწილები. ათვლის ამ სისტემის უპირატესობა მდგომარეობს იმაში, რომ ერთიდაიგივე სიდიდეებისათვის ერთდროულად არ გამოიყენება ათვლის სხვადასხვა ერთეულები (მაგ., დიუმი ფუტი, იარდი, მილი და ა.შ.). მეტრულ სისტემაში გარდაქმნების დროს ხდება 10–ზე ან 10–ის ხარისხებზე გამრავლება ან გაყოფა.

1837 წლის 4 ივლისის დეკრეტის მიხედვით საფრანდეთში მეტრული სისტემა გამოცხადდა სავალდებულოდ. ეს სისტემა თანდათან გავრცელდა ევროპის სხვა ქვეყნებშიც და ხმარებიდან ამოღებული იქნა გაზომვის სხვა სისტემები. გაზომვის ეს სისტემა კანონმდებლობით დაშვებული იქნა ინგლისსა და აშშ–შიც.

**გაზომვის ინგლისური სისტემა.** ეს სისტემა დღესაც გამოიყენება დიდ ბრიტანეთში, აშშ–ში, კანადასა და სხვა ქვეყნებში. გაზომვის ეს სისტემა თანდათან ამოდის ხმარებიდან და მის ადგილს იკავებს საერთაშორისო სისტემა SI.

ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა ეს ფრანგული სისტემაა, რომელიც მიღებული იქნა წონისა და ზომის 11–ე გენერალური კონფერენციის მიერ 1960 წელს. შემოკლებული აღნიშვნაა SI (ფრანგ. Systeme International). ერთეულთა საერთაშორისო სისტემა შეიცავს 7 ძირითად ერთეულს: სიგრძის – მეტრი, მასის – კილოგრამი, დროის – წამი, ელექტრული დენის ძალის – ამპერი, თერმოდინამიური ტემპერატურის – კელვინი, სინათლის ძალა – კანდელი, ნივთიერების რაოდენობა – მოლი.

მზომელობასთან დაკავშირებით ჩამოყალიბდა მეცნიერების დარგი – მეტროლოგია, რომელიც შეისწავლის გამოთვლების ჩატარების მეთოდებს, საშუალებებს და გამოთვლების მაქსიმალური სიზუსტის მიღების შესაძლებლობებს.

მეტრული კონვენცია – საერთაშორისო მოლაპარაკება, რომელიც სხვადასხვა ქვეყნებში უზრუნველყოფს მეტროლოგიური სტანდარტების ერთიანობას. ხელშეკრულება ხელმოწერილი იქნა პარიზში 1875 წელს. კონვენციას თავდაპირველად ხელი მოაწერა 17–მა ქვეყანამ, შემდეგ კი მიუერთდა კიდევ 51 ქვეყანა.

**დრო და სივრცე** – ფილოსოფიური კატეგორიებია. **სივრცე** არის მატერიალური ობიექტებისა და პროცესების თანაარსებობის ფორმა. ის ახასიათებს მატერიალური სისტემების სტრუქტურულობას და განვრცობას. **დრო** არის ობიექტებისა და პროცესების ცვლილებების თანმიმდევრობა და ფორმა. ის ახასიათებს მათი ყოფიერების ხანგრძლივობას. სივრცეს და დროს აქვთ ობიექტური ხასიათი. ორივე უსასრულოა და ბუნებრივად ერთმანეთთანაა დაკავშირებული. დროის უნივერსალური თვისებებია ხანგრძლივობა, განუმეორებლობა და შეუქცევადობა. სივრცის საყოველთაო თვისებებია განვრცობადობა, წყვეტილობებისა და უწყვეტობების ერთობლიობა. ადამიანისათვის სივრცე უფრო ადვილად აღსაქმელია ვიდრე დრო. ეს განპირობებული იმით, რომ სივრცე ჩვენს თვალწინაა და მოცემულია სამგანზომილებიანი სახით, ხოლო დრო კი შეიგრძნობა როგორც შუალედი წარსულსა და მომავალს შორის, მოვლენების თანმიმდევრული ცვლა.

ადამიანს არ შეუძლია დროის შკალის გასწვრივ მოძრაობა წარსულიდან მომავლისკენ, არც პირიქით მომავლიდან წარსულისკენ. მას შეუძლია ცხოვრება მხოლოდ თავის დროში. დროის ისარი მიმართულია ნხოლოდ წარსულიდან მომავლისაკენ. დროის მანქანა არ არსებობს. ადამიანს არ შეუძლია დროის მართვა ან მისგან განთავისუფლება. მან შეძლო მხოლოდ „დროის გაშერება“ ფოტოსურათების და სხვადასხვა ჩანაწერების სახით. ადამიანს არ შეუძლია არსებობა და განვითარება დროში ორიენტაციის გარეშე, გარემოში მიმდინარე ცვლილებებთან, სხვა ობიექტებთან და ადამიანებთან საკუთარი მოქმედებების სინქრონიზაციის გარეშე.

ადამიანი და ცხოველთა სამყაროც კი აღჭურვილია დროში ორიენტირების ბიოლოგიური მექანიზმით – ბიოლოგიური საათით. ის დამყარებულია უჯრედში მიმდინარე ფიზიკო-ქიმიური და ფიზიოლოგიური პროცესების მკაცრ პერიოდულობაზე და ბიოლოგიურ რითმებზე.

პირველყოფილ ადამიანს დროის მიმდინარეობა მიახვედრა დღე-ღამის და წლის დროების პერიოდულმა ცვლილებამ. ამის შემდეგ უკვე საჭირო გახდა დროის გაზომვა.

წელთაღრიცხვა (კალენდარი) არის დროის დიდი მონაკვეთების ათვლის სისტემა. წელთაღრიცხვის სხვადასხვა სისტემაში დროის ათვლის წერტილი დაკავშირებული იყო რომელიმე ისტორიულ ან ლეგენდარულ მოვლენასთან. სხვადასხვა ხალხი იყენებდა ისტორიული მოვლენების დათარიღების თავის ხერხებს. ხშირ შემთხვევებში დროის ათვლის წერტილად ითვლებოდა სამყაროს შექმნა: მაგალითად ებრაელები ამ თარიღად მიიჩნევდნენ 3761 წელს ჩვენს წელთაღრიცხვამდე; ალექსანდრიული ქრონოლოგია ამ თარიღად მიიჩნევდა ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 5493 წლის 25 მაისს; რომაელების დროის ათვლის წერტილს წარმოადგენდა ლეგენდარული ქალაქ რომის დაარსების თარიღი ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 753 წელი; პართენონელები დროის ათვლას იწყებდნენ პირველი მეფის სამეფო ტახტზე ასვლის დღიდან, ხოლო ეგვიპტელები კი დროის ათვლას იწყებდნენ ყოველი შემდეგი დინასტიის მმართველობის დაწყებიდან. ამასთან, ყოველ რელიგიას ჰქონდა დროის ათვლის თავისი კალენდარი.

ქრისტიანულმა რელიგიამ დროის ათვლა დაიწყო იესო ქრისტეს დაბადების დღიდან. მსოფლიოს უმეტეს ქვეყნებში გავრცელებულია დროის ათვლის სწორედ ეს სისტემა. ისლამური რელიგიის მიმდევარ ქვეყნებში დროის ათვლა იწყება ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 622 წლიდან ანუ მას შემდეგ რაც ისლამის დამაარსებელი მოჰამედი გადასახლდა მედინაში.

სიტყვა კალენდარი წარკოდგება ლათინური სიტყვისგან **calendarium** – ვალების წიგნი. ძველ რომში მევალეებს პროცენტის სახით უნდა გადაეხადათ დღეში 1 კალენდი. კალენდარი დაფუძნებულია ციური სხეულების მოძრაობის ხილულ პერიოდულობაზე. ყველაზე მეტად გავრცელებულია მზის კალენდარი, რომლის საფუძველსაც წარმოადგენს მზის წელიწადი.

დანამდვილებით არავინ არ იცის რატომ იყოფა წელიწადი 12 თვედ, ასეთი დაყოფა არ სეესაბამება არც მზის და არც მთვარის წელიწადს. საათის 60 წუთად დაყოფის მიზეზად კი მიჩნეულია ბაბილონელების რიცხვთა ათვლის სისტემა, რომლის საფუძველსაც აღებული იყო 60 და არა 10.

თარიღის წელთაღრიცხვის ერთი სისტემიდან მეორეში გადაყვანა დაკავშირებულია გარკვეულ სირთულეებთან, რადგანაც სხვადასხვა სისტემაში წელიწადს გააჩნია სხვადასხვა ხანგრძლივობა. წლის ათვლა 1 იანვრიდან შემოღებული იქნა რომში ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 45 წელს იულიუს ცეზარის მიერ. 325 წელს იულიუსის კალენდარი მიღებული იქნა ბიზანტიაშიც. კათოლიკური ქვეყნების უმეტესობაში მიღებულია რომის პაპის გრიგორი XIII-ის მიერ ჩატარებული რეფორმა. რეფორმის შედეგად გასწორებული იქნა შეცდომა, რომელიც დაგროვდა იულიუსის კალენდარის შემოღებიდან XVI საუკუნის ბოლომდე. მზის წელიწადთან შედარებით ეს ცდომილება უკვე შეადგენდა 10 დღეს. რეფორმის შედეგად 1582 წლის ოქტომბერში მიღებული იქნა ახალი კალენდარი, რომელსაც რომის პაპის საპატივცემულოდ გრიგორიანული კალენდარი (ახალი სტილი) ეწოდა ანუ შეიცვალა იულიუსის კალენდარი (ძველი სტილი).

თვეების შვიდდღიან კვირებად დაყოფა წარმოიშვა ძველ აღმოსავლეთში. ჩვენს წელთაღრიცხვამდე I საუკუნეში ეს დაყოფა გადმოტანილი იქნა ძველ რომში, ხოლო იქიდან კი გავრცელდა მთელ ევროპაში.

რომაელების მიერ გადმოღებულ შვიდდღიან კვირაში მხოლოდ ერთ დღეს ჰქონდა თავისი სახელი შაბათი (ძვ. ებრაული სიტყვიდან sabbath – დასვენება, მოსვენება), დანარჩენი დღეები კი აღინიშნებოდა რიგითი ნომრებით: პირველი, მეორე და ა.შ. რომაელებმა კვირის დღეებს დაარქვე ციური სხეულების სახელები: შაბათი – სატურნის დღე, შემდეგ მოდიოდა მზის, მთვარის, მარსის, მერკურის, იუპიტერის და ვენერას დღეები. დროთა განმავლობაში ლათინურმა

სახელებმა სახე იცვალე, მაგრამ მაინც შემორჩა დღევანდელ ევროპაში გავრცელებულ კვირის სახელებში. საქართველოში მიღებული კვირის სახელები კი უფრო ახლოა ძველ აღმოსავლურ სახელებთან.

ბიოლოგიური საათი არ იყო ზუსტი და სრულყოფილი. ამან წარმოშვა დროის ათვლის ზუსტი მექანიზმის – საათის შექმნის საჭიროება. დღეს საათები წარმოადგენს ყველაზე მასობრივად გამოყენებად გამზომ ხელსაწყოს. მათი წლიური წარმოება აჭარბებს 300 მილიონს.

ჩვენს დროში დროის გაზომვა წარმოადგენს გაზომვის ყველაზე ზუსტ სახეობას. გაზომვის სიზუსტე არის  $1 \cdot 10^{-11}$  %, ანუ შესაძლებელია 1 წამის ცდომილება მოხდეს 300 ათასი წლის განმავლობაში. ჩვეულებრივ საყოფაცხოვრებო საათებშიც კი ცდომილება არ აღემატება 20 წამს დღე-ღამის განმავლობაში, ეს კი წარმოადგენს 0,02% დღე-ღამის განმავლობაში. ეს კი დაახლოებით იგივე რიგია, რაც დაშვებულია თანამედროვე ელექტრონულ ელექტროგამზომ მოწყობილობებში.



ნახ. 3.7.6. მზის საათი ჩინეთში

ცნობილია დროის გაზომვის ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 2 000 წლის წინანდელი მეთოდები. ცნობილია მათი განვითარებაც ჩვენ დრომდე. დროის გაზომვის ამ მეთოდებს განეკუთვნება მზის, წყლის, ცეცხლის, ქვიშის და მექანიკური საათები.

დროის გამზომი პირველი მოწყობილობებიდან ყველაზე მთავარი და გავრცელებული იყო მზის საათები. პირველყოფილი საათებიდან ეს იყო ერთადერთი, რომელიც დაფუძნებული იყო მზის დღე-ღამურ მოძრაობაზე. ძველ ადამიანს გაცნობიერებული ჰქონდა კავშირი მზის მდებარეობასა და საგნებიდან წარმოქმნილი ჩრდილების სიგრძეებს შორის და შესაბამისად დროში ორიენტაციას ახდენდა ჩრდილების სიგრძეების მიხედვით. დროის გაზომვის პირველი ხელსაწყო, რომელიც დროის გაზომვას ახდენდა შუალედით იყო მზის საათი. მზის პირველ საათებს ჰქონდათ ობელისკის – გნომონის ფორმა. მათი შექმნის ზუსტი თარიღი უცნობია. ცნობილია ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 1 100 წლით დათარიღებული ჩინელი ჩიუ-პი-ს ხელნაწერები, რომლებშიც პირველად იქნა მოხსენიებული მზის საათი. მზის საათებში გამოყენებული იყო დედამიწის მზის ირგვლივ ბრუნვის პერიოდულობა.

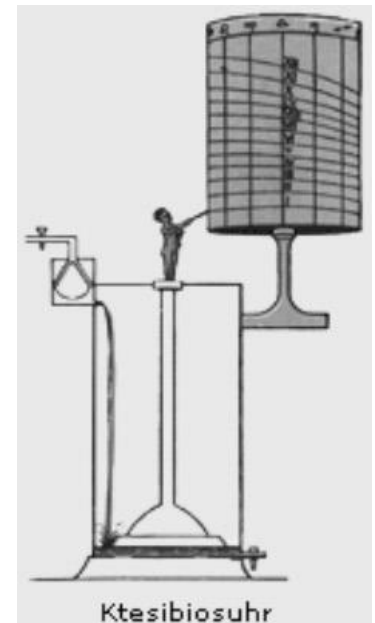


ნახ. 3.7.7. კლექსიდრა

მზის პირველ საათებს წარმოადგენდა გნომონი (ობელისკი) და მიწაზე ან ბრტყელ ქვაზე გაკეთებული შკალა. დროის ათვლა ხდებოდა შკალაზე დაცემული ჩრდილის მიხედვით. მზის საათებით დროის გაგება შესაძლებელი იყო მხოლოდ დღე და ნათელ ამინდში, თანაც დროის გაზომვა ხდებოდა დაბალი სიზუსტით.

წყლის, ცეცხლის (სანთლები, მათზე დატანილი დანაყოფებით) და ქვიშის საათებით დროის გაზომვა შესაძლებელი იყო დღე-ღამის ნებისმიერ დროს და ნებისმიერ ამინდში. მათი გაზომვის სიზუსტეც მეტი იყო, დაახლოებით  $\pm 15-20$  წუთი.

დღე-ღამეზე უფრო პატარა



ნახ. 3.7.8. წყლის საათი კტესიბო



საათების უძველეს სახეობას წარმოადგენს აგრეთვე **კლეპსიდრა**, რომელიც წარმოადგენს წყლის ჭურჭელს, რომელსაც ძირში გაკეთებული აქვს პატარა ნახვრეტი და მასში ჩაყენებულია პატარა დიამეტრი მქონე მილი, რომლიდანაც წყალი გადმოიღვრება და ჩაედინება სხვა ჭურჭელში, რომლის კედელზეც დატანილია დანაყოფები. სწორედ ამ დანაყოფების საშუალებით ხდება დროის ათვლა. საათის ისრის ფუნქციას ასრულებს წყლის დონე მეორე ჭურჭელში. წყლის დონე რაც უფრო მაღლა იწევს, მით უფრო მეტი დრო გავიდა.

ჩვენს წელთაღრიცხვამდე დაახლოებით I-II საუკუნეებში ძველმა ბერძენმა ალექსანდრიელმა მექანიკოსმა გამოიგონა წყლის ტივტივიანი საათი **კტესიზი**. მას გააჩნდა ციფერბლატი და ერთი ისარი. წყლის თანაბარი ჭავლი ჩაედინებოდა 3 მეტრი სიმაღლის მქონე ჭურჭელში, რის შედეგადაც აიწეოდა ტივტივა – ისრის ფორმის მქონე ფიგურა. ისარი მოძრაობდა ციფერბლატის გასწვრივ, რომლის მიხედვითაც შესაძლებელი იყო მიმდინარე დროის ათვლა.

ქვიშის საათი წარმოადგენს დროის ინტერვალების ათვლის უმარტივეს მოწყობილობას. ის წარმოადგენს წვრილი გასასვლელით ერთმანეთთან დაკავშირებულ ორ ჭურჭელს, რომელთაგანც ერთ-ერთი ნაწილობრივ შევსებულია ქვიშით. დროის ინტერვალი, რომლის განმავლობაშიც პირველი ჭურჭლიდან ჩაიყრება მეორე ჭურჭელში შეიძლება იყოს რამდენიმე წამიდან რამდენიმე საათამდე.

ე.წ. **ცეცხლის საათების** სახით გამოიყენებოდა სანთლის საათები. სანთელზე თანაბარი ინტერვალებით დატანილი იყო ჭდეები. ჭდეებს შორის მანძილი წარმოადგენდა დროის ათვლის ერთეულს.

საიმედო საათები უპირველეს ყოვლისა სჭირდებოდა ეკლესიას – ღვთისმსახურების დროის ზუსტად განსაზღვრისთვის. თავიდან ამ ამოცანას მეტ-ნაკლები წარმატებით უმკლადებოდა მზის საათები. დროთა განმავლობაში მათი შეცვლა მოხდა მექანიკური საათებით, რომელთაც შეეძლოთ ზარების რეკვა ან ხმოვანი სიგნალების გამოცემა.

დროის გაზომვის სისტემების განვითარების შემდეგი ეტაპი იყო კომპლექსური მექანიკური საათების გამოგონება. ეს გამოგონება მიეწერება მექანიკოსს ჰერბერტ აკვილაქსელს, რომელიც შემდეგში გახდა რომის პაპი სილვესტერ II (950- 1003 წწ). კომპლექსური საათებში გამოიყენებოდა ქანქარის პერიოდული რხევის პროცესი. მათში საათის დაქოქვა ხდებოდა საწონის საშუალებით, რომელიც ქმნიდა მიზიდულების თანაბარ ძალას. ყველა საწონს გორგოლაჭიანი გადაცემის საშუალებით მოძრაობაში მოჰყავდა სპეციალური მექანიზმი. ასეთი საათების ბალნის არ გააჩნდა რხევების საკუთარი პერიოდი, ამიტომაც მათი სიზუსტე იყო დაბალი.

ასეთი საათების ციფერბლატებზე გამოიყენებოდა მხოლოდ ერთი, საათების ისარი. გარდა ამისა, ეს საათები საათში ერთხელ რეკავდნენ ზარებს (ინგლისური სიტყვა "clock", ლათინური სიტყვიდან "clocca" - "ზარი"). მოგვიანებით საათების ისარს დაემატა კიდევ ერთი ისარი – წუთების ისარი. ისრები მოძრაობდა საათის ისრის მიმართულებით – მარცხნიდან მარჯვნივსავე, რადგანაც ამ მიმართულებით მოძრაობს მზის საათის ისარიც. თუმცა კი, არსებობს საათები, რომლებშიც ისრები მოძრაობენ „სათის ისრის საწინააღმდეგოდ“.

უკვე 1288 წელს ამოქმედდა რკინის საათი ვესტმინსტერის კომპლექსის კურანტები. ბიგ-ბენი არის არა კომპლექსური არამედ კომპლექსური 13-ტონიანი ზარის სახელი. XIV საუკუნის შუა



ნახ. 3.7.9. ქვიშის საათი



ნახ. 3.7.10. ლონდონის საათი ბიგ-ბენი



პერიოდში ევროპაში აშენებდნენ კოშკებს საათებით. დროის ცოდნა საჭირო იყო ეკლესიებისათვის. ასევე საჭირო იყო მანუფაქტურებისათვისაც, სადაც საჭირო იყო დროის ინტერვალების დაცვა ცალკეულ ტექნოლოგიურ პროცესებში. მექანიკური კბილანებიანი საათები საიმედოდ მუშაობდა ხმელეთზე, საზღვაო მოგზაურობებისათვის ისინი ნაკლებად გამოსადეგი იყო.

1657 წელს ჰოლანდიელმა მეცნიერმა ქრისტიან ჰიუგენსმა დაამზადა ქანქარიანი მექანიკური საათი. საათის სიზუსტე მნიშვნელოვნად გაიზარდა, მაგრამ ამ საათების ტრანსპორტირება მაინც შეუძლებელი იყო. 1679 წელს გამოგონებული იქნა ანკერი, რამაც უზრუნველყო მექანიკური საათების თანაბარი სვლა.

კომპაქტური, ტრანსპორტირებადი მექანიკური ქრონომეტრების დამზადება შესაძლებელი გახდა მხოლოდ 1675 წლის შემდეგ, ჰიუგენსის მიერ მბრუნავი ბალანსირის გამოგონების და საწონების ნაცვლად ზამბარის გამოყენების შემდეგ. მბრუნავი ქანქარის, სპირალური ზამბარის და ანკერის შეთავსებამ გზა გაუხსნა მცირეგაბარიტებიანი მექანიკური საათების მასობრივ წარმოებას, საზღვაო ქრონომეტრების შექმნას და მნიშვნელოვნად გაზარდა მათი სიზუსტე.

ზუსტი საათები – ქრონომეტრები საჭირო იყო საზღვაო ნავიგაციისათვისაც. ასეთი ქრონომეტრი დაამზადა ინგლისელმა ჯონ ჰარისონმა 1735 წელს. მისი სიზუსტე იყო დღე-ღამეში  $\pm 5$  წამი. ეს ქრონომეტრი უკვე სრულიად გამოსადეგი იყო საზღვაო ნავიგაციისათვის. 1764 წელს გამომგონებელმა თავისი ქრონომეტრის სიზუსტე მიიყვანა დღე-ღამეში  $\pm 1$  წამამდე. ამით მექანიკური საათების შესაძლებლობები ამოიწურა.



ნახ. 3.7.12. „მოზერის“ ფირმის ძველებური მექანიკური საათი

XIX საუკუნის დასაწყისში დროის გაზომვის პრობლემები შეექნა საფოსტო სამსახურსაც, სადაც მოითხოვებოდა საფოსტო ეკიპაჟების მოძრაობა განრიგის მიხედვით. ამისათვის საჭირო იყო საათები, რომელთათვისაც შესაძლებელი იქნებოდა თან ტარება. რკინიგზის შექმნის შემდეგ უკვე კონდუქტორებსაც დასჭირდათ საათების თან ტარება. სატრანსპორტო საშუალებები სწრაფად ვითარდებოდა, რამაც დააყენა სხვადასხვა ქვეყნებში და სხვადასხვა სისტემებში დროის ათვლის სისტემების სინქრონიზაციის საჭიროება. ასეთ პირობებში მექანიკური საათები უკვე საკმარისი აღარ იყო. ამ მოთხოვნის დაკმაყოფილება შესაძლებელი გახდა ელექტრული სისტემების შექმნის შემდეგ. ელექტრონული საათების გამოგონების შედეგად შესაძლებელი გახდა სინქრონიზაციის პრობლემის მოგვარება ძალიან დიდ მანძილებზე, ჯერ მატერიკებზე, ხოლო შემდეგ მათ შორის. 1851 წელს ლა-მანშის სრუტის ფსკერზე გაყვანილი იქნა კაბელი, შემდეგ ასეთი კაბელის გაყვანა მოხდა 1860 წელს ხმელთაშუა ზღვის ფსკერზე, ხოლო 1865 წელს კი ატლანტის ოკეანის ფსკერზე. 1899 წლიდან კი დაიწყო ზუსტი დროის სიგნალების რადიოთი გადაცემა.

1847 წელს ინგლისელმა ალექსანდრე ბეინმა გამოიგონა ელექტრული საათი. მის საფუძველს წარმოადგენდა ქანქარით მართული ელექტრული კონტაქტი. ქანქარას აქნევდა ელექტრო-

მაგნიტი. რხევების ათვლას ახდენდა ელექტრომაგნიტური მთვლელი, რომელიც დაკავშირებული იყო ციფერბლატზე მოთავსებულ ისრებთან.

XX საუკუნის დასაწყისში ელექტრონულმა საათებმა გამოდევნეს მექანიკური საათები ზუსტი დროის შენახვისა და გადაცემის სამსახურში. თავისუფალ ელექტრომაგნიტურ ქანქარაზე დაფუძნებული საათებიდან ყველაზე ზუსტი საათი იყო უილიამ შორტის საათი, რომელიც 1921 წელს დამონტაჟებული იქნა ედინგურგის ობსერვატორიაში. მისი ცდომილება იყო 1 წამი წელიწადში.

1918 წელს აგებული იქნა პირველი კვარცული საათი. 1937 წელს ლუის ესენის მიერ აგებული კვარცული საათი დაყენებული იქნა გრინვიჩის ობსერვატორიაში. მისი ცდომილება იყო 2 მილი წამი დღე-ღამეში. 1944 წელს კვარცული საათების ცდომილება შემცირდა 0,1 მილი წამამდე დღე-ღამეში.

XX საუკუნის მეორე ნახევარში ელექტრონულმა საათებმა მოხმარების ბაზარზე დაიწყეს მექანიკური საათების შევიწროება. კვარცული საათების მოქმედების პრინციპს წარმოადგენს სტაბილური კვარცული გენერატორის (რეზონატორის) რხევების პერიოდების მთვლელების საშუალებით დათვლა და შედეგების გამოტანა ელექტრონულ დისპლეიზე. მათში ელექტრული კონტაქტის ნაცვლად გამოყენებული იყო ტრანზისტორი, ხოლო ქანქარის ფუნქციას ასრულებდა კვარცული რეზონატორი.

. დღეს სწორედ კვარცული რეზონატორის საშუალებით ხდება დროის ფორმირება მაჯის საათებში, პერსონალურ კომპიუტერებში, მობილურ ტელეფონებში, ავტომობილებში, სარეცხის მანქანებში და კიდევ ბევრ მოწყობილობაში. მათი სიზუსტე მნიშვნელოვნად აღემატება მექანიკური საათების სიზუსტეს. მექანიკური საათების ცდომილება არის 1 წამი დღე-ღამეში, ხოლო საყოფაცხოვრებო ელექტრონული საათების ცდომილება კი არის 1 წამი წელიწადში.

არსებობს საათი-ტელევიზორი, საათი-რადიომიმღები, საათი-ტელეფონი, საათი-GPS მიმღები, საათი-კომპიუტერი, საათი-მეტეოსადგური, საათი-კომპასი და ა.შ.

1972 წელს გამოჩნდა მსოფლიოში პირველი ელექტრონული საათი თხევადკრისტალიანი დისპლეით. XXI საუკუნის დასაწყისში ყოველწლიურად იწარმოება 1 მილიარდზე მეტი საათის მექანიზმი. დამზადებული საათებიდან უმეტესობას წარმოადგენს კვარცული საათები ისრებიანი ციფერბლატით. ციფრული საათების თხევადკრისტალიანი დისპლეი გაცილებით უფრო ინფორმატიული, მასზე დროის გარდა გამოტანილია კალენდარი წლის, თვის და დღის ჩვენებით და შესაძლებელია კიდევ სხვა დამატებითი ინფორმაციის გამოტანა. გადრა ამისა, ციფრულ ციფერბლატზე მონაცემების გამოტანის სიზუსტე უფრო მაღალია ისრებიან ციფერბლატთან შედარებით. მაგრამ, მიუხედავად ყოველივე ამისა, ელექტრონულ ციფერბლატიანი საათების ხვედრითი წილი შეადგენს გამოშვებული საათების მხოლოდ 10%-ს. ეს ხდება იმის გამო, რომ წლების განმავლობაში ადამიანი მიეჩვია ისრებიან ციფერბლატიან საათს.

ელექტრონული საათების დიდი უმეტესობა წარმოადგენს ელექტრომექანიკურ საათებს კვარცული რეზონატორით და მოძრავ ისრებიან ციფერბლატით. ისრები მოძრაობაში მოჰყავს მინიატურულ ბიჯურ ელექტრო ძრავს. ელექტრულ საათებში კვების წყაროს წარმოადგენს მინიატურული „სათების“ ელემენტი, რომელიც უზრუნველყოფს საათის მუშაობას დაახლოებით 1 წლის განმავლობაში.

ბოლო წლებში მექანიკური საათების წარმოებამ შეადგინა 18 მილიონი საათი.

ასტრონომიისა და კოსმონავტიკის განვითარებამ დღის წესრიგში დააყენა საათების საჭიროება ბევრად უფრო მაღალი სიზუსტით. 1949 წელს შეიქმნა პირველი ატომური საათი, რომელშიც რხევების წყაროდ გამოყენებული იქნა არა ქანქარა, არა კვარცული გენერატორი, არამედ ელექტრონის ორ ენერგეტიკულ დონეს შორის კვანტურ გადასვლასთან დაკავშირებული სიგნალი. ეს არის ელექტრომაგნიტური ტალღა, ანუ რადიოგამოსხივების ფოტონი, რომელიც ხასიათდება ენერჯისა და რხევის სიხშირის ძალიან მაღალი სტაბილურობით. 1955 წელს

შეიქმნა ცეზიუმის ატომის საფუძველზე დამზადებული ატომური საათი. ასევე გამოიყენება წყალბადისა და რუბიდიუმის ატომები.

ატომური საათის შექმნის შემდეგ მათი სიზუსტე ყოველ 2 წელიწადში 2-ჯერ იზრდებოდა. ეს პროცესი დღესაც გრძელდება. 1967 წელს კი მოხდა დროის ატომურ ეტალონზე გადასვლა.

XXI საუკუნეში ინტერნეტში გამოჩნდა გრინვიჩის ელექტრონული დრო. 2001 წლის 1 იანვარს ინგლისის მთავრობამ ოფიციალურად გამოაცხადა დროის ახალი სტანდარტი Greenwich e-time (GET).

Microsoft კომპანიის ხელმძღვანელმა ბილ გეიტსმაც დანერგა მაჯის საათებზე პერსონალური ინფორმაციის გადაცემის ახალი ტექნოლოგია SPOT (Smart Personal Objects Technology) – საათები FM-დიაპაზონში ღებულობენ ზუსტი დროის სიგნალებს და მათი ადგილმდებარეობის გათვალისწინებით ავტომატურად ახდენენ დროის კორექტირებას.

უძველესი დროიდან ადამიანები არა მარტო არსებობდნენ დროში, არამედ ცდილობდნენ მისი არსის გარკვევას. ჰერაკლიტ ეფესტოელი (VI და V საუკუნე ჩვენ წელთაღრიცხვამდე) სთვლიდა, რომ სამყარო სავსეა წინააღმდეგობებით და ცვალებადობით, მაგრამ დრო მაინც მუდმივად წინ მიდის. ცნობილია მისი განთქმული წარმონათქვამი: „ერთი და იგივე მდინარეში შეუძლებელია ორჯერ შესვლა“. პლატონმა (427-347 წლები ჩვენ წელთაღრიცხვამდე) განაცხადა დროის ციკლურობის პრინციპი. მისი სწავლების მიხედვით, მსოფლიოში ყველაფერი მეორდება დროის გარკვეული შუალედების შემდეგ, ანუ ყველაფერი ვითარდება წრიულად. არისტოტელემ (384-322 წლები ჩვენ წელთაღრიცხვამდე) კი დროის ცნებას ვერ მოუწია ადგილი თავის სისტემაში. უდიდეს ფილოსოფოსს არ აინტერესებდა სამყაროს შექმნის დინამიური პროცესები.

გალილეო გალილეი და ნიუტონი კი სთვლიდნენ, რომ სამყარო უსასრულო და ერთგვაროვანია. მასში დრო დამკვიდრდა როგორც ერთერთი, მაგრამ უმნიშვნელოვანესი კოორდინატი. ყველაფერი ირგვლივ აღიწერებოდა, როგორც მიმდინარე დროის უწყვეტ და უსასრულო სივრცეში მიმდინარე პროცესები. ნიუტონის მექანიკას სჭირდებოდა მთელ სამყაროში აბსოლუტური და ერთიანი დრო, ამიტომ დროის გაზომვის სიზუსტე მეცნიერებისათვის გახდა მთავარი ტექნიკური ამოცანა.

დროისა და სივრცის აბსოლუტურობის თეორიამ იარსება მხოლოდ 2 საუკუნის განმავლობაში. XIX და XX საუკუნეების გასაყარზე ფიზიკაში მოხდა მნიშვნელოვანი მოვლენები, დროის და სივრცის ერთიანობარომლებმაც მნიშვნელოვნად შეცვალეს ადამიანის წარმოდგენა სამყაროსა და დროის შესახებ. შრედინგერის კვანტური მექანიკისა და აინშტაინის ფარდობითობის თეორიის შექმნის შედეგად შესაძლებელი გახდა იმის გაცნობიერება, რომ ადამიანი არსებობს არა სამ განზომილებიან, არამედ ოთხ განზომილებიან სივრცეში, რომელშიც დრო მეოთხე განზომილებაა და მას განსაკუთრებული მნიშვნელობა მიენიჭება. ირგვლივ ყველაფერი გახდა ფარდობითი და ალბათური. ის, რაც ადრე აბსოლუტურად ითვლებოდა, გახდა ფარდობითი და დრო გახდა სივრცის გამრუდების ხარისხზე დამოკიდებული.

1905 წელს ალბერტ აინშტაინმა შექმნა ფარდობითობის სპეციალური თეორია, რომლის არსიც მდგომარეობდა იმაში, რომ სწრაფად მოძრავ სხეულში დრო იცვლება უფრო ნელა. ანუ დრო გახდა ფარდობითი სიდიდე. ისეთი ცნებებს, როგორიცაა „ახლა“, „დღეს“, „ხვალ“ აქვთ საყოველთაოდ მიღებული აზრი მხოლოდ ერთმანეთის მიმდევრობით მიმდინარე მოვლენებისათვის. ხოლო, თუ ჩავჯდებით კოსმოსურ ხომალდში და მას გავაქანებთ სინათლის სიჩქარესთან მახლობელი სიჩქარით, მაშინ შესაძლებელი იქნება მომავალში მოგაზურობა, ანუ იმის დანხვა თუ რა მოხდება დედამიწაზე ასეულობით წლების შემდეგ, მაგრამ აწმყოში დაბრუნება შეუძლებელი იქნება.

1908 წელს გერმანელმა მათემატიკოსმა გ. მინკოვსკიმ დაამტკიცა დროის და სივრცის ერთიანობა და შემოიტანა ახალი ცნება *სამყარო-დრო*. ამგვარად სამყარო გახდა ოთხგანზომილებიანი. 1916 წელს ალბერტ აინშტაინმა დაასრულა ფარდობითობის ზოგადი თეორიის შექმნა,

რომლის მიხედვითაც შესაძლებელია სამყარო–დროის გამრუდება დედამიწის მიზიდულების ძალის ზემოქმედებით. ამის შემდეგ გამრუდებული სივრცეების გეომეტრიას უწოდეს არაევკლიდური გეომეტრია. მაგრამ, ფარდობითობის ზოგად თეორიაში ყველაზე მნიშვნელოვანი აღმოჩენა იყო ის, რომ მიზიდულების ძლიერ ველში დრო მიმდინარეობს უფრო ნელა. ეს ნიშნავს, რომ მზის ზედაპირთან ახლოს დრო უფრო ნელა მიდის, ვიდრე დედამიწის ზედაპირთან ახლოს, ხოლო დედამიწის მახლობელ ორბიტაზე კი პირიქით, უფრო ჩქარა მიდის.

დღეს რელატივისტური ეფექტების გათვალისწინება ხდება არა მარტო მეცნიერების მიერ, არამედ ინჟინრების მიერაც. მათი ზემოქმედება აღირიცხება ნავიგაციის ხელოვნურ თანამგზავრებზე *GPS (Global Positioning System)* – კოორდინატების განსაზღვრის გლობალურ სისტემაზე ორბიტის გათვლისას, რისთვისაც გამოიყენება საბორტო ატომური საათი. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია უკანასკნელი შემოწმებების შედეგები, რომელთა მიხედვითაც აღირიცხება *GPS* სისტემებში ატომური საათის ხელოვნური „შენელება“.

ადამიანებს შორის ბევრი აღნიშნავს, რომ ასაკის მატებასთან ერთად დრო მიდის უფრო ჩქარა. იგივეს ამბობენ ახალგაზრდებიც. რა თქმა უნდა, ეს შეიძლება ახსნილი იქნას ცხოვრების ტემპის მუდმივი აჩქარებით. მატარებლებისა და თვითმფრინავების საშუალებით ბევრად უფრო სწრაფად ვაღწევთ დანიშნულების ადგილებს სხვა ქვეყნებსა და სხვა კონტინენტებზე. მასობრივი საინფორმაციო საშუალებების გამოყენებით ვღებულობთ ინფორმაციის გაცილებით უფრო დიდ ნაკადს. რადიოს, ტელევიზიის და ინტერნეტის საშუალებით მოვლენების შესახებ ინფორმაციას ვღებულობთ თითქმის მყისიერად.

შვეიცარიელმა მეცნიერებმა დროის მოჩვენებით აჩქარებას მოუძებნეს სხვა განმარტება. ისინი თლიან, რომ ადამიანის ბიოლოგიური საათი დროთა განმავლობაში იწყებს „ჩამორჩებას“. ამის გამო, გვეჩვენება, რომ მოვლენები ჩვენს გარშემო ვითარდება უფრო სწრაფად. განვიხილოთ ანალოგია, თუ შევეცდებით მეტროში, მიწისქვეშა გადასასვლელში ვიმოდრაოთ უფრო ნელა, ვიდრე სხვები მოძრაობენ, შედეგად მივიღებთ, რომ ჩვენ ყველა მხრიდან გვასწრებენ ადამიანები. ასევე დრო გვასწრებს ჩვენ.

**დროის ისარი** არის მომავლიდან წარსულისაკენ მოძრაობის შეუძლებლობა. სწორედ ამიტომაც არის შეუძლებელი ერბოკვერცხის კვრცხის მდგომარეობაში დაბრუნება, ასევე შეუძლებელია გატეხილი ჭიქის პირვანდელ, მთელ მდგომარეობაში დაბრუნება. ეგვიფტელი ფარაონები პირამიდებს აშენებდნენ თავიანთი ხსოვნის უკვდავსაყოფად. პირამიდები არსებობს უკვე 5 000 წელი, მაგრამ მუდმივი არც ისინია. უდაბნოს ქარები დროთა განმავლობაში მათაც აქცევენ ქვიშად. ყველაფერი ეს არის **ენტროპიის** გამოვლინება. საყოფაცხოვრებო დონეზე ენტროპია არის ზომა მოუწესრიგებლობაზე, ან განუსაზღვრელობის ზომა. ფიზიკაში ენტროპია განიხილება ისეთ ფუნდამენტალურ სფეროებში, როგორცაა მაგალითად ენერგია ან ტემპერატურა.

თეორიულად დროის ისრის არსებობა, როგორც ერთმხრივად მიმართული მოძრაობა წარსულიდან მომავლისაკენ, დაასაბუთა ბელგიელმა და ამერიკელმა ფიზიკოსმა და ქიმიკოსმა, 1977 წლის ნობელის პრემიის ლაურიატმა ი.რ. პრიგოჟინმა.

XX საუკუნის შუა ხანებში არქეოლოგებმა, გეოლოგებმა, ქიმიკოსებმა და ფიზიკოსებმა აღმოაჩინეს ადრე არსებული ორგანიზმების სიცოცხლის ხანგრძლივობის დადგენის მეთოდები. ანალიზის მეთოდის საფუძველს წარმოადგენდა რადიონახშირბადული ანალიზი, რომლის ფუძემდებლებიც იყვნენ პიერ კიური და ერნესტ რეზერფორდი.

**რადიონახშირბადული ანალიზი** არის ბიოლოგიური ნარჩენების და ბიოლოგიური წარმომავლობის საგნებისა და მასალების დათარი-



ნახ. 3.7.13. ი.რ. პრიგოჟინი (1917–2003)



ღების მეთოდი. დათარიღება ხდება მასალაში რადიოაქტიური იზოტოპის <sup>14</sup>C-ს და ნახშირბადის სტაბილური იზოტოპის თანაფარდობის განსაზღვრით.

1946 წელს მეცნიერმა უილარდ ლიბბმა წარმოადგინა ბიოლოგიური წარმომავლობის ობიექტების რადიონუკლეიდური მეთოდით ანალიზზე დაფუძნებული მეთოდი. ამ მეთოდის აღმოჩენისათვის მეცნიერმა 15 წლის შემდეგ მიიღო ნობელის პრემია, რითაც დადასტურებული იქნა რადიონუკლეიდური მეთოდის მნიშვნელობა. რადიონუკლეიდური ანალიზის მეთოდი ვრცელდება მხოლოდ ბიოლოგიური წარმომავლობის ობიექტებზე და ასევე ადამიანებისა და ცხოველების ნარჩენებზე. არაბიოლოგიური წარმომავლობის არქეოლოგიურ ობიექტებზე ამ მეთოდის გამოყენება შეუძლებელია.

რადიონუკლეიდური ანალიზის მეთოდი დაფუძნებულია იმაზე, რომ ყოველი ბიოლოგიური ორგანიზმის საფუძველში არსებობს ისეთი ქიმიური ელემენტი, როგორცაა ნახშირბადი. ნივთიერებაში ნახშირბადს თავის შემადგენლობაში გააჩნია სტაბილური და რადიოაქტიული იზოტოპები. სტაბილური იზოტოპები <sup>12</sup>C და <sup>13</sup>C არსებობს მუდმივად, ხოლო რადიოაქტიული იზოტოპი <sup>14</sup>C-ის დაგროვება ორგანიზმში შეიძლება მოხდეს მზის გამოსხივებიდან რადიაციის ზეგავლენით, მაგრამ ხდება მისი თანმიმდევრული განადგურება ბიოლოგიური ორგანიზმის კვდომის შემდეგ.

სიცოცხლის განმავლობაში ნახშირბადის სხვადასხვა იზოტოპების ბალანსი ერთნაირია, მაგრამ სიკვდილის შემთხვევაში ეს ბალანსი ირღვევა. ორგანიზმში სტაბილური ნახშირბადის რაოდენობა უცვლელი რჩება, ანუ არ განიცდიან დაშლას, ხოლო რადიოაქტიული ნახშირბადის რაოდენობა თანდათან მცირდება. თუ ცნობილია რადიოაქტიური ნახშირბადის დაშლის პერიოდი, შესაძლებელია სანდო ალბათობით განსაზღვრული იქნას ბიოლოგიური ნარჩენების ასაკი. ამ მეთოდით განსაზღვრული მაქსიმალური ასაკის განსაზღვრის სიზუსტე არის 60 ათასი წელიწადი, ხოლო ცდომილება კი არის 70–დან 300 წლამდე. რადიონუკლეიდური მეთოდი საშუალებას იძლევა განსაზღვრული იქნას ეგვიფტური ფარაონების ასაკი მათი მუმიების მიხედვით, ადამიანების, ცხოველების, მცენარეების და მიკროორგანიზმების ნარჩენების მიხედვით.

დედამიწის პლანეტის უმნიშვნელოვანესი მოვლენების განვითარების და გეოლოგიური ეპოქების ცვლილებების შესახებ მონაცემების განზოგადოება შესაძლებელია ისტორიული გეოლოგიის საშუალებით. მასალების აბსოლუტური ასაკის დადგენა ხება ბირთვული გეოქრონოლოგიური მეთოდების საშუალებით. ეს არის გეოლოგიურ მეცნიერებებს შორის ყველაზე ახლგაზრდა მეცნიერება, რომელიც შეისწავლის დედამიწის ნივთიერებებში ბუნებრივი ბირთვული გარდაქმნების კანონზომიერებებს და მათ გამოვლინებებს გეოლოგიურ პროცესებში.

მეცნიერების ამ მიმდინარეობის ფუძემდებელია აკადემიკოსი ვ.ი. ვარნადსკი (1935 წ.). ის დაფუძნებულია ურანის, თორიუმის, კალიუმის, სტრონციუმის და სხვათა რადიოაქტიური დაშლის მოვლენაზე. **გეოქრონოლოგია** ადგენს სამთო მინერალების აბსოლუტურ ასაკს. ეს არის დროის ერთეულებში გამოსახული ასაკი. ის შეიძლება იყოს მილიონობით წლები.

### **3.8. საინფორმაციო ტექნოლოგიები ადამიანის მოღვაწეობის სხვადასხვა სფეროში**

საინფორმაციო ტექნოლოგიები გამოიყენება ადამიანის საქმიანობის სხვადასხვა სფეროში: განათლება, მედიცინა, საბანკო საქმე, ვაჭრობა, იურისპუდენცია, სამხედრო საქმე მანქანათმშენებლობა, კრიპტოგრაფია და სხვა.

#### **3.8.1. მედიცინა**

დიდი ხნის მანძილზე ექიმი ავადმყოფის გასინჯვის დროს ენდობოდა მხოლოდ საკუთარ ხელებს, თვალებს, ყურებს და ცოდნას. პირველი ხელსაწყოები, რომელიც ექიმმა გამოიყენა ავადმყოფის გასასინჯად იყო ვერცხლისწყლიანი **თერმომეტრი** – ტემპერატურის გასაზომად,

**წამზომი** – პულსის დასათვლელად და ხის მოსასმენი მილაკი **სტეტოსკოპი** – გულისცემის მოსასმენად. სტეტოსკოპი გამოგონა ფრანგმა ექიმმა რენე ლანონომ 1819 წელს. შემდეგში სტეტოსკოპი შეიცვალა **ფონედოსკოპით**, რომელშიც გამოყენებულია მგრძნობიარე მემბრანა. ამას შემდეგ დაემატა სისხლისა და შარდის ქიმიური ანალიზი.



ნახ. 3.8.1. ციფრული ტონომეტრი

1860 წელს იტალიელმა ექიმმა რივაროჩიმ გამოიგონა არტერიალური წნევის გაზომვის მარტივი და მოსახერხებელი მეთოდი. ის დამყარებული იყო იმ გარე წნევის გაზომვაზე, რომელიც სჭირდა არტერიის ჩასაკეტად. ეს პროცესი ყველასათვის ცნობილია: ადამიანს ხელზე იდაყვის ზემოთ უკეთებენ მანჟეტს და იწყებენ მის გაბერვასმანადე, სანამ პულსი არ შეწყდება, ე.ი. არტერია ჩაიკეტა. ამ მომენტში გაზომილი წნევა შეესაბამება სისტოლურ წნევას. 1905 წელს რუსმა ექიმმა ნ.ც.

კოროტოვმა სრულყო რივაროჩის მეთოდი. მან პულსის მოსმენა დაიწყო ფონედოსკოპის საშუალებით. ასე შესაძლებელი გახდა არა მარტო სისტოლური, არამედ დიასტოლური წნევის გაზომვაც. თანამედროვე ავტომატური ტონომეტრები (ნახ. 3.8.1.) აღჭურვილია მინიატურული ნასოსით და წნევის გასაზომი გადამწოდით მანჟეტში. ფონედოსკოპი საჭირო აღარაა. საკმარისია მანჟეტი გაიკეთო ხელზე და დააჭირო თითი დილაკზე, მთელი პროცესი ავტომატურად შესრულდება და ციფრულ დისპლეიზე გამოვა სისტოლური და დიასტოლური წნევის მნიშვნელობები.

ექიმთა დასახმარებლად შემდეგ მათ სამსახურში ჩადგა ვილჰელმ რენტგენის (1845–1923) მიერ აღმოჩენილი X–სხივები. მის საპატისაცემად ამ სხივებს **რენტგენის სხივები** უწოდეს. რენტგენის სხივების საშუალებით შესაძლებელი გახდა ადამიანის ორგანიზმში ჩახედვა ქსოვილის დაუზიანებლად. რენტგენლუმა გამოკვლევამ შესაძლებელი გახდა დანახული ყოფილიყო ძვლების და შინაგანი ორგანოების მდგომარეობა. რენტგენული აპარატის შექმნამ შესაძლებელი გახდა აელორძინებინა მედიცინის დარგი – რენტგენოლოგია, რომელიც რენტგენის სხივების საშუალებით შეისწავლიდა ადამიანის ორგანიზმის აგებულებასა და ფუნქციონირების მექანიზმებს. მასში შევიდა რენტგენოდაგნოსტიკა – დაავადების დიაგნოზის დასადგენად და ტენტგენოთერაპია – მისი მკურნალობისათვის. დაიწყო რენტგენოდაგნოსტიკის მეთოდის, ფლუოროგრაფიის ფართოდ გამოყენება, რომლის დროსაც ხდებოდა ჩრდილოვანი გამოსახულების ფოტოგრაფირება ფილტვების დაავადების დროს. ფლუოროგრაფიის დროს ადამიანი ღებულობს გამოსხივების მნიშვნელოვნად მცირე დოზით დასხივებას რენტგენოსკოპიასთან (ავადმყოფის გამოკვლევა რენტგენის სხივებით) და რენტგენოგრაფიასთან (რენტგენული სურათის მიღება) შედარებით.

XX საუკუნის შუა პერიოდიდან დაიწყო **ელექტროკარდიოგრაფიის** მეთოდის გამოყენება, რომლის დროსაც ხდებოდა გულის კუნთის გამოკვლევა და ის დაფუძნებული იყო მომუშავე გულის კუნთის ბიოელექტრული პოპტენციალების რეგისტრაციაზე, რომელიც ხდებოდა ქაღალდის ლენტზე ან ფოტოფირზე, ანუ მიიღებოდა ელექტროკარდიოგრამა, რომელიც გამოიყენება გულის დაავადებების დიაგნოსტიკისათვის. გულის კუნთის შეკუმშვას წინ უსწრებს მისი აღგზნება მცირე დროის განმავლობაში. ამიტომ, მისი მოქმედებით გამოწვეული ბიოელექტრული მოვლენები განპირობებულია გულის ქსოვილოვანი სტრუქტურის თვისებებით. ამ მოვლენას თან ახლავს ელექტრული დენის წარმოქმნა, რომლის რეგისტრაციაც შესაძლებელია.

ამჟამად, ელექტროკარდიოგრაფია რჩება გულსისხლძარღვოვანი დაავადებებისა და გულის გამოკვლევის ძირითად მეთოდად. მაგრამ, გულის კარდიოგრამის კვალიფიციური გამოკვლევისათვის საჭიროა კარდიოგრაფიული მრუდის ბუნების ცოდნა. ამიტომ, კარდიოგრამის

გაშიფვრაში უპირატესობა ენიჭება შესაბამისი გამოცდილების მქონე სპეციალისტებს. ბოლო დროს დაიწყო კომპიუტერული ელექტროკარდიოგრაფიის გამოყენება, რომლის დროსაც ელექტროკარდიოგრამის (ეკგ) გაშიფვრა დაიწყო კომპიუტერის საშუალებით.

გულ-სისხლძარღვოვანი სისტემის მუდმივი დაკვირვებისათვის (მონიტორინგისათვის) დაიწყო არტერიალური წნევისა და ეკგ კონტროლის სადღეღამისო კონტროლის სისტემების გამოშვება (ნახ. 3.8.2.).



ნახ. 3.8.2. წნევისა და ეკგ აპარატი

თავის ტვინის ბიოელექტრული აქტივობის გამოკვლევისათვის გამოიყენება ელექტროენცეფალოგრაფია: ხელსაწყო **ენცეფალოგრაფის** საშუალებით თავის ტვინის პოტენციალების გრაფიკული რეგისტრაციისათვის. მის მიერ ჩაწერილი მრუდი – ენცეფალოგრამა გამოიყენება კვლევითი დიაგნოსტიკების მიზნით.

მედიცინაში სულ უფრო აქტიურად იყენებენ **ულტრაბგერით დიაგნოსტიკას** – ანუ ულტრაბგერითი რხევების გამოყენებას თავის ტვინის (**ექოენცეფალოგრაფია**), გულის (**ექოკარდიოგრაფია**) დაავადებების გამოსაკვლევად, ნაყოფის გამოსაკვლევად და ა.შ. დიაგნოსტიკის ეს მეთოდი დამყარებულია გამყოფი ზედაპირებიდან ულტრაბგერითი სიხშირეების არეკვლის თვისებაზე. ასეთნაირად შესაძლებელია შინაგანი ორგანოების კონტურების დანახვა და სხვადასხვა სიმკვრივის მქონე წარმონაქმნების გარჩევა. ულტრაბგერითი გამოკვლევა ხშირად გამოიყენება მუცლის ღრუს ორგანოების გამოსაკვლევად, მაგ., ნაღველ-კენჭოვანი დაავადებების. ჩანასახის სქესის განსაზღვრა უკვე ჩვეულებრივ

პროცედურად გადაიქცა.

მედიცინაში გამოიყენება აგრეთვე აპარატი **ენდოსკოპი**, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია კუჭ-ნაწლავში, შარდის ბუშტში, ბრონქებში ჩახედვა. ენდოსკოპი ოპტიკური ხელსაწყოა, რომლის შეყვანაც ხდება გამოსაკვლევ ორგანოში. ის წარმოადგენს შუქგამტარ, არკისებური შგა ზედაპირის მქონე მოქნილ მილს, რომლის საშუალებით ხდება გამოსაკვლევ ორგანოს განათება და მიღებული გამოსახულება აისახება მონიტორის ეკრანზე, ან გადაეცემა ფოტოკამერას.

1960–იანი წლების ბოლოდ დაიწყო **ტომოგრაფიის** (ბერძ. tomos–ფენა, grapho–ვწერ) გამოყენება. ეს არის ხელსაწყო, რომლის საშუალებითაც შესაძლებელია შესასწავლი ობიექტის სტრუქტურის ფენა-ფენა გამოკვლევა, მაგ., ტვინის. ეს პროცესი ხორციელდება ორგანოს სხვადასხვა გადამკვეთ სიბრტყეებში მრავალჯერადი დასხივებით. სკანირების დასხივებების რაოდენობა შეიძლება მერყეობდეს 10–106 ფარგლებში. გამოსხივების სახეობების მიხედვით განასხვავებენ: ელექტრომაგნიტურ ტომოგრაფიას (რენტგენული), გამა ტომოგრაფიას მაგნიტური ან ბირთვულ-მაგნიტურ-რეზონანსული (ЯМР), პროტონული და კიდევ ულტრაბგერითი ტომოგრაფია. ტომოგრაფიის საშუალებით შესაძლებელია 2მმ სისქის ფენების გამოსახულებების მიღება. სიგნალების დამუშავება კომპიუტერის საშუალებით ხდება, ანუ მიიღება კომპიუტერული ტომოგრაფია. ტომოგრაფია გამოიყენება სამედიცინო დიაგნოსტიკისათვის და აგრეთვე მეცნიერებისა და ტექნიკის სხვადასვა დარგებში. მედიცინაში სიზუსტის გამო ყველაზე ფართო გამოყენება ჰპოვა ბირთვულ-მაგნიტურ-რეზონანსულმა ტომოგრაფმა (ЯМР), რომელიც გამოიყენებს ზემაღალ სიხშირეებს. სამწუხაროდა, ბირთვულ-მაგნიტურ-რეზონანსულ ტომოგრაფს გააჩნია გვერდითი მოვლენები და ამიტომ იგი გამოიყენება მკაცრი საჭიროების შემთხვევაში.

არსებობს ტომოგრაფიის კიდევ ერთი სახეობა – მაგნიტო-რეზონანსული. მისი საშუალებით შესაძლებელია სხეულის ნებისმიერი ნაწილის ნებისმიერი მიმართულებით სკანირება. მედიკოსების მთავარ დანიშნულებას წარმოადგენს ადამიანის ორგანიზმში აღმოაჩინონ გამკვ-

რივებული ან გაიშვიათებული ქსოვილები ან სისხლგროვები. ამის გაკეთება შესაძლებელია მაგნიტო-რეზონანსული ტომოგრაფის საშუალებით. 2003 წელს ამერიკელ მეცნიერს პოლ ლოტენბურს მიენიჭა ნობელის პრემია ფიზიოლოგიისა და მედიცინის დარგში. მათემატიკური დამუშავების შედეგად მაგნიტო-რეზონანსული ტომოგრაფიდან მიღებული სისგნალები გარდაიქმნება გამოსახულებად კომპიუტერი მონიტორზე. რამდენიმე წამის შემდეგ ექიმს შეუძლია თვითონ შეხედოს თუ როგორ გამოიყურება ავადმყოფი ორგანო. ეს მეთოდი დამუშავებულია ფიზიოლოგიისა და მედიცინის დარგში 2003 წლის ნობელის მეორე პრემიის ლაურიატის პიტერ მენსფილდის (დიდი ბრიტანეთი) მიერ. მაგნიტო-რეზონანსული ტომოგრაფიის საშუალებით მაღალი ალბათობით შესაძლებელია ავთვისებიანი სიმსივნის, ანთებითი პროცესების, კისტის, ინსულტის, გაფანტული სკლეროზის, ალცჰეიმერის დაავადების, ნალრძობების, მოტეხილობების, ხერხემლის დისკოების აცილების პროგნოზირება.

უკანასკნელ დროს მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა ტექნიკა და შემცირდა მკვეთრი რენტგენული გამოსახულების მიღების დრო. ეს მიღწეული იქნა ელექტრონულ-ოპტიკური გამამდიერებლების და ზემგრძნობიარე გადამწოდების გამოყენების შედეგად. კომპიუტერული ტომოგრაფიის დროს გამომსხივებელი მოძრაობს ბიოლოგიური ობიექტის ირგვლივ და აფორმირებს ცალკეული რენტგენოგრამების სიმრავლეს. გამოსაკვლევი ობიექტის ორგანიზმის არის მიღებული გამოსახულებები მიეწოდება კომპიუტერს, სადაც ხდება მათი დაუშავება. შედეგად მიიღება ადამიანის ორგანიზმის კომპიუტერიზებული ჭრილი ყველა დეტალის ზუსტი ასხვით, ანუ გამოსკვლევი არის სტერეოსკოპიული გამოსახულება.

ცოტე ხნით ადრე, რენტგენული კომპიუტერული ტომოგრაფები გამოიყენებოდა მხოლოდ თავის ტვინის გამოკვლევისათვის. ეს განპირობებული იყო ტომოგრამის მიღების დიდი დროით (4-6 წთ) და ტომოგრაფირების ზონის მცირე დიამეტრით (24 სმ). გამოკვლევების დროს ადამიანის მცირე განძრევაც კი (მაგ., სუნთქვა) იწვევდა დიდ ცდომილებას გამოსახულების ფორმირებისას. თანამედროვე ტომოგრაფებში ტომოგრაფირების დრო შემცირებულია 1-3 წამამდე, ხოლო გამოკვლევის ზონის დიამეტრი მიყვანილია 70 სმ-მდე. ამის შედეგად შესაძლებელი გახდა ადამიანის სხეულის ნებისმიერი ორგანოს გამოკვლევა და პაციენტის განძრევის შედეგად მიღებული ცდომილებები დაყვანილი იქნა მინიმუმამდე.

ამ თანამედროვე მეთოდებმა შესაძლებელი გახდა ადამიანის ორგანიზმში ჩახედვა მისი სტრუქტურის დარღვევის გარეშე.

ახლა ვისაუბროთ მოლეკულური მედიცინის შესახებ, რომლის ეპოქაც დაიწყო XXI საუკუნის დასაწყისში, რომელიც განაპირობა გენეტიკისა და გენური ინჟინერიის წარმატებებმა.

მოლეკულური მედიცინა ეს არის მემკვიდრული და არამემკვიდრული დაავადებების დიაგნოსტიკა, მკურნალობა და პროფილაქტიკა გენურ დონეზე. მისი აშუალებით შესაძლებელია მემკვიდრულ დინეზე ადამიანის სხვადასხვა დაავადებების მიმართ გენეტიკური მიდრეკილების გამოვლინება და მემკვიდრულ და არამემკვიდრულ დონეზე და მათი მკურნალობა. ამ დროს მკურნალობის საშუალებად გამოყენებული იქნება გენები. გენური თერაპის საშუალებით ხდება არა მარტო გარკვეული დაავადებების სიმტომპტომების გამოვლენა, არამედ ხდება ადამიანის მთელი ორგანიზმის უჯრედების ფუნქციების კორექტირება. მისი თერაპიული ეფექტის მიღწევა ხდება „ავადმყოფი გენის“ „ჯანმრთელი გენით“ შეცვლით, მისი სტრუქტურისა და ფუნქციის კორექტირებითა და მისი სრული ან ნაწილობრივი ჩანაცვლებით.

გენური თერაპიის დაბადების დღედ შეიძლება ჩაითვალოს 1990 წლის 14 სექტემბერი. ამ დღეს დადებითად დამთავრდა იშვიათი ავადმყოფობით – პირველადი იმუნოდეფიციტით დაავადებული 4 წლის გოგონას მკურნალობა. ნებისმიერ ავადმყოფობას შეეძლო დაედუპა ბავშვი სიცოცხლის პირველივე თვეებში. აშშ-ს ნაციონალური ჯანმრთელობის ინსტიტუტის მეცნიერებმა აიღეს გოგონას იმუნური სისტემის უჯრედები, ვირუსების საშუალებით შეიყვანეს მასში ნორმალური ადამიანური გენები, რომლებიც მას აკლდა და დააბრუნეს ბავშვის ორგანიზმში. მალევე ასეთი პროცედურა ჩაუტარეს კიდევ ერთ 9 წლის გოგონას. შემდეგი ორი წლის განმავლობაში ბავშვებს ჩაუტარეს ასეთი პროცედურა კიდევ 12-



ჯერ. ამ პროცედურებმა მართალია ვერ შეძლეს ბავშვების სრული გამოჯანმრთელება, მაგრამ გადაკეთებული უჯრედები გადარჩნენ და დაიწყეს ფერმენტის შექმნა, რომელიც ავადმყოფ ბავშვებს არ გააჩნდათ.

არსებობს ავადმყოფის ორგანიზმში გენეტიკური ინფორმაციის შეტანის ორი ფორმა.

პირველი ფორმა გამოყენებული იყო ამერიკელი გოგონების მიმართ. უჯრედები აღებული იყო ავადმყოფების ორგანიზმიდან. მოხდა მათში საჭირო გენის შეყვანა და ორგანიზმში დაბრუნება. ეს უჯრედები ორგანიზმისათვის „ცნობილი“ იყო, ამიტომ იმუნურმა სისტემამ ისინი არ უარჰყო და მათ დაიწყეს საჭირო პროდუქტის სინთეზირება, რომელიც ორგანიზმს აკლდა.

მეორე ფორმაა გენების პირდაპირ ორგანიზმისათვის მიწოდება. მისაწოდებლად ხშირად გამოიყენებენ ორგანიზმისათვის არასახიფათო ვირუსებს, რომლებსაც წინასწარ „მიაწებენ“ საჭირო გენებს, ან მის ფრაგმენტებს.

### 3.9. პიროვნების იდენტიფიკაციის ისტორია

პიროვნების იდენტიფიკაცია (ლათ. identifico – ვაიგივებ) წარმოადგენს იგივეობის აღიარებას, ანუ ამოცნობას. იდენტიფიკაცია დაფუძნებულია სახეთა ამოცნობაზე, ანუ რომელიმე ობიექტის (მაგ., ადამიანის პიროვნების, პროცესის, მოვლენის სიტუაციის და ა.შ.) წინასწარ გამოყოფილ ობიექტებთან, ანუ სახეებთან მიკუთვნების დადგენაზე. ამოცნობის პროცესი დამყარებულია ამოსაცნობი ობიექტის თვისებებისა და უკვე ცნობილი ობიექტების თვისებებს შორის კავშირების დამყარებაზე, ანუ შესაბამისობის დადგენაზე.

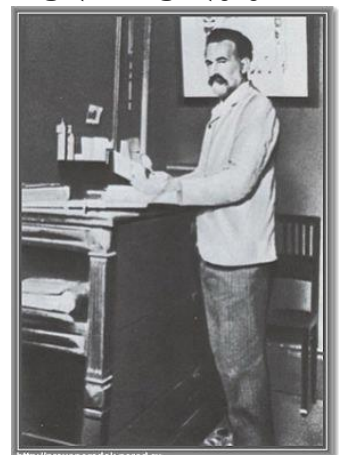
სახეთა ამოცნობა ადამიანის ცხოვრებაში ყოველწუთიერად ხორციელდება. მაგალითად, ადვილად ვცნობთ შესახედაობით ჩვენ ნაცნობს ადამიანების ჯგუფში, ან ხმით სატელეფონო საუბრის დროს. ამოცნობის მეთოდები გამოიყენება კრიმინალისტიკაშიც. ამოცნობა ეს არის ადამიანის პიროვნების დადგენა ზოგადი და კერძო ნიშნების საშუალებით (მაგ., პიროვნების იდენტიფიცირება პასპორტით, თითის ანაბეჭდებით, ხელნაწერით, ფოტოსურათით და ა.შ.)

ადამიანებისათვის ზოგიერთი ბიოლოგიური მახასიათებელი არის უნიკალური და ამიტომ, გამოიყენება პიროვნების ამოცნობისათვის. მაგ., შესახედაობა, სახისა და ყურების ფორმა, თითის ანაბეჭდები, სიარულის თავისებურება, ხელწერა და ხემოწერის ფორმა, ხმა და მეტყველების თავისებურება, სისხლის ანალიზი, გენეტიკური კოდი. პასპორტებსა და პირადობის დამადასტურებელ სხვა დოკუმენტებში პიროვნების იდენტიფიცირებისათვის გამოყენებულია სურათი და ხელმოწერა. მაგრამ, შესაძლებელია სურათის შეცვლა და ხელმოწერის მიმსგავსება. ამიტომ, პიროვნების ამოცნობის მეთოდების სრულყოფა მუდმივად მიმდინარეობს.

არსებობს პიროვნების იდენტიფიცირების ქალაქის და ბიომეტრიული საშუალებები.

ქალაქის იდენტიფიკატორებია პასპორტი, პირადობის მოწმობა, მართვის მოწმობა. ასევე არსებობს პაროლები, პერსონალური საიდენტიფიკაციო ნომრები – პინ-კოდები. მაგრამ, პასპორტი, პირადობის მოწმობა ან მართვის მოწმობა ადამიანმა შეიძლება დაკარგოს, ან შეიძლება მოხდეს მათი გადაკეთება. პაროლი ან პინ-კოდი შეიძლება ადამიანს დაავიწყდეს ან დაკარგოს.

ბიომეტრიული იდენტიფიკატორები დაფუძნებულია ფიზიოლოგიურ ან ქცევით მახასიათებლებზე, რომლებიც ძალიან ინდივიდუალურია ყოველი პიროვნებისათვის. მათ განეკუთვნება ადამიანის გარეგნობა, სიარულის თავისებურება, ხელწერა, თითების ანაბეჭდები, სახის ფორმა და სხვა. ესენი ადამიანის უნიკალური თავისებურებებია და მათი გადაკეთება ან მიმსგავსება შეუძლებელია. ასევე შეუძლებელია მათი დავიწყება ან დაკარგვა. სწორედ ამიტაა განპირობებული მათი უპირატესობა ქალაქის იდენტიფი-

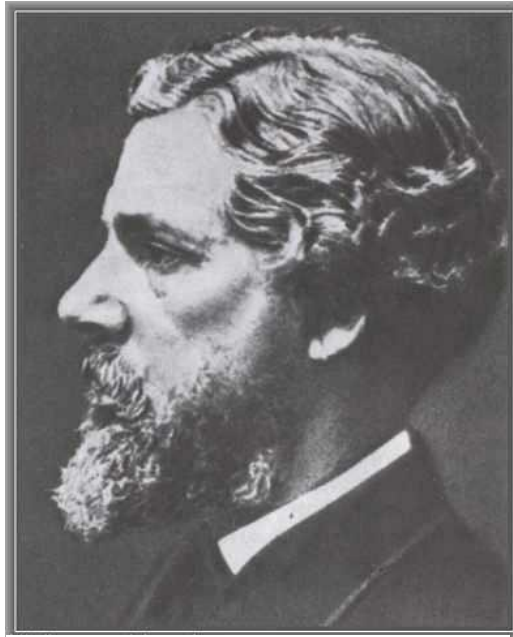


სურ. 3.9.1. ა. ბერტილიონი

კატორებთან შედარებით.

დღედღეისობით გამოიყენება ბიომრტრული იდენტიფიცირების სამი მეთოდი: ამოცნობა თითების ანაბეჭდების მიხედვით, თვალის ჭრილის მიხედვით და სახის ფორმის მიხედვით.

ბიომეტრული იდენტიფიკატორების დანერგვის ფუძემდებელი იყო ფრანგი კრიმინალისტი ალფონს ბერტილიონი (1853–1914წ.წ.). ის ეფუძნებოდა ანტროპოლოგების დასკვნას, რომ სხვადასხვა ადამიანების სხეულების ნაწილების გეომეტრიული ზომა ერთმანეთს სრულად არასადროს არ ემთხვევა. 1883 წლიდან მოყოლებული ის ზომავდა ბრალდებულებების მონაცემებს და შეჰქონდა ისინი კარტოტეკაში. ბერტილიონი მივიდა დასკვნამდე, რომ ზრდასრული ადამიანის 14 ერთეულისათვის (სიმაღლე, სხეულის ზედა ნაწილის სიმაღლე, თავის სიმაღლე და გარშემოწერილობა, ტერფის, ხელის, თითების და ყურების სიგრძე და ა.შ.), ალბათობის თეორიის თანახმად მათი დამთხვევის ალბათობა შეადგენდა  $1/286\ 435\ 456$ -ს. თუ მოხდებოდა ყოველი ბრალდებულის მონაცემების ზუსტი გაზომვა და შედეგების პირად კარტოტეკებში შეტანა, მაშინ შესაძლებელი გახდება ადამიანის უშეცდომო იდენტიფიცირება. იდენტიფიცირების ეს მეთოდი გაცილებით უფრო საწვალეებელია, მაგრამ არსებულ მეთოდებთან შედარებით გაცილებით უფრო მაღალ საიმედოობას უზრუნველყოფდა.



სურ. 3.9.2. უილიამ ხერშელი (1833–1917)

1891–1892 წლებში მთელი პარიზი დატერორებული ჰყავდა რავაშოლის ფსევდონიმით ცნობილ ანარქისტს. როდესაც ის დააპატიმრეს, ბერტილიონმა, თავისი კარტოტეკის საშუალებით, მასში ამოიკნო საშიში ბოროტმოქმედი კენიგშტეინი. ამით ძალიან გაითქვა სახელი ბერტილიონის მეთოდმა და დაიწყო მისი გამოყენება მთელ ევროპაში.

ბერტილიონმა ასევე შემოღო ზუსტი ფოტოსურათების გამოყენება. მისივე დანერგვით აგრეთვე დანაშაულის ადგილის ფოტოგრაფირება. ასეთი ფოტოსურათების შემდეგ დიდ დახმარებას უწევდა დეტექტივებს.

ბერტილიონმა კრიმინალისტიკაში დაიწყო კიდევ ერთი ახალი მეთოდის დანერგვა. ეს იყო პოლიციური ფოტოგრაფირება. XIX საუკუნის ბოლოს დაპატიმრებულებს სურათებს უღებდნენ სხვადასხვა

რაკურსით, მასშტაბით. ბერტილიონმა შენიშნა, რომ ასეთი სურათებით ბოროტმოქმედთა ამოცნობა რთული იყო. საკუთარი დაკვირვებებით ის მივიდა დასკვნამდე, რომ სურათი უნდა გადაეღოთ ორჯერ – ანფასი და პროფილი. თანაც, გადაღებს უნდა მომხდარიყო ერთიდაიგივე მანძილიდან, ერთიდაიგივე განათებულობის პირობებში, თავი დაფიქსირებული უნდა ყოფილიყო ერთიდაიგივე მდგომარეობაში. ამისათვის მან სპეციალური მზრუნავი სავარძელიც კი შექმნა.

ბერტილიონის გამოგონებებს მიეკუთვნება აგრეთვე ფოროტობოტის წინამორბედის – სიტყვიერი აღწერის შემოღებაც. ბოროტმოქმედის საარქივო საქმეში პოლიციურ სურათებს თან ურთავდა კიდევ სიტყვიერ აღწერასაც. ასე ხდება დღესაც.

ბოროტმოქმედის იდენტიფიცირებისათვის პოლიციური ფოტოსურათი მნიშვნელოვანი საშუალებაა, მაგრამ იდენტიფიცირების უფრო მაღალ საიმედოობას უზრუნველყოფს თითების ანაბეჭდები.

იდენტიფიცირების მიზნით თითების ანაბეჭდების გამოყენებას შეისწავლიდა დიდი ბრიტანელი ჩინოვნიკი უილიამ ხერშელი (1833–1917), რომელიც მუშაობდა კოლონიალურ ადმინისტრაციაში – ინდოეთში. იწ წლების განმავლობაში იღებდა თითების ანაბეჭდებს და ადარებდა ერთმანეთს და დარწმუნდა, რომ წლების განმავლობაში ადამიანის თითის ანაბეჭდები არ იცვლება.

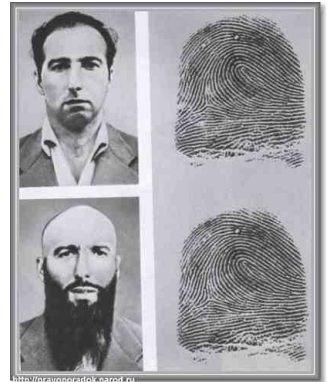
თითების ანაბეჭდების გამოყენების სისტემა პირველად შექმნა ედვარდ ჰენრიმ (1850–1931). 1901 წელს ის გახდა ლონდონის პოლიციის უფროსი და დაიწყო დაქტილოსკოპიის გამოყენება.

დაქტილოსკოპიის უპირატესობის დემონტრირებისათვის მოყვანილია ორი ფოტოსურათი (სურ. 3.9.3), რომლებზეც გადაღებულია ერთიდაიგივე ადამიანი. წლების განმავლობაში ადამიანი გამელოტდა მოუშვა წვრი, შეიცვალა გარედნობა, მაგრამ თითების ანაბეჭდები კი უცვლელი დარჩა. 1905 წელს ინგლისში გახმაურებული იყო ერთი საქმე – მკვლელობა გამარცვის მიზნით, რომლის დროსაც ბოროტმოქმედმა ფულის ყუთზე დატოვა თითის ანაბეჭდი. ეს იყო პირველი შემთხვევა, როდესაც თითის ანაბეჭდი გამოყენებული იქნა დანაშაულის დასამტკიცებლად.

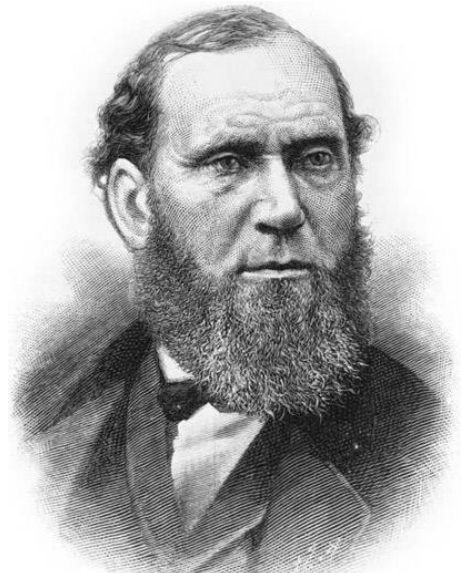
კრიმინალისტიკაში თვალსაჩინო ადგილი უჭირავს ალან პინკერტონს (1819–1884). მან დააარსა კერძო დეტექტიური სააგენტო, რომელიც სპეციალიზირებული იყო რკინიგზაზე ძარცვაზე. მისმა სააგენტომ მალე მოიხვეჭა სახელი. სააგენტოს ყველაზე დიდი წარმატება იყო ის, რომ მან 1861 წელს ბალტიმორში პრეზიდენტ ლინკოლნზე თავდასხმის თავიდან აცილება მოახერხა. მის წარმატებულ საქმეებს მიეკუთვნება ასევე სარკინიგზო კომპანია Adams Express-ში 700 000 დოლარის ქურდობის ორგანიზატორების დაპატიმრება. სააგენტომ პრაქტიკაში შემოიღო ბოროტმოქმედთა ფოტოების და მათი სიტყვიერი აღწერის გამოყენება. ეს პორტრეტები ვრცელდებოდა ამერიკის ქალაქებში, აკრავდნენ ხალხმრავალ ადგილებში ძებნაში დახმარებისათვის დაჯილდოებას პირდებოდნენ. პინკერტონის შვილებმა დაიწყეს უკვე ბოროტმოქმედების კლასიფიცირება დანაშაულების ხასიათის მიხედვით.

XX საუკუნე იყო გამოგონებების საუკუნე. მნიშვნელოვანი წარმატებები იქნა მიღწეული კავშირგაბმულობის სფეროში, ფოტოგრაფირებაში და ვიდეოგადაღებაში. გამოგონებული იქნა კომპიუტერი და ინტერნეტი. ყოველივე ამან ძალიან შეუწყო ხელი პიროვნების იდენტიფიცირების განვითარებას. შეიქმნა მონაცემთა ბაზები, რომელთა გამოყენებითაც გაცილებით უფრო სწრაფად გახდა შესაძლებელი იჭვმიტანილ პირთა პიროვნების დადგენა. მონაცემთა ბაზებში ინახება აგრეთვე თითების ანაბეჭდებიც და მათი შედარება გაციკებით უფრო სწრაფად ხდება.

გამოჩნდა პიროვნების იდენტიფიცირების ახალი ბიოლოგიური მეთოდები და საშუალებები, მაგალითად



სურ. 3.9.3



სურ. 3.9.4. ა. პინკერტონი (1819–1884)



ნახ. 3.9.5. თითის ანაბეჭდების სკანერი



დნკ ანალიზი, რომელსაც საკმაოდ დიდი დრო სჭირდება და არ განეკუთვნება ამოცნობის ოპერატიულ საშუალებებს.

უკანასკნელ ხანს შეიქმნა თითის ანაბეჭდების სწრაფქმედი სკანერები (ნახ. 3.9.5). ისინი განკუთვნილია თითის ანაბეჭდის სკანირებისათვის და შემდეგ მონაცემთა ბაზაში შეტანისათვის. ეს სკანერი აღჭურვილია მგრძობიარე ელემენტით. ამ სკანერში გათვალისწინებულია ფანჯარა ზომებით 21x21 მმ, რომელზეც უნდა მოხდეს თითის დაჭერა. ამ დროს ხდება თითის ანაბეჭდის ნახატის პაპილარული ასახვის სკანირება, რის შემდეგაც ხდება ორობით კოდში ჩაწერილი მათემატიკური მოდელის ფორმირება. ის ჩაიწერება მონაცემთა ბაზაში. ამის შემდეგ ადამიანი მიაჭერს თითს სკანერის ფანჯარას, ხდება სკანირება, მიიღება თითის ანაბეჭდის ორობითი ასახვა, რომელიც შეედარება მონაცემთა ბაზაში შენახულ მოდელს და 2 წამის განმავლობაში სისტემა განსაზღვრავს გაატაროს თუ არა მოცემული ადამიანი დაცულ ობიექტზე. გამოსხულება მიიღება შებრინებული სახით. ასეთი სკანერების უპირატესობას წარმოადგენს ის, რომ არაა საჭირო თითების საღებავით ან მელნით დაფარვა და ანაბეჭდების მიღება.

ფირმა პანასონიკმა 2007 წელს დაამუშავა სისტემა, რომელიც უზრუნველყოფს სწრაფ უკონტაქტო დაშვების კონტროლს იდენტიფიკაციის ბიომეტრიული ტექნოლოგიების გამოყენებით, კერძოდ თვალის გუგის საშუალებით. ადამიანმა თვალები უნდა გაუსწოროს აპარატზე მოთავსებულ პატარა სარკეებს და ამის შემდეგ იდენტიფიკაციის დრო არის 0,3 წამი. თავისი შესაძლებლობებით ეს სისტემა იდეალურია აეროპორტებში მგზავრების იდენტიფიცირებისათვის ან საწარმო ობიექტებზე თანამშრომლების დაშვების კონტროლისათვის.

ამავდროულად შეიქმნა სხვადასხვა ტექნიკური საშუალება დოკუმენტების ან ფულის ნიშნების გასაყალბებლად. გაყალბების ხარისხი საკმაოდ მაღალია და ართულებს კანონდამცველი ორგანოების მუშაობას.

2001 წლის 11 სექტემბერს აშშ-ში მოხდა საშინელი ტერაქტი. ტერორისტების ჯგუფმა ხელში ჩაიგდო სამი ავიოლაინერი მგზავრებით და ამ თვითმფრინავებით დაანგრია ნიუ-იორკში მდებარე მსოფლიო სავაჭრო ორგანიზაციის ორი ცათამბრჯენი და ვაშინგტონში პენტაგონის შენობის ნაწილი. ტერაქტების შედეგად დაიღუპა 3000-ზე მეტი ადამიანი. ამ ტერაქტების ყველა ორგანიზატორი დღესაც არ არის დაჭერილი.

ტერაქტების აღკვეთას ძალიან ართულებს ის, რომ ტერაქტებისათვის იყენებენ თვითმკვლელ ტერორისტებს – შაჰიდებს, რომლებიც თავს იფეთქებენ ხალხმრავალ ადგილებში. მათი რწმენით ისინი მაშინვე სამოთხეში მოხვდებიან.

დღეს განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება პიროვნების ოპერატიულად ამოცნობის ავტომატიზირებულ სისტემებს. ასეთი სისტემებისათვის გადამწყვეტი მარჯვენებელია ამოცნობის დრო. მათი საშუალებით უნდა მოხდეს პიროვნების ამოცნობა ხალხის ნაკადებში, მეტროს ესკალატორებზე, აეროპორტებში და სხვა ხალხმრავალ ადგილებში. მათი საშუალებით ასევე უნდა მოხდეს იარაღისა და ასავეთქებელი ნივთიერებების აღმოჩენა.

ასეთი სისტემის მაგალითს წარმოადგენს „Face-ინტელექტი“. მისი საშუალებით ხდება ვიდეოკამერის ხედვის არეში მოხვედრილი ადამიანების სახეების სკანირება, სახეების ანალიზი და მონაცემთა ბაზაში შენახულ ამოსაცნობ სახეებთან შედარება. ასეთ სისტემებში გამოიყენება გამოსახულებების იდენტიფიკაციისა და შედარების ალგორითმები და პიროვნების იდენტიფიცირების ალბათობა შეადგენს 95,6%-ს.

2010 წლიდან საქართველოში დაიწყო ბიომეტრიული პასპორტების გაცემა. ჩვეულებრივი პასპორტისაგან გარეგნულად ის თითქმის არ განსხვავდება. მასში გამოყენებულია განსხვავ-



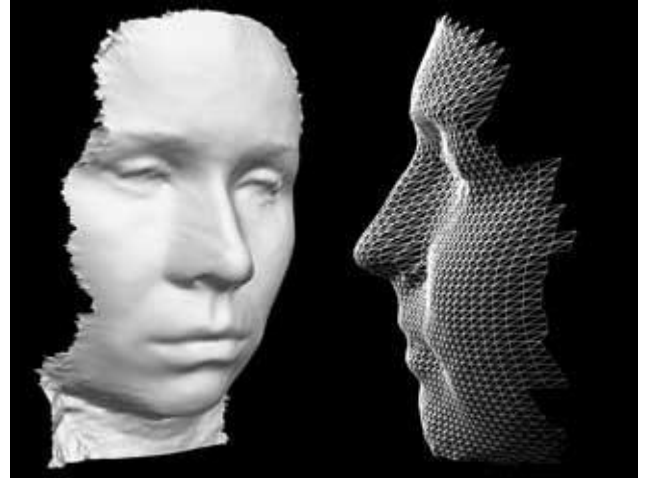
ნახ. 3.9.6. თვალის გუგის სკანერი



ვებული ფოტოსურათი, ის ფერადია და ლამინირებული და რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ფოტოსურათი ციფრულია და სამგანზომილებიანია. ასეთი დოკუმენტის გაყალბება საკმაოდ რთული იქნება.

სამგანზომილებიანი ფოტოსურათი თანამედროვე ბიომეტრული ტექნოლოგიაა. ის იკავებს 5Kზაიტ მეხსიერებას და შეიძლება ჩაწერილი იქნას ყასპორტში. ასეთი ჩანაწერი ზრდის პიროვნების იდენტიფიკაციის სანდოობას და ამცირებს იდენტიფიცირების დროს. ექსპერტები აღნიშნავენ, რომ სამგანზომილებიანი ფოტოსურათიდან პიროვნების იდენტიფიცირების სანდოობა წარმოადგენს 90%. ეს მაჩვენებელი ჩვეულებრივი ორგანზომილებიანი ფოტოსურათისათვის იშვიათად აღემატება 50%-ს.

სამგანზომილებიანი ფოტოსურათის დანიშნულებას წარმოადგენს სურათების სერიიდან აღადგინოს ზედაპირი. ამისათვის ციფრული ფოტოაპარატიდან კომპიუტერის დისკზე ჩაიწერება ერთიდაიგივე პირის რამდენიმე ფოტოსურათი. ფოტოსურათები შავ-თეთრია, ანუ გადმოცემულის რუხი ფერის 256 გრადაციით.



ნახ. 3.9.7. სამგანზომილებიანი სურათი და სახის მოდელი

შექმნილია მათემატიკური უზრუნველყოფა, რომელიც ფოტოსურათების დამუშავების შედეგად იძლევა ზედაპირის ციფრულ აღწერას. ასეთი დამუშავების შედეგია სტერეოეფექტის მიღება, ანუ ორი ფოტოსურათის საშუალებით მანძილის განსაზღვრა.

. პროფესორმა შ. პეგელმა (ისრაელი) დაამუშავა სტერეოსკოპულ ხედვაზე დამყარებული ტექნოლოგია. ადამიანის თვალები სახვადსხვანაირად აღიქვამენ ორგანზომილებიან სახეებს და შემდეგ თავის ტვინში ხდება მათ საფუძველზე სამგანზომილებიანი გამოსახულების შექმნა. შ. პეგელმა კოლეგებთან ერთად შექმნა პროგრამული უზრუნველყოფაც, რომელიც ადამიანის ტვინის მსგავსად აერთიანებს ციფრული ფოტოაპარატით ან კამერით მიღებულ კადრებს .

თანამედროვე ბიომეტრიული პასპორტის მთავარი ღირსებაა მასში ჩამონტაჟებული ჩიპი, რომელშიც ჩაწერილია ამ პიროვნების დამახასიათებელი ინფორმაცია – სამგანზომილებიანი გამოსახულება და თითების ანაბეჭდები. ჩიპში ასევე შეიძლება ჩაწერილი იქნას თვალის გუგების ან ხმის ციფრული აღწერაც. მომავალში ჩიპებში შეიძლება საზღვარგარეთული ქვეყნების ვიზების ჩაწერაც. პასპორტი გარეგნულად უცვლელი დარჩება, ცვლილებები მოხდება მხოლოდ მასში ჩანერგილი ჩიპის მონაცემებში. ჩიპები სპეციალური ტექნოლოგიითაა ჩანერგილი პასპორტის ფურცელში და მათი აღმოჩენა საკმაოდ რთულია.

### 3.10. გამოსახულების ასახვის თანამედროვე სისტემები.

არსებობს გამოსახულების ასახვის ტრადიციული სისტემები. მათ რიცხვს მიეკუთვნება კინოპროექტორები, დიაპროექტორები, ტელევიზორები, კომპიუტერის მონიტორები. უკანასკნელ ხანებში ასახვის ტრადიციულ სახეობებს დაემატა კიდევ ასახვის თანამედროვე საშუალებები, როგორებიცაა მულტიმედიური პროექტორები, LCD-მონიტორები, პლაზმური მონიტორები,



ნახ. 3.10.1. მულტიმედიური პროექტორი

კედლის მონიტორები, ინტერაქტიული დაფები, პლანშეტები, სასწავლო კომპლექსები და მართვის ინტეგრირებული სისტემები. შეიქმნა ასახვის სისტემების გამოფენებისათვის, საკონფერენციო დარბაზებისათვის, სკოლებისათვის, სტადიონებისათვის და ა.შ.

### 3.10.1. მულტიმედიური პროექტორები

მულტიმედიური პროექტორი განკუთვნილია კომპიუტერიდან, ფიდუო კამერიდან, DVD-დისკებიდან მიღებული ინფორმაციის დიდ ეკრანზე გაშვებისათვის. თანამედროვე მულტიმედიურ პროექტორებში გამოიყენება გამოსახულების ფორმირების რამდენიმე ტექნოლოგია. მათი მოქმედების ზოგადი პრინციპი მოგვაგონებს კინო- ან სლაიდ-პროექტორს, მხოლოდ ფირის მაგივრად გამოყენებულია გამჭვირვალე თხევადკრისტალიანი პანელი, რომელზეც ციფრული ტექნიკის საშუალებით იქმნება გამოსახულება. ნათურით ხდება პანელის დაშუქება. სინათლე გაივლის გამჭვირვალე პანელში, ობიექტივში და და ეკრანზე მიიღება ნრავალჯერ გადიდებული გამოსახულება. LCD-პროექტორში სინათლე აირეკლება სპეციალური ჩიპის 15x11 მმ ზომის მქონე ზედაპირიდან, რომელზეც მოთავსებულია 800 000-მდე მიკროსარკვე. მათი საშუალებით ხდება გამოსახულების ფორმირება, გაივლის ისევ ობიექტივში და ეკრანზე მიიღება გადიდებული გამოსახულება.

LCD-პროექტორებში ფერადი გამოსახულების მისაღებად სამი პანელი – წითელი, მქვანე და ლურჯი ფერების მისაღებად. ფერების მისაღებად სამი მიკროსარკული ზედაპირი კი გამოიყენება მაღალხარისხიან პროფესიონალურ მულტიმედია-პროექტორებში.

LCD-პანელის კონსტრუქციის, ხარისხის, სიმძლავრის და ნათურის ტიპის მიხედვით მულტიმედიურ პროექტორებს შეუძლიათ სინათლის სხვადასხვა ნაკადის შექმნა და შესაბამისად ეკრანზე მიიღება სხვადასხვა სიკაშკაშისა და სიმკვეთრის გამოსახულება.

მულტიმედიური პროექტორების ზოგიერთი მოდელი აღჭურვილია ჩამონტაჟებული დინამიკებით ვიდეოფილმის ხმოვანი ბილიკის გასახმოვანებლად. პრეზენტაციის ჩატარების დროს ძალიან მოსახერხებელი იქნება ხმის პულტის საშუალებით რეგულირება. ეს ყველაფერი კარგია, მაგრამ უნდა გავითვალისწინოთ, რომ დიდი აუდიტორიის წინაშე პრეზენტაციისათვის პროექტორის დინამიკები საკმარის ხარისხს ვერ უზრუნველყოფენ და საჭირო იქნება სპეციალური აკუსტიკური სისტემის გამოყენება.

### 3.10.2. თხევადკრისტალიანი LCD-მონიტორები

32, 42, 65, 105 გიუმინი და მეტი ზომის ფართოფორმატიანი თხევადკრისტალიანი LCD-მონიტორები შეიქმნა სპეციალურად საზოგადოების თავშეყრის ადგილებში გამოსაყენებლად. მაგალითად, აეროპორტებში და რკინიგზის სადგურებში საცნობარო სისტემებისათვის, რეკლამებისათვის სუპერმარკეტებსა და სავაჭრო ცენტრებში, საკონფერენციო დარბაზებისათვის და ა.შ. ხედვის დიდი კუთხე, კადრების ცვლის მაღალი სიხშირე, მიღებული გამოსახულების მაღალი ხარისხი იძლევა მათი გამოყენების საშუალებას კარგად განათებულ შენობებშიც.



ნახ. 3.10.2. თხევადკრისტალიანი მონიტორი

### 3.10.3. პლაზმური მონიტორები

პლაზმური მონიტორის ეკრანი შეიძლება გაცილებით უფრო დიდი იყოს ჩვეულებრივი მონიტორის ეკრანთან შედარებით და თანაც არავითარი მანევი გამოსხივება მას არ ახასიათებს. ზომების გარდა პლაზმური მონიტორების უპირატესობებს განეკუთვნება ასევე ჩვეულებრივ მონიტორებთან შედარებით გამოსახულების მაღალი კონტრასტულობა და ხედვის ფართე კუთხე – 160°. პლაზმურ მონიტორებს ასევე არ ახასიათებთ გამოსახულების ციმციმი.



ნახ. 3.10.3. პლაზმური მონიტორი

ყოველივე ამ ღირსებების გათვალისწინებით ფართოა მათი გამოყენების სფეროები. მაგალითად ისინი გამოიყენება საინფორმაციო ტაბლოების სახით აეროპორტებში, საგამოფენო დარბაზებში და ხალხის თავშეყრის სხვადასხვა ადგილებში. პლაზმური მონიტორების უმეტესობაჰე გვერდების შეფარდებაა 16:9, რაც იძლევა მათი საოჯახო კინოთეატრების სახით გამოყენების საშუალებას.

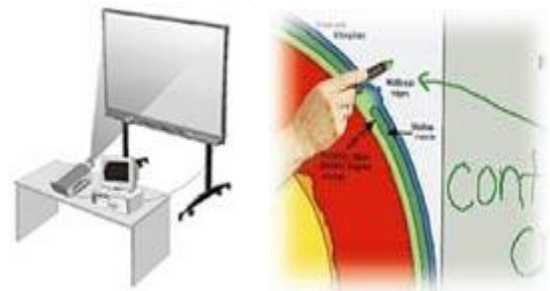
პლაზმური მონიტორის ეკრანი შედგება ცალკეული პიქსელებისაგან, რომელთაგანაც თითოეულს გააჩნია სამი უჯრედი – სამი ძირითადი ფერის (წითელი, მწვანე, ლურჯი) მისაღებად. თითოეული უჯრედი წარმოადგენს მართკუთხედის ფორმის მქონე შუშის ჰერმეტიულ სათავსს, რომელიც შევსებულია პლაზმურ მდგომარეობაში მყოფი გაზით. შუშის უჯრედის შიდა ზედაპირი დადაფარულია ფერადი ფოსფორით. ეს ფოსფორი იგივეა, რაც გამოიყენებოდა ელექტრონულ-სხივრ მილაკიან მონიტორებში და ტელევიზორებში. ყოველ უჯრედში გადის განმუხტვის ელექტრული დენი. დენის ძალა რაც მეტია, მით უფრო მკვეთრად ანათებს უჯრედი. ყოველ უჯრედში დენის ძალა ინდივიდუალურად რეგულირდება პლაზმური მონიტორის ციფრული სისტემით. ყოველი უჯრედის საშუალებით შესაძლებელია თითოეული ფერის 16 მილიონამდე გარდამავალი ფერის მიღება, რის შედეგადაც ეკრანზე მიიღება ძალიან მაღალი ხარისრის რეალისტური გამოსახულება.

პლაზმური მონიტორის ეკრანი აბსოლუტურად ბრტყელია, რის შედეგადაც მასზე გამორიცხულია გამოსახულების დამახინჯება, გამოსახულების არათანაბარი განაწილება ეკრანზე.

### 3.10.4. ინტერაქტიული დაფები

ინტერაქტიული დაფა არის მოწყობილობა, რომელიც ერთმანეთში აერთიანებს ორ მოწყობილობას ინფორმაციის ასახვის ეკრანსა და ჩვეულებრივ დაფას.

ინტერაქტიული დაფით სარგებლობისათვის არაა საჭირო სპეციალური მომზადება. მუშაობის დაწყებამდე საჭიროს ინტერაქტიული დაფის კომპიუტერთან და პროექტორთან მიერთება. მასზე როგორც ეკრანზე ხდება კომპიუტერიდან მიღებული გამოსახულების პროექცირება. მეორეს მხრივ დაფის ზედაპირს ვიყენებთ კომპიუტერის მართვისთვის. დაფაზე თითის შეხებით შეგვიძლია იგივე მოქმედებების შესრულება, რასაც მაუსის საშუალებით ვაკეთებთ. გარდა ამისა ამ დაფაზე შესაძლებელია სლაიდების ჩვენება, წერა, სქემების ხაზვა ყოველგვარი ცარცისა ან ფლომასტერის გარეშე. დაფის შევსების შემდეგ, შესაძლებელია დაფის გადაფურცვლა, შესაძლებელია ნებისმიერ ფურცელზე დაბრუნება. ლექციის შემდეგ კი დაფაზე ასახული ფაილები ინახება კომპიუტერული ფაილების სახით და შესაძლებელია მათი შენახ-



ნახ. 3.10.4. ინტერაქტიული დაფა



ვა, რედაქტირება, ამობეჭდვა და ელექტრონული ფოსტის საშუალებით სტუდენტებისათვის გადაგზავნა.

ინტერატიულ დაფაზე წერა ხდება სპეციალური ელექტრონული ფანქრის საშუალებით, შესაძლებელია დაწერა თითითაც. მომხსენებელს შეუძლია იმუშაოს დაფაზე გამოტანილ გამოსახულებასთან, სპეციალური ფანქრის საშუალებით მონიშნოს მნიშვნელოვანი ადგილები, გაუკეთოს მინაწერები ად.ა.შ.

დაფის სენსორული მოწყობილობები აღიქვამს თითის შეხებას და გარდაქმნის მას შესაბამის ელექტრულ სიგნალებად, რომლებიც ასახავენ დაფაზე თითის გადაადგილებას. დაფაზე შესაძლებელია ხაზებისათვის ფერების შეცვლა და გააჩნია საშლელიც.

### 3.10.5. საპროექციო ეკრანები

საპროექციო ეკრანის ზომა დამოკიდებულია ოთახის ზომებზე, მაყურებელთა რაოდენობაზე, საპროექციო მოწყობილობის სიმძლავრეზე და ოთახის განათებულობაზე. საპროექციო ეკრანის არჩევის დროს საჭიროა რამდენიმე პირობის დაცვა. ეკრანიდან მაყურებელთა პირველი რიგი დაშორებული უნდა იყოს ეკრანის სიგანის ორმაგი მანძილით, ხოლო უკანასკნელი რიგი კი არაუმეტეს ეკრანის დიაგონალის 6-მაგი მანძილისა. ყველა მაყურებელი უნდა ხედავდეს ეკრანის მთელ ფართს.

კომპიუტერული გამოსახულებების პროექტირებისათვის რეკომენდირებულია ეკრანის ზომების შეფარდება 4:3. უკანასკნელ პერიოდში ვიდეო და კომპიუტერული გამოსახულებებისათვის ხშირად გამოიყენება ეკრანები ზომები შეფარდებით 16:9.



ნახ. 3.10.5. საპროექციო ეკრანი

### 3.10.6. სიტუაციური ცენტრები

უკანასკნელ პერიოდში საინფორმაციო ტექნოლოგიების სწრაფმა განვითარებამ გამოიწვია ინფორმაციის დიდი ნაკადების, საკომუნიკაციო, აუდიო-ვიდეო მონაცემების ნაკადების წარმოქმნა, რომლებიც აღქმული სტრუქტურისა და გაანალიზირებული უნდა იქნას გამართლებული მმართველი გადაწყვეტილებების მისაღებად. ინფორმაციული ტექნოლოგიების განვითარების ტემპის ზრდასთან ერთად მცირდება მმართველი გადაწყვეტილებების მიღების დრო, მითუმეტეს კრიზისულ სიტუაციებში გადაწყვეტილებების მიღების დრო. იმისათვის, რომ დროის მინიმალური დანაკარგებით მიღებული იქნას ოპტიმალური გადაწყვეტილებები იქმნება ისეთი ინსტრუმენტი, როგორცაა სიტუაციური ცენტრი ანუ სიტუაციური ოთახი. სიტუაციური ცენტრი ასევე იძლევა მოვლენების განვითარების ვარიანტების მოდელირების საშუალებას, ამა თუ იმ მოქმედებების შედეგების წინასწარ გათვალისწინების საშუალებას კრიზისული სიტუაციების დადგომამდე. ასეთი სიტუაციური ცენტრები დღეს არსებობს სხვადასხვა უწყებებში. მათ ასევე აქტიურად იყენებენ ნავთობისა და გაზის კომპანიები.

**სიტუაციური ცენტრების ძირითადი ამოცანები:**

- მიღებული ინფორმაციის საფუძველზე მართვის ობიექტის მდგომარეობის პროგნოზირების მონიტორინგი;
- მმართველი ზემოქმედების შედეგების მოდელირება ინფორმაციულ-ანალიტიკური სისტემის საფუძველზე;
- ოპტიმალური გადაწყვეტილებების საექსპერტო შეფასებები და მათი ოპტიმიზირება;
- კრიზისული სიტუაციის მართვა.



### სიტუაციური ცენტრების ტექნიკური აღჭურვა:

სიტუაციური ცენტრების წინაშე დასმული ამოცანების გადასწყვეტად საჭიროა შემომავალი ინფორმაციის დიდი მოცულობისა და მათი მაღალი გამტარუნარიანობის უზრუნველყოფა. ეს აუცილებელს ხდის გამოყენებული იქნას მონაცემების მიღების თანამედროვე საშუალებები, რომელთა საშუალებითაც უზრუნველყოფილია მონაცემების მიღების და მათი დამუშავების მაღალი სიჩქარე.

### 3.10.7. კოლექტიური სარგებლობის ეკრანი

სიტუაციური ცენტრის ტექნიკური აღჭურვის მათავრ ელემენტს წარმოადგენს კოლექტიური მოხმარების ეკრანი, რომელიც სიტუაციურ ცენტრში მომუშავე პერსონებისათვის იძლევა ურთიერთობის ერთიანი ენის შექმნის საშუალებას. ეკრანი შეიძლება იყოს ვიდეო-კედელი ან საპროექციო დანადგარი.



ნახ. 3.10. 6. კოლექტიური სარგებლობის ეკრანი

ვიდეო კედლები, ანუ სხვადასხვა სახეობის მონაცემების მულტიეკრანული ასახვის საშუალებები (ელექტრონული რუკები, ვიდეო-გამოსახულებები, გრაფიკები და დიაგრამები, ელექტრონული სახისტექსტური დოკუმენტები), რომლებიც განკუთვნილია კოლექტიური მოხმარებისათვის, მოდულური კონსტრუქციის წყალობით შეიძლება კონფიგურირებული იქნას კონკრეტული შენობებისა და ოთახების შესაბამისად.

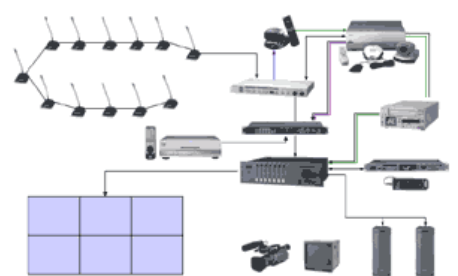
ვიდეო-კედლების ძირითად ღირებვას წარმოადგენს მაღალი გარჩევისუნარიანობა და შესაბამისად დიდი ინფორმაციული ტევადობა, რის შედეგადაც შესაძლებელია ერთ ეკრანზე სხვადასხვა გამოსახულების შემცველი ბევრი „ფანჯრის“ წარმოდგენა.



ნახ. 3.10.7. ვიდეო-კონფერენციის მაღალხარისხოვანი სისტემა

### 3.10.8. ვიდეო-საკონფერენციო კავშირის საშუალებები

დამუშავებულია აგრეთვე სისტემა ვიდეო-საკონფერენციო კავშირის გასახორციელებლად, რომლის დროსაც ერთდროულად ხდება ვიდეო გამოსახულებებისა და ხმის გადაცემა სატელეკომუნიკაციო ქსელების საშუალებით. ამისათვის ხდება ერთმანეთთან დაკავშირებული ტერმინალების როგორც ცალკეული ავტონომიური მოწყობილობების, ასევე კონფერენციის მონაწილე სხვადასხვა კომპიუტერების დაკავშირების სხვადასხვა კონფიგურაციების გამოყენება. ხშირად ცოცხალი დიალოგი გაცილებით უფრო მრავლისმეტყველია, ვიდრე დიდი მოცულობის ტექსტური და ვიდეო ინფორმაციის შემცველი ფაილების გადაგზავნა. ნებისმიერი ვიდეო-საკონფერენციო ტერმინალის შემადგენლობაში შედის ვიდეოკამერა, მიკროფონი, ვიდეო-გამოსახულების ასახვის კოდეკი და დინამიკები.



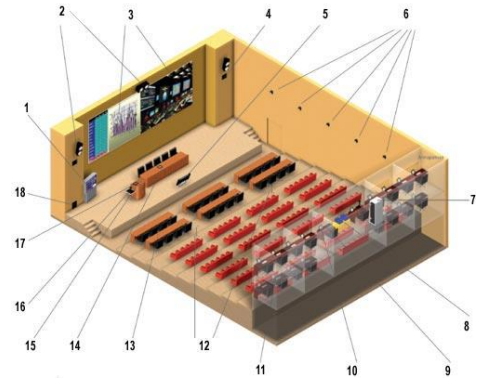
ნახ. 3.10.8. სიტუაციური ცენტრების ხმოვანი მოწყობილობები

სიტუაციურ ცენტრებში მიკროფონი წარმოადგენს აუცილებელ ატრიბუტს. მისი გამოყენება აუცილებელია არა მარტო იმისათვის, რომ კონფერენციის მონაწილეებმა გაიგონონ ერთმანეთის ხმა უშუალოდ სიტუაციურ ცენტრში, არამედ იმისათვისაც, რომ მონაწილეობა

მიიღონ კავშირის სეანსებში სხვა ცენტრებთან და ოფისებთან. ჩვეულებრივი მიკროფონები ამ საქმისათვის არაა მაინცდამაინც კარგად გამოსადეგი. გამართლებულ გადაწყვერილებას წარმოადგენს ე.წ. საკონფერენციო სისტემების, ანუ მიკროფონული პულტების გამოყენება. ასეთი პულტები იყოფა ორ ნაწილად: ხელმძღვანელის (წამყვანის) და რიგითი მონაწილეების პულტებად.

### 3.10.9. საკონფერენციო დარბაზები

თანამედროვე საკონფერენციო დარბაზის მოწყობის ან გადაწყობის დროს ისმება მრავალ-ფუნქციონალური კომპლექსის მოწყობის ამოცანა, რომელიც ერთმანეთში აერთიანებს პრეზენტაციების, კონფერენციების, თათბირების და გასართობი ღონისძიებების წარმოდგენის ფუნქციებს. უკანასკნელ ხანებში ამ ფუნქციებს დაემატა კიდევ ვიდეო და კინოფილმების ჩვენების ფუნქცია თანამედროვე ხმოვანი უზრუნველყოფის ფორმატების მხარდაჭერითაც. ყველაფერი ამის გათვალისწინებით, ამგვარი სისტემები თავის შემადგენლობაში აერთიანებს შემდეგ სისტემებს:



ნახ. 3.10. 9. საკონფერენციო დარბაზი

1. ვიზუალური ინფორმაციის ასახვის სისტემა;
2. გახმოვანების სისტემა;
3. ვიდეო-მოწყობილობები (საჭიროების შემთხვევაში);
4. ქსელური მოწყობილობები (საჭიროების შემთხვევაში);
5. საკომუნიკაციო მოწყობილობები;
6. დამხმარე საშუალებები.

განმარტებები ნახ. 3.10. 9–სათვის:

1. ინტერაქტიული დაფა (მისი გამოსახულებები და მოქმედებები შეიძლება დუბლირებული იქნას დიდ ეკრანზე);
2. ფრონტალური ხმამაღლამოლაპარაკეები;
3. ეკრანი ელექტროამძრავით;
4. სინქრონული გადათარგმნის სისტემის ინფრაწითელი გამომსხივებლები;
5. პლაზმური მონიტორები პრეზიდუმიისათვის;
6. ხმამაღლამოლაპარაკეები ხმისათვის;
7. რეკ-კორპუსი წოწყობილობებისათვის;
8. ნულტიმრდია-პროექტორი;
9. მთავარი მიკშერული პულტი;
10. კომპლექსის მართვის სისტემის სენსორული ეკრანი;
11. მთარგმნელის პულტი;
12. რადიომიკროფონები;
13. დელეგატის მიკროფონული პულტი;
14. ხელმძღვანელის მიკროფონული პულტი;
15. მომხსენებლების მიკროფონები;
16. დოკუმენტ-კამერა, დოკუმენტების დიდი ფორმატით წარმოდგენისათვის;
17. მომხსენებლის კომპიუტერის მიერთებისათვის საჭირო ინტერფეისი;
18. სიმძლავრის გამაძლიერებლები.

### ძირითადილიტერატურა:

1. ინფორმატიკის ისტორიის მოკლე კუსი. ლექციების კონსპექტი. თბილისი. 2016 წ.
2. Шилов В. Удивительная история информатики и автоматике. Изд. ЭНАС. Москва, 2011.  
[http://bookz.ru/authors/valerii-6ilov/udivitel\\_246.html](http://bookz.ru/authors/valerii-6ilov/udivitel_246.html)

### დამხმარელიტერატურა:

1. <http://www.intuit.ru>. История информационных технологий;
2. [https://www.google.ge/?gws\\_rd=ssl](https://www.google.ge/?gws_rd=ssl);
3. Морозов Ю.М. История и методология Вычислительной техники. Учебное пособие. Санкт-Петербург. 2015.  
<http://www.twirpx.com/file/1314711/>