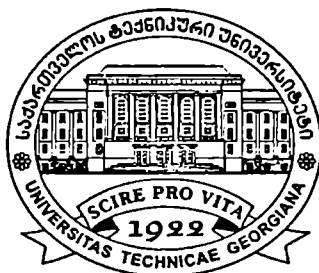


საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტი

ა. ბენაშვილი

კომპიუტერის პერიფერიული
მოწყობილობები

II ნაწილი



რეგისტრირებულია სტუ-ს
სარედაქციო-საგამომცემლო
საბჭოს მიერ

თბილისი
2009

ნაშრომში წარმოდგენილია პერიფერიული მოწყობილობების სტანდარტები, მახასიათებლები, მუშაობის პრინციპები. კომპიუტერთან შეერთების საკითხები. განხილულია თანამედროვე ტენდენციები პერიფერიული მოწყობილობების განვითარების სფეროში.

სახელმძღვანელო გათვალისწინებულია საქართველოს ტექნიკური უნივერსიტეტის ინფორმატიკისა და მართვის სისტემების ფაკულტეტის 2201 „კომპიუტერული სისტემები და ქსელები“ სპეციალობის სტუდენტებისთვის და მაგისტრებისთვის.

რეკვენზენტი ასოც. პროფესორი: ლ. იმნაიშვილი

© საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, 2009

ISBN 978-99940-952-9-2 (ყველა ნაწილი)

ISBN 978-9941-14-543-8 (მეორე ნაწილი)

<http://www.gtu.ge/publishinghouse/>



ყველა უფლება დაცულია. ამ წიგნის არც ერთი ნაწილი (იქნება ეს ტექსტი, ფოტო, ილუსტრაცია თუ სხვა) არანაირი ფორმით და საშუალებით (იქნება ეს ელექტრონული თუ მექანიკური), არ შეიძლება გამოყენებულ იქნას გამომცემლის წერილობითი ნებართვის გარეშე.

საავტორო უფლებების დარღვევა ისჯება კანონით.

შინაარსი

	შესავალი	5
თავი 1	ვიდეოკონტროლერები და მონიტორები	7
1.1.	ვიდეოკონტროლერები და ვიდეორეჟიმები	8
1.2.	ვიდეონიტერფეისები	14
1.3.	მონიტორები ელექტრონულ-სხივური მილაკით	23
1.4.	თხევადკრისტალური მონიტორები	28
თავი 2	მონაცემების მახინჯური შენახვის მოწყობილობები	36
2.1.	მუშაობის პრინციპი	36
2.2.	წაკითხვა/ჩაწერის თავაკების კონსტრუქცია	40
2.3.	მონაცემების კოდირების საშუალებები	50
თავი 3	დრეკადი დისკური მოწყობილობები	56
3.1	დრეკადი დისკური მოწყობილობების კონსტრუქცია	56
3.2.	დისკის ლოგიკური სტრუქტურა	61
3.3.	დისკური მოწყობილობების სტანდარტები	64
3.4.	დრეკადი დისკური მოწყობილობის ჩართვა	69
თავი 4	ვინჩესტერი	75
4.1.	ვინჩესტერის მუშაობის პრინციპი და მახასიათებლები	75
4.2.	ვინჩესტერის კონსტრუქცია	86
4.3.	ვინჩესტერების სტანდარტები. კონფიგურირება	107
4.4.	ვინჩესტერის ლოგიკური სტრუქტურა	112
4.5.	ვინჩესტერის ჩართვა	125
4.6.	<i>RAID</i> -მასივები	131

თავი 5	მონაცემთა ოპტიკური შენახვის საშუალებები	141
5.1.	<i>CD-ROM</i> დისკური მოწყობილობების კონსტრუქცია და დისკების დამზადების ტექნოლოგია	142
5.2.	კომპაქტ-დისკების ლოგიკური სტრუქტურა . . .	147
5.3.	<i>CD-ROM</i> დისკური მოწყობილობების მახასიათებლები	157
5.4.	კომპაქტ-დისკების ფორმატები	161
5.5.	კომპაქტ-დისკების ფაილური სისტემები	173
5.6.	<i>CD-R</i> და <i>CD-RW</i> ტექნოლოგიები კომპაქტ-დისკებზე ჩაწერა	178
5.7.	<i>DVD</i> -დისკები	187
	ლიტერატურა	192

შესავალი

კომპიუტერის მოწყობილობებს, რომლებიც განკუთვნილია გარე სამყაროდან ინფორმაციის მისაღებად და გარე სამყაროსათვის ინფორმაციის მისაწოდებლად, პერიფერიული მოწყობილობები ეწოდება. ეს ტერმინი ჯერ კიდევ 60-იან წლებში დამკვიდრდა, როდესაც გამომთვლელი მანქანის იმ დროს ყველაზე ძვირადღირებული ცენტრალური ნაწილი განთავსებული იყო ცალკე დგარში, რომელთანაც კაბელების საშუალებით სხვადასხვა პერიფერიული მოწყობილობები ერთდებოდა. ამჟამად რიგი პერიფერიული მოწყობილობებისა (მაგ. დისკური მოწყობილობები) კომპიუტერის ცენტრალურ ნაწილთან ერთად ერთ კორპუსში თავსდება.

გამოთვლითი ტექნიკის განვითარებასთან ერთად გამოჩნდა ახალი, წინა თაობების ელექტრონულ-გამომთვლელ მანქანებთან (მბმ) შედარებით ბევრად უფრო მძლავრი და მცირე ზომის მბმ-ები, რომელთაც პერსონალური კომპიუტერები ეწოდა.

პერსონალური კომპიუტერის ცენტრალურ ნაწილთან ერთად პერიფერიული მოწყობილობებიც ვითარდება.

პერიფერიული მოწყობილობების დანიშნულებაა კომპიუტერისთვის პროგრამებისა და მონაცემების მიწოდება და კომპიუტერის მუშაობის შედეგების ადამიანისთვის მისაღები ფორმით გამოყვანა, ან სხვა კომპიუტერზე გადაცემა.

კომპიუტერის ცენტრალურ ნაწილთან ერთად პერიფერიული მოწყობილობებიც მნიშვნელოვანწილად განაპირობებენ პერსონალური კომპიუტერის შესაძლებლობებს და გამოყენების სფეროს.

სახელმძღვანელოში განხილულია ვიდეოკონტროლერები და მონიტორები, დრეკადი, ხისტი და ოპტიკური დისკური მოწყობილობები, ინფორმაციის მაგნიტური და ოპტიკური ჩაწერის პრინციპები.

სახელმძღვანელოში წარმოდგენილია პერიფერიული მოწყობილობების როგორც ზოგადი დანიშნულება და მოქმედების პრინციპები, ასევე მათი კონსტრუქცია, სტანდარტები, მახასიათებლები, კონფიგურირებისა და სერვისის საკითხები.

თავი I

ვიდეოკონტროლერები და მონიტორები

მონიტორი ინფორმაციის ვიზუალური გამოსახვის საშუალებას წარმოადგენს. სიგნალები, რომელსაც იღებს მონიტორი (რიცხვები, სიმბოლოები, გრაფიკული ინფორმაცია, სინქრონიზაციის სიგნალები), ვიდეოკონტროლერის მიერ ფორმირდება. ამრიგად, მონიტორი და ვიდეოკონტროლერი ერთგვარ ტანდემს წარმოადგენს, რომელიც ოპტიმალური მუშაობისთვის შესაბამისად უნდა დარეგულირდეს.

მონიტორის ფუნქციონირების ორი რეჟიმი არსებობს: ტექსტური (*AN – alphanumeric*) და გრაფიკული (*APA – all pixels adressable*). მონიტორის მუშაობის რეჟიმს ვიდეოკონტროლერი განსაზღვრავს, რომელიც, თავის მხრივ შესაბამის ინსტრუქციებს იღებს ოპერაციული სისტემიდან და შესაბამისი დრაივერებიდან.

ტექსტურ რეჟიმში ეკრანი პირობითად სტრიქონებად და სვეტებად იყოფა. ამასთან ერთად, ყოველი ცალკეული უჯრედი პიქსელების მატრიცას წარმოადგენს. თავად პიქსელი (*picture element*) მონიტორის ეკრანის რასტრის მინიმალური ასახვადი ელემენტია.

გრაფიკულ რეჟიმში ეკრანის თითოეული პიქსელი ცალ-ცალკე იმართება, რაც ნებისმიერი ფორმის გამოსახულების გამოსახვის საშუალებას იძლევა.

ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ხაზების რაოდენობას, რომლის ასახვის შესაძლებლობაც მონიტორს გააჩნია, ეკრანის გადაწყვეტუნარიანობა (*resolution*) ეწოდება.

რაც უფრო მეტია ეკრანის ჰორიზონტალური და ვერტიკალური ხაზების რაოდენობა, მით მეტი პიქსელი

გააჩნია ეკრანს და უფრო მაღალია მისი გადაწყვეტუნარიანობა. მეტი გადაწყვეტუნარიანობა მონიტორის ეკრანის ფართის ერთულზე მეტი ინფორმაციის ასახვის შესაძლებლობას იძლევა. თუმცა მეტი გადაწყვეტუნარიანობა ყოველთვის არ განაპირობებს გამოსახულების უფრო მაღალ ხარისხს. ეკრანის გამოსახულება ინფორმატიულია მანამდე, სანამ გამოსახულების სიმჭიდროვე და მონიტორის გადაწყვეტუნარიანობა გამოსახულების ცალკეული დეტალების იდენტიფიცირების საშუალებას იძლევა.

1.1. ვიდეოკონტროლერები და ვიდეორეჟიმები

პერსონალური კომპიუტერების განვითარებასთან ერთად ვიდეოსტანდარტებიც ვითარდებოდა. სხვადასხვა ვიდეოსტანდარტებს შორის რეალიზებულია შეთავსებადობის პრინციპი ქვევიდან ზევით, რაც, სხვა ფაქტორებთან ერთად, თანამედროვე კომპიუტერებში ძველი პროგრამების ჩატვირთვის შესაძლებლობასაც იძლევა.

სტანდარტი *MDA*

MDA (Monochrome Display Adapter) პერსონალური კომპიუტერის საწყის მოდელებში გამოიყენებოდა. ლუმიანოფორის ნათების ფერიდან გამომდინარე ფერების შემდეგი კომბინაციები გამოიყენებოდა: მწვანე/შავი, ან თეთრი/შავი. *MDA* სტანდარტი გრაფიკულ რეჟიმს მსარს არ უჭერს და ეკრანზე მხოლოდ ტექსტური ინფორმაციის ასახვის საშუალებას იძლევა. მას ერთადერთი გადაწყვეტუნარიანობა გააჩნია – 80 სტრიქონი/25 სვეტზე. თითოეული სიმბოლოსთვის 9x14 პიქსელზე მატრიცა გამოიყენება.

ამრიგად, მთლიანი გადაწყვეტუნარიანობაა – 720/350 პიქსელზე. *MDA* რეჟიმში მუშაობს ოპერაციული სისტემა *MS-DOS*-ის გარემოს რიგი პროგრამებისა.

სტანდარტი *CGA*

CGA (Color Graphic Adapter) სტანდარტი *MDA* ვიდეოკონტროლერების შემდეგ განვითარებას წარმოადგენს. *CGA* ვიდეოკონტროლერებს გრაფიკული რეჟიმის მხარდაჭერა გააჩნიათ და ეკრანზე ფერად გამოსახულებას გადასცემენ. ტექსტურ რეჟიმში *CGA* ვიდეოკონტროლერი *MDA* ვიდეოსტანდარტში მუშაობს, ხოლო გრაფიკულ რეჟიმში მუშაობის ორი ვარიანტი გააჩნია:

- 640/200 პიქსელი გადაწყვეტუნარიანობა და ორფეროანი გამოსახულება;
- 320/200 პიქსელი გადაწყვეტუნარიანობა და ოთხფეროანი გამოსახულება.

სტანდარტი *EGA*

EGA (Enhanced Graphic Adapter) სტანდარტი გრაფიკული ადაპტერების შემდგომ განვითარებას წარმოადგენს. სტანდარტული 16 ფერი სამი ძირითადი ფერის (წითელი, მწვანე, ლურჯი) შერევით და ინტენსიურობის ცვლილებით მიიღება (ცხრილი 1.1).

ტიპიურ *EGA* ვიდეოკონტროლერს 640/350 პიქსელი გადაწყვეტუნარიანობა გააჩნია. იგი *MDA* და *CGA* რეჟიმებსაც უჭერს მხარს. ვიდეოკონტროლერის მუშაობის რეჟიმს, ოპერაციული სისტემისა და ვიდეოდრაივერის საშუალებით, მიმდინარე პროგრამა განსაზღვრავს.

EGA ვიდეოკონტროლერის სტანდარტული ფერები

ინტენსი- ურობა	წითელი	მწვანე	ლურჯი	ფერი
0	0	0	0	<i>Black</i>
0	0	0	1	<i>Blue</i>
0	0	1	1	<i>Green</i>
0	0	1	0	<i>Cyan</i>
0	1	0	0	<i>Red</i>
0	1	0	1	<i>Magenta</i>
0	1	1	0	<i>Brown</i>
0	1	1	1	<i>Light gray</i>
1	0	0	0	<i>Dark gray</i>
1	0	0	1	<i>Light blue</i>
1	0	1	0	<i>Ligh green</i>
1	0	1	1	<i>Ligh cyan</i>
1	1	0	0	<i>Ligh red, pink</i>
1	1	0	1	<i>Ligh magenta</i>
1	1	1	0	<i>Yellow</i>
1	1	1	1	<i>White (bright)</i>

სტანდარტი VGA

VGA (Video Graphic Array) თანამედროვე ვიდეოსტანდარტების საფუძველს წარმოადგენს. სტანდარტი VGA MDA, CGA და EGA სტანდარტებსაც ითავსებს. სტანდარტული VGA ვიდეოკონტროლერი 640/480 პიქსელი გადაწყვეტუნარიანობას უზრუნველყოფს 16, ან 256 ფერით. ფე-

რების რაოდენობა ვიდეომეხსიერების მოცულობაზეა დამოკიდებული.

ცხრილში 1.2 წარმოდგენილია სტანდარტული 15-კონტაქტიანი VGA გასართის კონტაქტების დანიშნულება.

ცხრილი 1.2

VGA გასართის კონტაქტები

კონტაქტი	სიგნალი	გადაცემის მიმართულება
1	წითელი	გამოსასვლელი
2	მწვანე	გამოსასვლელი
3	ლურჯი	გამოსასვლელი
4	მონიტორი ID 2	შესასვლელი
5	ლოგიკური ნული (მონიტორის თვითტესტირება)	–
6	წითელი ანალოგური სიგნალის დამიწება	–
7	მწვანე ანალოგური სიგნალის დამიწება	–
8	ლურჯი ანალოგური სიგნალის დამიწება	–
9	გასაღები	–
10	დამიწება სინქრონიზაციისთვის	–
11	მონიტორი ID 0	შესასვლელი
12	მონიტორი ID 1	შესასვლელი
13	სტრიქონების სინქრონიზაცია	გამოსასვლელი
14	სვეტების სინქრონიზაცია	გამოსასვლელი
15	მონიტორი ID 3	შესასვლელი

სტანდარტი *Super VGA (SVGA)*

გრაფიკაზე ორიენტირებული პროგრამები ბევრად უკეთ და სწრაფად მუშაობენ ეკრანის მაღალი გადაწყვეტუნარიანობის შემთხვევაში. ზოგიერთი პროგრამა არც კი ინსტალირდება, თუ დაყენებული გადაწყვეტუნარიანობა და ვიდეოკონტროლერი მის მოთხოვნებს არ შეესაბამება. ამიტომ *VGA* სტანდარტმა შემდგომი განვითარება ჰპოვა ე.წ. *SVGA* სტანდარტის სახით. *SVGA* ერთიან სტანდარტს არ წარმოადგენს. ვიდეოკონტროლერები სხვადასხვა გადაწყვეტუნარიანობას გვთავაზობენ – 800/600, 1024/768, 1280/1024 და ა.შ. მიუხედავად განსხვავებებისა, ყოველ მათგანს *SVGA* სტანდარტს მიაკუთვნებენ. *SVGA* ვიდეოკონტროლერების სხვადასხვა მწარმოებლების სპეციფიკაციები მნიშვნელოვნად განსხვავდება ერთმანეთისგან, თუმცა *VGA* და *SVGA* ვიდეოკონტროლერების გასართობი იდენტურია.

ფერების რეჟიმები

ამჟამად სამი ძირითადი რეჟიმი გამოიყენება: *HiColor*, *Real Color*, *True Color*.

ჩვეულებრივი *VGA* ვიდეოკონტროლერის ვიდეომეხსიერებაში ჩაწერილი ინფორმაცია ოთხთანრიგა, ან რვა-თანრიგა კოდს წარმოადგენს. კოდი ვიდეოადაპტერის კონტროლერის მიერ თვრამეტთანრიგა სიტყვად გარდაიქმნება (ექვს-ექვსი ბიტი წითელი, მწვანე და ლურჯი ფერებისთვის). ვიდეო კონტროლერის შემადგენლობაში შედის ციფრულ-ანალოგური გარდამქმნელი, რომელიც მოცემულ ციფრულ ინფორმაციას ანალოგურ ფორმაში გარდაქმნის და აწევის მონიტორს.

HiColor, Real Color, True Color რეჟიმებში მეხსიერებაში ჩაწერილი რიცხვი პირდაპირ გადაეცემა ციფრულ-ანალოგურ გარდამქმნელს, ამიტომ მოცემულ სიტყვაში ყოველი პიქსელისთვის ფერის ინფორმაცია სრული მნიშვნელობით ჩაიწერება.

HiColor

HiColor რეჟიმს მოქმედებაში მოჰყავს $2^{15}=32768$ ფერისგან შემდგარი პალიტრა. თითოეული პიქსელისთვის გამოყოფილია 15 თანრიგი. თითოეული ფერის (წითელი, მწვანე, ლურჯი) გრადაციას 5-5 ბიტი ემსახურება.

Real Color

Real Color რეჟიმი მხარს უჭერს $2^{16}=65536$ ფერს. ეს რეჟიმი *HiColor* რეჟიმის ანალოგიურია, თუმცა ყოველი პიქსელის კოდირებისთვის არა 15, არამედ 16 ბიტია გამოყოფილი. ინფორმაციის განაწილება ფერებს შორის არათანაბარია. იგი ეფუძნება ადამიანის თვალის სპექტრალურ მგრძნობიარობას, რომელიც მაქსიმუმს აღწევს მწვანე ფერისთვის. სწორედ ამიტომ მწვანე ფერისთვის დამატებულია მე-6 ბიტი.

True Color

True Color რეჟიმი მხარს უჭერს $2^{24}=16,7$ მილიონ, ან 2^{32} ფერს. თითოეული პიქსელი 24, ან 32 თანრიგით კოდირდება. პირველ შემთხვევაში ყოველი ფერისთვის (წითელი, მწვანე, ლურჯი) 8-8 ბიტი, ხოლო მეორე შემთხვევაში წითელი და ლურჯი ფერებისთვის 10-10 ბიტი, ხოლო მწვანე ფერისთვის – 12 ბიტი გამოიყოფა.

ფერების რაოდენობის შემდგომ ზრდას აზრი არა აქვს, რადგან ადამიანის თვალი მხოლოდ 2 მილიონი ფერისგან შემდგარ პალიტრას აღიქვამს.

1.2. ვიდეონტერფეისები

ინტერფეისი ISA

სალტე ISA (*Industry standart architecture* – სამრეწველო სტანდარტული არქიტექტურა) მრავალი წლის განმავლობაში პერსონალური კომპიუტერების სტანდარტულ უნივერსალურ სალტეს წარმოადგენდა. არსებობდა 8-, 16- და 32-თანრიგა (*EISA – Extended ISA*) (ნახ. 1.1) ვერსიები. ამჟამად ISA სალტე მორალურად მოძველებულია. *Pentium III* და უფრო თანამედროვე არქიტექტურებს ISA (*EISA*) სტანდარტის მხარდაჭერა აღარ გააჩნიათ.



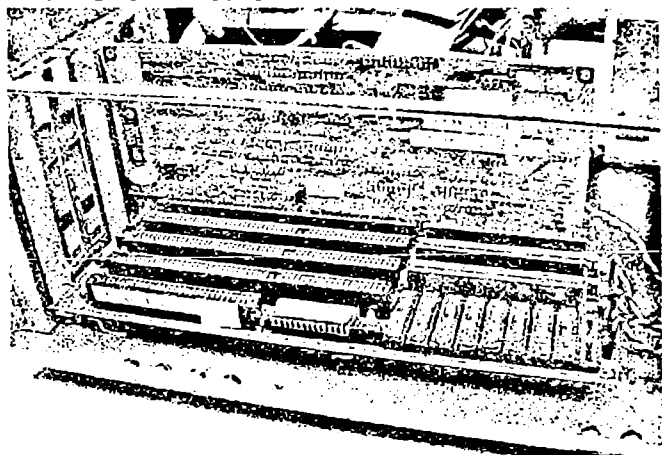
ნახ. 1.1. 32-თანრიგა EISA სლოტი

ლოკალური სალტე VESA

ლოკალური სალტე VESA (*VESA Local Bus – VLB*) ვიდეოელექტრონიკის სტანდარტების ასოციაციის (*Video*

Electronics Standard Association - VESA) მიერ დამუშავდა. *VESA* სალტის შექმნის აუცილებლობა ვიდეომონაცემების გადაცემისთვის *EISA* სალტის არასაკმარისმა გამტარუნარიანობამ განაპირობა.

VESA სალტე წარმოადგენს არა აბსოლუტურად ახალ მოწყობილობას სისტემურ პლატაზე, არამედ *EISA* სალტის გაფართოებას ვიდეომონაცემების გადაცემისათვის (ნახ. 12). თუმცა ვიდეოპლატების გარდა სხვა ტიპის (მაგალითად *IDE*, *SCSI* ვინჩესტერების და ა.შ.) *VLB* კონტროლერებიც გამოიყენებოდა.



ნახ. 12. სისტემური პლატის ფრაგმენტი *VESA* სალტის სლოტით

VESA სტანდარის ვიდეოკონტროლერები გამოიყენებოდა *IBM-AT-386* და *IBM-AT-486* მოდელის პერსონალურ კომპიუტერებში. თანამედროვე კომპიუტერებს *VESA* სალტე აღარ გააჩნია.

საღტე *PCI*

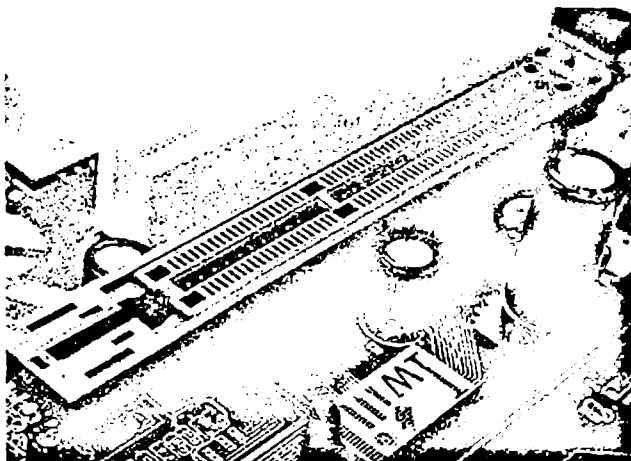
საღტე *PCI* (*Peripheral Component Interconnect* — პერიფერიული კომპონენტების დამაკავშირებელი) დამუშავდა ფირმა *Intel*-ის მიერ და თანამედროვე კომპიუტერებისთვის დე-ფაქტო სტანდარტს წარმოადგენს. თანამედროვე პლატა-კონტროლერების უმეტესობა *PCI* სტანდარტს მიეკუთვნება.

თუმცა თანამედროვე პროგრამების მხრიდან ვიდეოსისტემაზე სულ უფრო მხარდი დატვირთვის პირობებში, რაც განსაკუთრებით მკაფიოდ გრაფიკისა და ვიდეოს კომბინაციის შემთხვევაში ვლინდება, *PCI* საღტის შესაძლებლობები (სტანდარტული *PCI* საღტის სამუშაო სიხშირეა 33 მჰც, ხოლო გამტარუნარიანობა — 133 მბაიტი/წმ-ში) საკმარისი არ არის. ამიტომ გრაფიკული ქვესისტემისთვის ცალკე საღტის დამუშავება გახდა საჭირო.

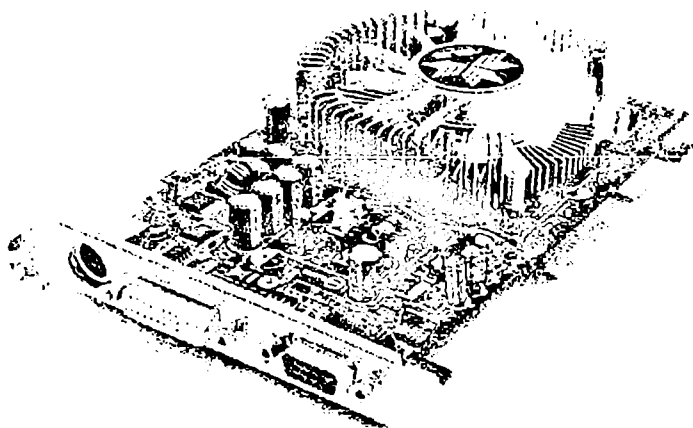
გრაფიკული საღტე *AGP*

ფირმა *Intel*-მა დაამუშავა დანქარებული გრაფიკული პორტი (*Accelerated Graphics Port - AGP*) (ნახ. 1.3). *AGP PCI* საღტის გაფართოებას წარმოადგენს, თუმცა აბსოლუტურად დამოუკიდებელია მისგან და ქმნის მაღალი სწრაფქმედების მქონე ცალკე მაგისტრალს ვიდეოკონტროლერსა და კომპიუტერის სისტემურ ლოგიკას შორის.

PCI საღტისაგან განსხვავებით, რომელიც წარმოადგენს უნივერსალურ საღტეს რამდენიმე სლოტით, *AGP* ეფექტური სპეციალიზირებული საღტეა ვიდეოკონტროლერისათვის (ნახ. 1.4).



ნახ. 13. გრაფიკული პორტი AGP



ნახ. 14. AGP ვიდეოკონტროლერი

მაღალი სწრაფქმედების მისაღწევად AGP სალტე განსაზღვრულია, როგორც პირდაპირი, უშუალო (*point-to-point*) ინტერფეისი. იგი პროცესორსა და მეხსიერებას არა საერთო სალტით, არამედ პირდაპირ, სისტემური ლოგი-

კის *North Bridge* ან *Memory Controller Hub* მიკროსქემის საშუალებით უკავშირდება. *AGP* სისტემას გააჩნია გრაფიკული კონტროლერების მხარდაჭერა როგორც სისტემურ პლატის მიკროსქემების კრებულში, ასევე გარე ვიდეო-პლატა-ადაპტერებში.

AGP სალტის დამახასიათებელი თვისებებია:

- *PCI* სალტისაგან განსხვავებით, რომელშიც მისამართი და მონაცემი დროში განცალკევებულად, მულტიპლექსირებული სალტის გამოყენებით გადაიცემა, *AGP* სალტეს ცალკე სამისამართო და ცალკე მონაცემთა სალტები გააჩნია, რაც მისამართისა და მონაცემის ერთდროული გადაცემის საშუალებას იძლევა;
- მონაცემთა კონვეირული დამუშავება;

1996 წელს ფირმა *Intel*-ის მიერ რეალიზებულ იქნა *AGP1.0* სპეციფიკაცია. მოცემული სპეციფიკაციის მიხედვით სალტე მუშაობს 66 მპც სიხშირეზე, იყენებს 3,3 ვ ძაბვას და *1x* ან *2x* რეჟიმებს (*x* – ერთ ტაქტში გადაცემული მონაცემების რაოდენობა).

1998 წელს გამოვიდა *AGP2.0 (4x)*, ხოლო 2003 წელს – *AGP 3.0 (8x)* ვერსია. სამუშაო ძაბვა 1,5 ვ-მდე იქნა შემცირებული.

ცხრილში 12 წარმოდგენილია *AGP* რეჟიმების პარამეტრები.

ბევრ ძველ სისტემურ პლატას მხოლოდ 3,3 ვ-იანი *AGP 1x* და *2x* ვიდეოპლატების მხარდაჭერა გააჩნია. 1,5 ვ ძაბვაზე მომუშავე ვიდეოპლატის 3,3 ვ-იან სლოტში მოთავსება იწვევს როგორც ვიდეოპლატის, ასევე სისტემური პლატის დაზიანებას. ამის თავიდან ასაცილებლად *AGP* სპეციფიკაციით განსაზღვრულია განსხვავებული კონ-

სტრუქციის სლოტები 1,5 და 3,3 ვ-იანი ვიდეოადაპტერებისათვის. აგრეთვე არსებობს უნივერსალური სლოტებიც, რომლებშიც ორივე ტიპის ვიდეოადაპტერის დაყენება შესაძლებელია.

ცხრილი 12

AGP რეჟიმების პარამეტრები

AGP სტანდარტი	თანრიგი- ანობა, ბიტი	სალტის სიხშირე, მჰც	მონაცემთა ციკლები/ ტაქტი	მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე, მბაიტი/წმ
AGP 1x	32	66	1	266
AGP 2x	32	66	2	533
AGP 4x	32	66	4	1066
AGP 8x	32	66	8	2133

AGP Pro 1.0 სპეციფიკაციით განსაზღვრულია გარდელი სიგრძის სლოტი. ორივე ბოლოში დამატებულია კონტაქტები კვების მიწოდებისთვის. დამატებით კვების სიგნალებს საჭიროებენ ვიდეოკონტროლერები, რომლებიც 25 ვტ-ზე მეტ ენერგიას მოიხმარენ (მაქსიმუმი – 110 ვტ). AGP 1x და AGP 2x ვიდეოკონტროლერების დაყენების თავიდან ასაცილებლად დამატებითი კონტაქტები სლოტის ერთ ბოლოში სახურავით იფარება. AGP Pro ვიდეოკონტროლერის დაყენების წინ სახურავი უნდა მოიხსნას. AGP Pro სლოტში ჩვეულებრივი AGP 4x და AGP 8x ვიდეოკონტროლერების დაყენებაცაა შესაძლებელი.

გარდა მაღალი სწრაფქმედებისა, AGP ინტერფეისი ძირითად ოპერატიულ მეხსიერებასთან სწრაფი უშუალო მიღწევის შესაძლებლობითაც გამოირჩევა.

რამდენადაც *AGP* ვიდეოადაპტერს ძირითადი ოპერატიული მეხსიერების გამოყენება შეუძლია, ვიდეომეხსიერების მოთხოვნილება მცირდება. ეს განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია სამგანზომილებიანი ობიექტების სწრაფი ვიზუალიზაციისთვის და ვიდეოსთან მუშაობის დროს, როდესაც ინტენსიურად ხდება მეხსიერების დიდი მოცულობის გამოყენება.

სალტე *PCI Express*

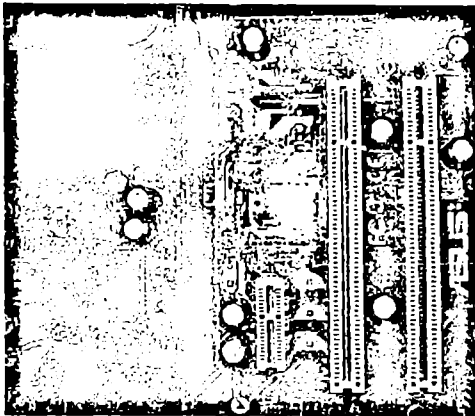
PCI Express სალტის გამოშვება კიდევ ერთხელ ადასტურებს პერსონალური კომპიუტერის ინტერფეისების პარალელურიდან მიმდევრობით არქიტექტურაზე გადასვლის ტენდენციას.

PCI Express მაღალი სწრაფქმედების მქონე მიმდევრობითი სალტეა. მომავალი 10-15 წლის განმავლობაში *PCI Express* სპეციფიკაცია პერსონალური კომპიუტერის უნივერსალური სალტეების დომინირებადი არქიტექტურა იქნება. იგი მთლიანად შეცვლის სტანდარტულ პარალელურ *PCI* სალტეს.

ნახ. 1.5-ზე წარმოდგენილია სისტემური პლატის ფრაგმენტი *PCI* და *PCI Express* სლოტებით.

PCI Express სალტის ძირითადი დამახასიათებელი თვისებებია:

- არსებულ *PCI* სალტესთან და სხვადასხვა მოწყობილობების პროგრამულ დრაივერებთან სრული შეთავსებადობა;
- სპილენძის, ოპტიკური და სხვა საშუალებებით რეალიზებული ფიზიკური შეერთება;

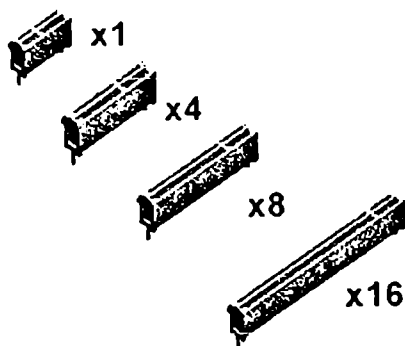


ნახ. 1.5. სისტემური პლატის ფრაგმენტი *PCI Express x1*, *PCI Express x16* და პარალელური *PCI* სლოტებით

- ყოველი გამოყვანის მაქსიმალური გამტარუნარიანობა, რაც საშუალებას იძლევა შემცირდეს სალტის ფორმ-ფაქტორი და ღირებულება, გამარტივდეს პლატების კონსტრუქცია, გადაიტრას სიგნალის მთლიანობასთან და შეფერხებებთან დაკავშირებული პრობლემები;
- სინქრონიზაციის „ჩაშენებული“ სისტემა, რაც სალტის სიხშირის სწრაფი შეცვლის შესაძლებლობას იძლევა;
- სიხშირისა და თანრიგიანობის გაზრდის საშუალებით სალტის გამტარუნარიანობის ზრდის შესაძლებლობა;
- მოლოდინის მცირე დრო, რაც განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ისეთი პროგრამებისთვის, რომლებიც იზოქრონულ (დროზე დამოკიდებულ) რეჟიმში მონაცემების (მაგალითად, ნაკადური ვიდეომონაცემების) მიწოდებას მოითხოვენ.
- ადაპტერების „ცხელი“ კომუტაციის და „ცხელი“ შეცვლის საშუალება (კომპიუტერის გამორთვის გარეშე);

- კვების რეჟიმის მართვის შესაძლებლობა.

PCI Express სალტეზე მონაცემების გადაცემა ხდება დუპლექსურ რეჟიმში. ამ დროს მონაცემები ერთდროულად მიიღება და გაიცემა გამტარების ორი დიფერენციალური წყვილის საშუალებით, რომლებსაც ზოლებს, ან ტრასებს უწოდებენ. მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე ერთი მიმართულებით, თითოეული ტრასისთვის, 250 მბიტი/წმ-ს აღწევს. ამასთან ერთად, თითოეული სალტე შეიძლება 1, 2, 4, 8, 16 ან 32 ტრასას შეიცავდეს (ნახ. 1.6). მაგალითად, მაღალი გამტარუნარიანობის მქონე 16-ტრასიანი *PCI Express x16* სალტე, რომელიც თანამედროვე ვიდეოინტერფეისის სახით გამოიყენება, ერთდროულად მონაცემთა 16 ბიტის გადაცემის საშუალებას იძლევა და მისი სიჩქარეა 4 გბიტი/წმ-ში.



ნახ. 1.6. *PCI Express* სლოტები

PCI Express სალტის სიხშირის გასაზრდელად *IBM* კომპანიის მიერ შემუშავებული *8b/10b* კოდირების სქემა გამოიყენება, რომელიც სიგნალების ავტოსინქრონიზაციას განაპირობებს. *PCI Express* სალტის სიხშირე დღეისათვის 2,5 გჰც-ს შეადგენს, ხოლო მომავალში შეიძლება 10 გჰც-

მდე გაიზარდოს, რაც სპილენძის გამტარებისთვის ტექნოლოგიურ ზღვარს წარმოადგენს. სიხშირის ზრდის პოტენციური საშუალება და ერთდროულად 32 ტრასის გამოყენების შესაძლებლობა საშუალებას იძლევა *PCI Express* სალტეზე მონაცემების გადაცემის სიჩქარე გაიზარდოს 32 გბიტ/წმ-მდე.

13. მონიტორები ელექტრონულ-სხივური მილაკით

შავ-თეთრი მონიტორები

მონიტორის კორპუსში მოთავსებულია ელექტრონულ-სხივური მილაკი (მსმ) და მისი კვების წყაროები.

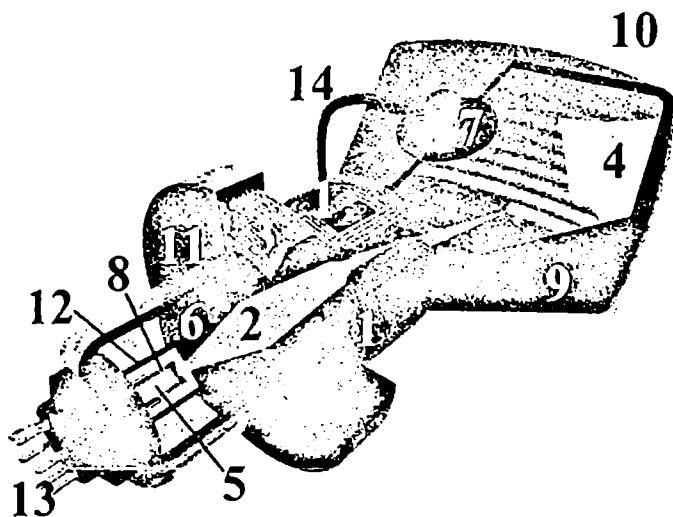
მსმ-ის შიგნითა მხარეს მოთავსებულია ბადე. როდესაც ბადეზე დადებითი ძაბვა ზემოქმედებს, ელექტრონები აღიგზნებიან და სხივი ეკრანისკენ მიემართება, რომელიც გარკვეული დროის შემდეგ ნათდება. უარყოფითი ძაბვის მიწოდების შემთხვევაში პირიქით – ელექტრონები განიდევნებიან და ბადეს არ გაივლიან. ამ დროს ეკრანი შავია.

ამრიგად, ბადეზე ზემოქმედი ძაბვა ეკრანზე შესაბამისი ბიტების მიღებას განაპირობებს. ასეთი მექანიზმი ორობითი ელექტრონული სიგნალის დისკლეს ღია და მუქ წერტილებად გარდაქმნის საშუალებას იძლევა.

მსმ-ს (ნახ. 1.7) ძირითადი ელემენტია ელექტრონული „ზარბაზანი“, რომელიც ელექტრონების ნაკადს ეკრანისკენ „გაისვრის“. მსმ-ის წინა ნაწილი შიგნიდან ლუმინესცენტური ფენითაა დაფარული.

მსმ-ს ბალონში (9) ვაკუუმია შექმნილი. ელექტრონული სხივის (2) მისაღებად გამოიყენება მოწყობილობა,

რომელსაც ელექტრონული „ზარბაზანი“ ეწოდება. კათოდი (8) ვარვარის ძაფით (5) ხურდება და ელექტრონებს გაისერის. კათოდი სპეციალური მასალებით იფარება, რომლებიც, როგორც წესი, მსმ-ების უმსხვილესი მწარმოებლების მიერაა დაპატენტებული.



ნახ. 1.7. შავ-თეთრი ელექტრონულ-სხივური მილაკი

1 - მაგნიტური გადამხრელი სისტემა; 2 - ელექტრონული სხივი; 3 - მაფოკუსირებელი ელექტროდის ხვია, 4 - ლუმინოფორი, 5 - ვარვარის ძაფი, 6 - გრაფიტის ფენა, 7 - მაღალვოლტიანი ბუდე, 8 - კათოდი, 9 - ბალონი, 10 - ეკრანი, 11 - მაფოკუსირებელი ელექტროდის გულანა, 12 - მმართველი ელექტროდი, 13 - კინესკოპის გამომყვანები, 14 - ანოდი.

მმართველ ელექტროდზე (მოდულატორზე) (12) მიწოდებული ძაბვის ცვლილებით შესაძლებელია ელექტრონული სხივის ინტენსივობის შეცვლა და, აქედან გამომდინარე, გამოსახულების სიკაშკაშის შეცვლაც. მმარ-

თველი ელექტროდის გარდა, თანამედროვე მსმ-ების „ზარბაზანი“ შეიცავს მაფოკუსირებელ ელექტროდს (3, 11), რომელიც სხივს ეკრანის საჭირო წერტილში აფოკუსირებს, დამაჩქარებელ ელექტროდს, რომელიც „ზარბაზნის“ შიგნით ელექტრონების დამატებითი აჩქარებას უზრუნველყოფს და ანოდს (14).

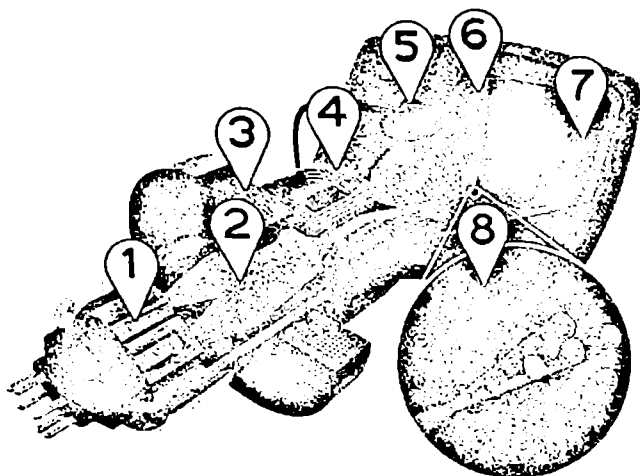
„ზარბაზნის“ დატოვებისას ელექტრონები ანოდის მიერ დამატებით აჩქარდება. ანოდს წარმოადგენს კინესკოპის კონუსის ზედაპირის მეტალიზებული საფარველი, რომელიც „ზარბაზნის“ ამაჩქარებელ ელექტროდთანაა შეერთებული.

ამის შემდეგ სხივი მაგნიტურ გადამხრელ სისტემას (1) გაივლის, რომელსაც სხივის მიმართულების შეცვლა შეუძლია. ელექტრონული სხივი ეკრანზე (10) ეცემა, რომელიც ლუმინოფორითაა (4) დაფარული. ელექტრონების ბომბარდირებისგან ლუმინოფორი ნათდება. სწრაფად მოძრავი სინათლის „ლაქა“ ეკრანზე გამოსახულებას აფორმირებს.

ელექტრონებიდან გამომდინარე ლუმინოფორი უარყოფით მუხტს იძენს და იწყება მეორადი ემისია – ლუმინოფორი თავად გამოყოფს ელექტრონებს. ამის შედეგად მთლიანად მილაკი უარყოფითად იმუხტება. ამის თავიდან ასაცილებლად მილაკის მთელი ზედაპირი დამიწების გამტართან შეერთებული გრაფიტის საფუძველზე დამუშავებული სპეციალური ფენითაა (6) დაფარული. კინესკოპი გამომყვანებით (13) და მაღალვოლტიანი ბუდით (7) ერთდება.

ფერადი მონიტორები

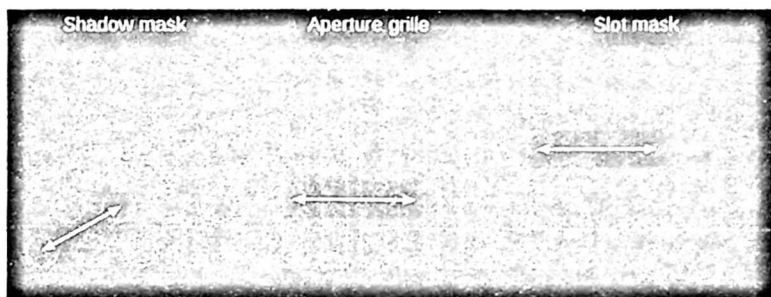
შაუ-თეთრი მონიტორებისგან განსხვავებით, ფერადი მონიტორები (ნახ. 1.8) სამ ელექტრონულ „ზარბაზანს“ შეიცავს – წითელი, მწვანე და ლურჯი ფერებისთვის (1).



ნახ. 1.8. ფერადი ელექტრონულ-სხივური მილაკი.

- 1 – ელექტრონული „ზარბაზნები“; 2 – ელექტრონული სხივები;
3 – მაფოკუსირებელი ხვია; 4 – გადამხრელი ხვიები;
5 – ანოდი; 6 – „წითელი“; 7 – ლუმინოფორის წითელი, მწვანე და ლურჯი „მარცვლები“; 8 – ლუმინოფორის „წითელი“ და „მარცვლები“ (გადიდებული)“

შესაბამისად ეკრანზე (7) დატანილია ლუმინოფორის სამი სახე – წითელი, მწვანე და ლურჯი ფერებისთვის (8). „წითელ“ ლუმინოფორს სხივი მხოლოდ წითელი „ნიღბიდან“ ეცემა, მწვანეს – მხოლოდ მწვანიდან, ხოლო ლურჯს – მხოლოდ ლურჯიდან. ეს მიიღწევა „ზარბაზნებს“ და ეკრანს შორის განთავსებული მეტალური „მესრით“, რომელსაც „წითელი“ ეწოდება (ნახ. 1.9).



ნახ. 1.9. სხვადასხვა ტიპის „ნიღბები“

რასტრული „გაშლა“

ეკრანზე გამოსახულების მისაღებად ჰორიზონტალური „გაშლის“ დროს ელექტრონების „კონა“ ეკრანზე დაახლოებით 50 მკწმ-ში გაიშლება, აფორმირებს რა ჰორიზონტალურ სტრიქონს ეკრანზე. ამის შემდეგ სხივი ასრულებს ჰორიზონტალურ უკუსვლას ეკრანის მარცხენა კიდისკენ, რათა ჰორიზონტალური „გაშლის“ შემდეგი ხაზი ააგოს. მოწყობილობას, რომელიც სტრიქონ-სტრიქონ აფორმირებს გამოსახულებას, რასტრული „გაშლის“ მოწყობილობა ეწოდება.

თანამედროვე მონიტორებში რასტრული „გაშლის“ ორი ძირითადი სახეობა გამოიყენება:

- სტრიქონული 1-2-3-4-5-6-7 და ა.შ.;
- სტრიქონის გამოტოვებით – 1-3-5-7-..., ხოლო ამის შემდეგ – 2-4-6-8-... და ა.შ.

ჰორიზონტალური „გაშლა“ წრფივად ზრდადი ძაბვით კონტროლირდება, რომელიც ჰორიზონტალური გადახრის ფირფიტებზე ზემოქმედებს. ფირფიტები ელექ-

ტრონული „ზარბაზნის“ მარცხნივ და მარჯვნივ არის განთავსებული.

ვერტიკალური „გაშლა“ უფრო ნელა ზრდადი ძაბვით კონტროლირდება, რომელიც ვერტიკალური გადახრის ფირფიტებზე შემოქმედებს. ფირფიტები ელექტრონული „ზარბაზნის“ ზევით და ქვევით არიან განთავსებული.

„გაშლის“ ციკლების გარკვეული რაოდენობის შემდეგ (ჩვეულებრივ 400-დან 1000-მდე) ვერტიკალური და ჰორიზონტალური გადახრის ფირფიტებზე ძაბვა ვარდება და სხივი ეკრანის ზედა მარცხენა კუთხეში ბრუნდება. მთლიანი გამოსახულების აღდგენა ძველი მონიტორებისთვის წამში 30-დან 60-მდე სრულდებოდა. თანამედროვე ელექტრონულ-სხივურ მონიტორებს გამოსახულების წამში 150-ჯერ და მეტჯერ განახლებაც შეუძლიათ.

1.4. თხევადკრისტალური მონიტორები

ელექტრონულ-სხივური მონიტორები საკმაოდ დიდი ზომისაა და მძიმეა. ამიტომ პორტატიული კომპიუტერებისთვის საჭირო გახდა დისკლემის აბსოლუტურად განსხვავებული ტექნოლოგიის დამუშავება.

სწორედ ამან განაპირობა თხევადკრისტალური მონიტორების შექმნა. თხევადკრისტალური ტექნოლოგია საკმაოდ რთულია, განხორციელების რამდენიმე ვარიანტი გააჩნია და სწრაფად იცვლება. ამჟამად შეიმჩნევა თხევადკრისტალური მონიტორების შემდგომი განვითარების და გაიაფების ტენდენცია, რამაც განაპირობა მათი ფართო გამოყენება სამაგიდო კომპიუტერებშიც.

თხევადი კრისტალები ბლანტ ორგანულ მოლეკულებს წარმოადგენენ, რომლებიც ისევე მოძრაობენ, როგორც სითხის მოლეკულები, თუმცა კრისტალური სტრუქტურა გააჩნიათ.

თხევადი კრისტალები აღმოჩენილი იქნა ავსტრიელი მეცნიერის, რეინიციერის მიერ, 1888 წელს. მათი გამოყენება 1960 წლიდან, კალკულატორებისა და საათების დისპლეებში დაიწყო.

მუშაობის პრინციპი შემდეგში მდგომარეობს: როდესაც მოლეკულები ერთ რიგში არიან განთავსებულნი, კრისტალის ოპტიკური თვისებები დამოკიდებულია ზემოქმედი სინათლის მიმართულებაზე და პოლარიზაციაზე. ელექტრული ველის ზემოქმედების შემთხვევაში მოლეკულების რიგი და შესაბამისად ოპტიკური თვისებები იცვლება.

თუ თხევად კრისტალზე სინათლის სხივი ზემოქმედებს, თავად თხევადი კრისტალიდან გამომავალი სინათლის სხივის ინტენსივობა შეიძლება ელექტრობის საშუალებით კონტროლდებოდეს.

თხევადკრისტალური დისპლეის თითოეული პიქსელი ორ გამჭვირვალე ელექტროდს შორის მოთავსებული მოლეკულების ფენისგან და ორი მაპოლარიზებელი ფილტრისგან შედგება, რომელთა პოლარიზაციის სიბრტყეები, როგორც წესი, ურთიერთპერპენდიკულარულია. თხევადი კრისტალების არარსებობის შემთხვევაში პირველი ფილტრის მიერ გატარებული შუქი პრაქტიკულად მთლიანად ბლოკირდება მეორე ფილტრის მიერ.

ელექტროდების სიბრტყე, რომელიც კონტაქტშია თხევად კრისტალებთან, სპეციალურადაა დამუშავებული მოლეკულების ერთი მიმართულებით ორიენტაციისთვის.

TN (Twisted Nematic) მატრიცაში ეს მიმართულებები ურთიერთპერპენდიკულარულია. ამიტომ ძაბვის არარასებობის შემთხვევაში მოლეკულები ვინტისმაგვარ სტრუქტურაში დამწკრივდება. ეს სტრუქტურა შუქს ისეთნაირად გარდატეხს, რომ მეორე ფილტრამდე მისი პოლარიზაციის სიბრტყე მობრუნდება და მისი გავლით შუქი დანაკარგების გარეშე გაივლის. თუ არ ჩავთვლით პირველი ფილტრის მიერ არაპოლარიზებული შუქის ნახვერის შთანთქმას, უჯრედი გამჭვირვალედ შეგვიძლია ჩავთვალოთ.

თუ ელექტროდებზე ძაბვაა მიწოდებული, მოლეკულები ცდილობენ ველის გასწვრივ დაეწყონ, რაც მათ ხრახნისებრ სტრუქტურას ამახინჯებს. ამ დროს დრეკადობის ძალები ამას ეწინააღმდეგება და ძაბვის გამორთვისას მოლეკულები საწყის მდგომარეობაში ბრუნდება. ველის საკმარისი სიდიდის შემთხვევაში პრაქტიკულად ყველა მოლეკულა პარალელური ხდება, რაც სტრუქტურის არაგამჭვირვალობას განაპირობებს.

ძაბვის ცვლილებით შესაძლებელია გამჭვირვალობის მართვა, თუ მუდმივი ძაბვა დიდი ხნის განმავლობაში იქნება მიწოდებული, თხევადკრისტალური სტრუქტურა, იონების მიგრაციის გამო, შეიძლება დეგრადირდეს. ამ პრობლემის მოსაგვარებლად ცელადი დენი, ან პოლარობის შეცვლა უჯრედის ყოველი დამისამართების დროს (სტრუქტურის გაუმჭვირვალობა ველის პოლარობაზე არ არის დამოკიდებული) გამოიყენება.

მთელ მატრიცაში ყოველი უჯრედის ცალ-ცალკე მართვაა შესაძლებელი, თუმცა მათი რაოდენობის გაზრდისას ეს რთულად შესასრულებელია, რადგან იზრდება საჭირო ელექტროდების რაოდენობა. ამიტომ ფაქტიურად ყოველთვის გამოიყენება დამისამართება სტრი-

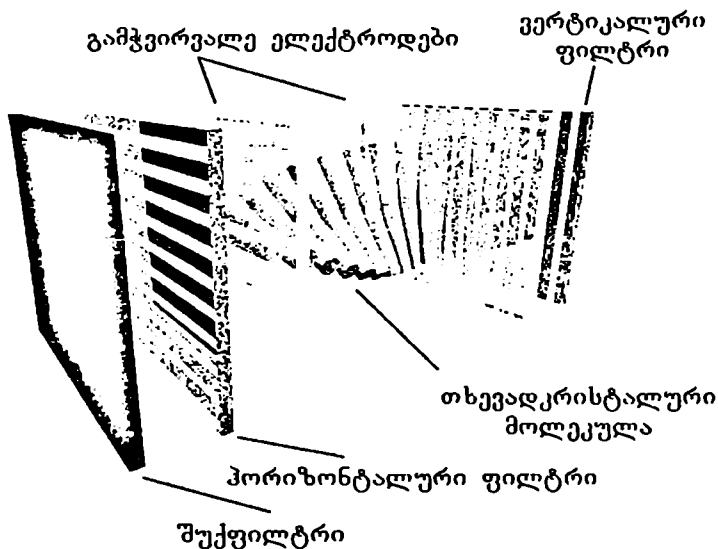
ქონებისა და სვეტების მიხედვით. უჯრედებში გამავალი შუქი შეიძლება იყოს ბუნებრივი, თუმცა უმეტესად შუქის ხელოვნური წყარო გამოიყენება. გარე განათებისგან დამოუკიდებლობის გარდა იგი აგრეთვე ასტაბილებს გამოსახულების თვისებებს.

თხევადკრისტალური დისკლების ეკრანი პარალელურად განთავსებული ორი მინის ფირფიტისგან შედგება. ფირფიტებს შორის მოთავსებულია პერმეტული სივრცე თხევადი კრისტალით.

ორივე ფირფიტას უერთდება გამჭვირვალე ელექტროდი. ბუნებრივი, ან ხელოვნური სინათლე უკანა ფირფიტის მხრიდან ეკრანს შიგნიდან ანათებს. ფირფიტებზე მიყვანილი ელექტროდები გამოიყენება თხევად კრისტალში ელექტრული ველების შესაქმნელად. ეკრანის სხვადასხვა ადგილებზე განსხვავებული ძაბვები ზემოქმედებენ, რაც გამოსახულების აგების საშუალებას იძლევა.

ეკრანის წინა და უკანა ფირფიტებზე მიწებებულია პოლაროიდები, რადგან ტექნოლოგიურად დისკლემი პოლარიზებულ შუქს საჭიროებს.

ამჟამად თხევადკრისტალური დისკლების განსხვავებული ტიპები გამოიყენება. განვიხილოთ ერთ-ერთი მათგანი – *Twisted Nematic, TN* (ნახ. 1.10). დისკლემის უკანა ფირფიტას გააჩნია მინიატურული პორიზონტალური ღარები, ხოლო წინა ფირფიტას – ვერტიკალური ღარები. ელექტრული ველის არარსებობის შემთხვევაში მოლეკულები ამ ღარების მიმართულებით გადაადგილდებიან. რადგან ღარები ერთმანეთის მიმართ პერპენდიკულარულად არის განთავსებული, თხევადი კრისტალის მოლეკულები 90° -ით მოღუნული აღმოჩნდება.



ნახ. 1.10. თხევადკრისტალური დისპლეი

დისპლეის უკანა ფირფიტაზე განთავსებულია პორიზონტალური პოლაროიდი. ის მხოლოდ პორიზონტალურად პოლარიზებულ შუქს ატარებს. დისპლეის წინა ფირფიტაზე იმყოფება ვერტიკალური პოლაროიდი. ის მხოლოდ ვერტიკალურად პოლარიზებულ შუქს ატარებს. ფირფიტებს შორის თხევადი კრისტალი რომ არ არსებობდეს, უკანა პანელიდან გატარებული პორიზონტალურად პოლარიზებული შუქი ბლოკირებული იქნებოდა წინა ფირფიტაზე მყოფი ვერტიკალური პოლაროიდის მიერ. ამ შემთხვევაში ეკრანი მთლიანად შავი იქნებოდა.

თუმცა მოლეკულების გაღუნული კრისტალური სტრუქტურა, რომელსაც შუქი გაივლის, ცვლის შუქის პოლარიზაციის სიბრტყეს. ელექტრული ველის არარსე-

ბობის შემთხვევაში თხევადკრისტალური ეკრანი მთლიანად ანათებს. თუ ფირფიტის გარკვეულ მონაკვეთებს ძაბვა მიეწოდება, გადაღუნული სტრუქტურა ირღვევა და მოცემულ ადგილებში შუქის გავლა ბლოკირდება.

ძაბვის მიწოდებისთვის ორი მიდგომა გამოიყენება. იაფფასიან პასიურ მატრიცულ ინდიკატორში ორივე ელექტროდში გამტარები ერთმანეთის მიმართ პარალელურად არიან განთავსებულნი. მაგალითად 640/480 დისპლეის უკანა ფირფიტის ელექტროდი 640 ვერტიკალურ გამტარს შეიცავს, ხოლო წინა ფირფიტის ელექტროდი – 480 ჰორიზონტალურ გამტარს. თუ ძაბვა ერთ-ერთ ვერტიკალურ გამტარს მიეწოდება, ხოლო შემდეგ ძაბვის იმპულსები – ერთ-ერთ ჰორიზონტალურ გამტარს, შესაძლებელია ძაბვის ცვლილება გარკვეული პოზიციის პიქსელში და მისი გაშავება. თუ იგივე შესრულდება შემდეგი პიქსელებისთვის, შესაძლებელია გაშლის სტრიქონის მიღება, რომელიც ანალოგიურია ელექტრონულ-სხივური მონიტორის სტრიქონისა. გამოსახულება, როგორც წესი, ეკრანზე წამში 60-ჯერ განახლდება, რათა მიღებულ იქნას მუდმივი გამოსახულების შთაბეჭდილება.

მეორე მიდგომაა აქტიური მატრიცული ინდიკატორის გამოყენება. იგი ბევრად ძვირია პასიურ ინდიკატორთან შედარებით, თუმცა უკეთესი ხარისხის გამოსახულების მიღებას უზრუნველყოფს. პერპენდიკულარულად განთავსებული გამტარების ორი ჯგუფის ნაცვლად აქტიური მატრიცული ინდიკატორის ერთ-ერთ ელექტროდზე პიქსელის ყოველ პოზიციაში მინიატურული გადამრთველი გააჩნია. გადამრთველების მდგომარეობის ცვლილების საფუძველზე ეკრანზე, მიწოდებული ბიტებიდან გამომდინარე, ძაბვების სხვადასხვა კომბინაციების შექ-

მნაა შესაძლებელი. მოცემულ გადამრთველებს თხელ-აფსკიანი ტრანზისტორები (*Thin Film Transistor, TFT*) ეწოდებათ. ხოლო შესაბამის ტიპის ეკრანებს – *TFT* დისპლეები. ამჟამად ნოუთბუქების და ავტონომიური თხევადკრისტალური დისპლეების უმეტესობა *TFT* ტექნოლოგიის საფუძველზე იწარმოება.

აქამდე ჩვენ აღვწერეთ შავ-თეთრი მონიტორების მუშაობის პრინციპი. რაც შეეხება ფერად თხევადკრისტალურ მონიტორებს, ისინი იგივე პრინციპებით მუშაობენ, თუმცა მათი დეტალები ბევრად რთულია. თეთრი ფერის წითელ, მწვანე და ლურჯ ფერებად დაყოფისთვის პიქსელის ყოველ პოზიციაში ოპტიკური ფილტრები გამოიყენება. ამიტომ ეს ფერები ერთმანეთისგან დამოუკიდებლად აისახება. მოცემული სამი ფერის საფუძველზე ნებისმიერი ფერის მიღებაა შესაძლებელი.

ამრიგად, თხევადკრისტალური მონიტორი შედგება ელექტრონიკისგან, რომელიც ამუშავებს შემავალ ვიდეოსიგნალს, თხევადკრისტალური მატრიცისგან, განათების მოდულისგან, კეების ბლოკისგან და კორპუსისგან. სწორედ ჩამოთვლილი ელემენტების ერთობლიობა განსაზღვრავს მონიტორის მახასიათებლებს, თუმცა ზოგიერთი მათგანის მახასიათებლები განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია.

თხევადკრისტალური მონიტორების ტექნიკური მახასიათებლები

- გადაწყვეტუნარიანობა – პორიზონტალური და ვერტიკალური ზომები, რომლებიც პიქსელებში გამოისახება. ელექტრონულ-სხივური მილაკიანი მონიტორებისგან განსხვავებით, თხევადკრისტალურ მონიტორებს მხო-

ლოდ ერთი, „მშობლიური“ გადაწყვეტუნარიანობა გააჩნია. დანარჩენი მნიშვნელობები ინტერპოლაციის გზით მიიღწევა.

პიქსელის ზომა – მეზობელი პიქსელების ცენტრებს შორის მანძილი. უშუალოდ უკავშირდება ფიზიკურ გადაწყვეტუნარიანობას.

ეკრანის ზომების შეფარდება (ფორმატი) – სიგანის სიმაღლესთან შეფარდება, მაგალითად 5:4, 4:3, 5:3, 8:5, 16:9.

ხედვადი დიაგონალი – თავად პანელის ზომა, რომელიც დიაგონალზე იზომება.

კონტრასტულობა – სხვაობა ყველაზე ნათელი და ყველაზე მუქი წერტილების სიკაშკაშეებს შორის.

სიკაშკაშე – შუქის რაოდენობა, რომელიც დისპლეის მიერ გამოიყოფა. ჩვეულებრივ იზომება კანდელებში კვადრატულ მეტრზე.

გადართვის დრო – მინიმალური დრო, რომელიც სჭირდება პიქსელს სიკაშკაშის შეცვლისთვის.

ხედვის კუთხე – კუთხე, რომლის შემთხვევაშიც კონტრასტის შემცირება გარკვეულ მნიშვნელობას აღწევს.

მატრიცის ტიპი – ტექნოლოგია, რომლის მიხედვითაცაა დამზადებული ოხევადკრისტალური მატრიცა.

თავი 2
მონაცემების მატნიტური შენახვის
მოწყობილობები

2.1. მუშაობის პრინციპი

პერსონალურ კომპიუტერებში ინფორმაცია ინახება მატარებლებზე, რომლებიც მაგნიტური, ან ოპტიკური ტექნოლოგიების საფუძველზე მუშაობს.

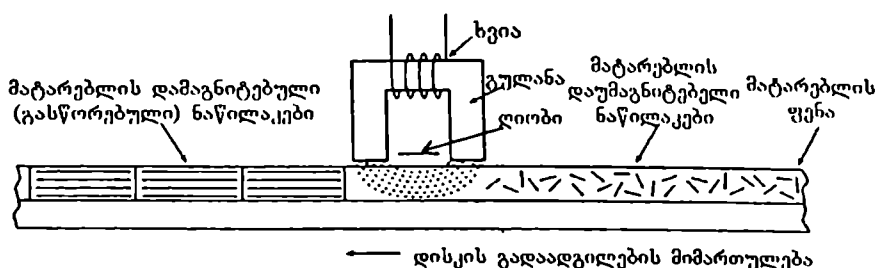
მონაცემების მაგნიტური შენახვის მოწყობილობებში ორობითი მონაცემები წარმოდგენილია ბრტყელ დისკზე განთავსებული მცირე ზომის ლითონის მაგნიტური ნაწილაკების სახით. წაკითხვის დროს ისინი ორობითი მონაცემების სახით გაიშიფრება.

ხისტ და დრეკად დისკებზე მაგნიტური დამგროვებლების მუშაობას საფუძველად უდევს ელექტრომაგნიტიზმის მოვლენა. ელექტრომაგნიტიზმის არსი იმაში მდგომარეობს, რომ გამტარში ელექტრული დენის გატარებისას მის გარშემო მაგნიტური ველი წარმოიქმნება და პირიქით, გამტარში, რომელზედაც ცველადი მაგნიტური ველი ზემოქმედებს, ელექტრული დენი წარმოიქმნება. მაგნიტური ველის პოლარობის შეცვლის შემთხვევაში ელექტრული დენის მიმართულებაც იცვლება.

დისკური დამგროვებლის ჩაწერა/წაკითხვის თავაკი შეიცავს S-ტიპის ფერომაგნიტურ გულანას და მასზე დახვეულ კოჭას (ხეიებს), რომელშიც ელექტრული დენი ტარდება. ამ დროს თავაკის გულანაში მაგნიტური ველი წარმოიქმნება (ნახ. 2.1).

დენის მიმართულების ცვლილებისას მაგნიტური ველის პოლარობაც იცვლება. ამრიგად, თავაკები ელექტ

ტრომაგნიტებს წარმოადგენენ, რომელთა პოლარობაც ძალიან სწრაფად იცვლება ელექტრული დენის მიმართულების ცვლილების შესაბამისად.



ნახ. 2.1 ჩაწერა/წაკითხვის თავაკი

მაგნიტური ველი გულანის ღიობზე ვრცელდება. თუ ღიობის მახლობლად მოთავსებულია სხვა ფერომაგნეტიკი (მატარებლის მაგნიტური ფენა), მაგნიტური ველი სწორედ მასზე ლოკალიზდება, რადგან ფერომაგნიტურ მასალას, ჰაერთან შედარებით, ბევრად ნაკლები მაგნიტური წინააღმდეგობა გააჩნია. ღიობის გადამკვეთი მაგნიტური ველი ფერომაგნიტურ მატარებელზე იკვრება და იწვევს მატარებლის ელემენტარული მაგნიტური ნაწილაკების (დომენების) პოლარიზაციას მაგნიტური ველის შემოქმედების მიმართულებით. მაგნიტური ველის მიმართულება და შედეგად, დომენების ნარჩენი დამაგნიტება, დამოკიდებულია თავაკში ელექტრული დენის პოლარობაზე.

ღრეკადი მაგნიტური დისკები ჩვეულებრივ მზადდება ლაესანის, ხოლო ხისტი მაგნიტური დისკები – ალუმინის, ან მინა-კერამიკის ფუძეშერეზე. მუშა ფენა, როგორც წესი, რკინის ზეჟანგისგან მზადდება, სხვადასხვა დანამატებით.

მაგნიტური ველები, რომლებიც ცარიელ დისკზე არსებული მაგნიტური დომენებით იქმნება, შემთხვევითადაა ორიენტირებული და დისკის ნებისმიერ მაკროსკოპულ მონაკვეთზე ერთმანეთს აკომპენსირებს. ამიტომ ნარჩენი დამაგნიტება ნულის ტოლია.

მატარებელზე მაგნიტური ველის მიწოდებისას ნაწილაკები, რომლებიც ღიობის ქვემოთ აღმოჩნდება, ჩაწერა/წაკითხვის თავაკის მიერ წარმოქმნილი მაგნიტური ველის ზემოქმედების მიმართულებით ორიენტირდება. როდესაც მაგნიტური დომენები გარკვეული მიმართულებით მწკრივდება, მათი მაგნიტური ველები ერთმანეთს აღარ აკომპენსირებენ, რაც იწვევს შესაბამის მონაკვეთზე გამოკვეთილი მაგნიტური ველის შექმნას. წარმოქმნილი ლოკალური მაგნიტური ველი იქმნება მაგნიტური ნაწილაკების სიმრავლით, რომლებიც, როგორც ერთი მთლიანი, ისე ფუნქციონირებენ და ერთი მიმართულების მაგნიტურ ველს ქმნიან.

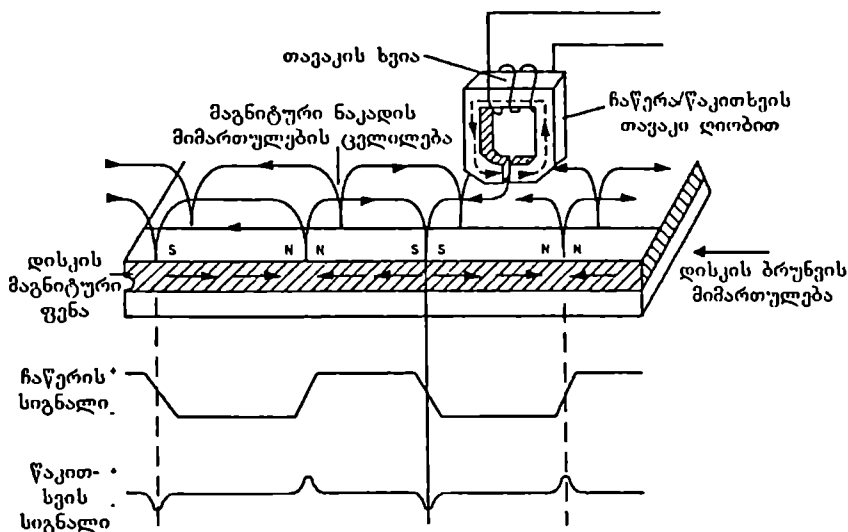
ამრიგად, ჩაწერა/წაკითხვის თავაკის ხვიაში იმპულსური ფორმის ცვლადი დენის გაელისას, მბრუნავ დისკზე იქმნება ნიშნით (მიმართულებით) განსხვავებული ნარჩენი დამაგნიტების მქონე მონაკვეთების თანმიმდევრობა. ჩაწერილი ინფორმაციის შემდგომი წაკითხვისთვის განსაკუთრებით მნიშვნელოვანია ის ზონები, რომლებშიც ნარჩენი მაგნიტური ველის ნიშანი (მიმართულება) იცვლება.

მაგნიტური თავაკი მონაცემების ჩაწერისას დისკზე ნიშნის ცვლილების ზონებს ათავსებს. მონაცემების ყოველი ბიტის (ან ბიტების) ჩაწერისას დისკის სპეციალურ ადგილებში ნიშნის ცვლილების ზონების თანმიმდევრობა იწერება. ამ ველებს ბიტური, ან გადასვლის უჯრედები

ეწოდება. ამრიგად, გადასვლის უჯრედი დისკის სპეციალური ველია, რომელშიც თავაკი ნიშნის ცვლილების ზონას ათავსებს. გადასვლის უჯრედის გეომეტრიული ზომა დამოკიდებულია ჩაწერის სატაქტო სიგნალის სიხშირეზე და დისკის ბრუნვის სიჩქარეზე.

დისკიდან ინფორმაციის წაკითხვისას თავაკი მუშაობს, როგორც ნიშნის ცვლილებების დეტექტორი და ყოველი ასეთი ზონის გადაკვეთის დროს ძაბვის იმპულსებს გამოიმუშავებს. იმ მონაკვეთებში, სადაც ნიშნის შეცვლა არ ხდება, იმპულსების გამოიმუშავება არ ხდება.

ნახ. 2.2-ზე წარმოდგენილია წაკითხვის და ჩაწერის სიგნალების (იმპულსების) ფორმების დამოკიდებულება დისკზე ჩაწერილ ნიშნის ცვლილების ზონებზე.



ნახ. 2.2. ინფორმაციის ჩაწერა და წაკითხვა მაგნიტური დისკიდან

ჩასაწერი მონაცემები მართკუთხა ფორმის ტალღოვან იმპულსებს წარმოადგენენ, რომლებიც ძაბვის დადებით და უარყოფით მნიშვნელობებს შეესაბამება. ისინი იწვევენ მაგნიტური მატარებლის პოლარიზაციას შესაბამისი მიმართულებით.

წაკითხვის დროს თავაკი ნიშნის ცვლილების ზონებს არეგისტრირებს და შესაბამის იმპულსებს გამოიმუშავებს. ნიშნის ცვლილება თუ არ ხდება, ძაბვის იმპულსიც არ გამოიმუშავდება. სატაქტო სიხშირის ცნობილი მნიშვნელობის საფუძველზე დისკური მოწყობილობის ელექტრული სქემა განსაზღვრავს იმპულსის (ნიშნის ცვლილების) შესაბამისობას გადასვლის უჯრედებთან.

2.2. წაკითხვა/ჩაწერის თავაკების კონსტრუქცია

დისკური მოწყობილობების წარმოების ტექნოლოგიის გაუმჯობესებასთან ერთად ვითარდება წაკითხვა/ჩაწერის თავაკების კონსტრუქცია.

დისკური მოწყობილობების განვითარების სხვადასხვა ეტაპებზე შემდეგი ტიპის თავაკები გამოიყენებოდა:

- ფერიტული;
- მეტალით ღიობში (*MIG*);
- თხელაფსკიანი (*TF*);
- მაგნიტორეზისტული (*MR*);
- გიგანტური მაგნიტორეზისტული (*GMR*).

ფერიტული და მეტალთ ღიობში თავაკები მორალურად მოძველებულია და თანამედროვე დისკურ მოწყობილობებში აღარ გამოიყენება.

მაგნიტორეზისტული თავაკი

მაგნიტორეზისტული (*Magneto-Resistive – MR*) (ნახ. 2.4) თავაკი დამუშავებულია ფირმა IBM-ის მიერ და პირველად გამოყენებული იქნა 1991 წელს, 1 გბაიტი ტევადობის მქონე ვინჩესტერებში.

მაგნიტორეზისტული თავაკი დეტექტორია, რომელიც დამაგნიტების ზონაში ცვლილებებს არეგისტრირებს და გარდაქმნის მათ სიგნალებად, რომლებიც, როგორც მონაცემები, ისე ინტერპრეტირდება.

მაგნიტური ჩაწერის დროს ადგილი აქვს ერთ პრობლემას. მაგნიტური მატარებლის დომენების ზომების შემცირება (რაც შეუქცევადი პროცესია და განპირობებულია ჩაწერის სიმჭიდროვის ზრდის ტენდენციით) თავაკის სიგნალის დონესაც ამცირებს. ამ დროს იზრდება „ხმაურის“ ნამდვილ სიგნალად მიღების ალბათობა. პრობლემის გადასაწყვეტად საჭიროა ეფექტური თავაკის გამოყენება, რომელიც მეტი სიზუსტით განსაზღვრავს სიგნალის არსებობას. სწორედ ასეთ ეფექტურ თავაკს წარმოადგენს მაგნიტორეზისტული თავაკი.

მაგნიტორეზისტული თავაკი მონაცემებს შემდეგნაირად კითხულობს: თავაკში გაედინება სუსტი მუდმივი დენი. მაგნიტორეზისტობის ეფექტის თანახმად სხვადასხვა პოლარობის ნარჩენი დამაგნიტების მონაკვეთების გავლისას თავაკის წინაღობა იცვლება. წინაღობის ცვლილება თავისთავად განაპირობებს თავაკზე ძაბვის ვარ-

დნის და შესაბამისად თავაკში გამავალი დენის ძალის ცვლილებას.

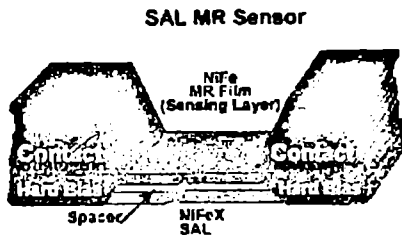
მაგნიტორეზისტული ეფექტი მხოლოდ წამკითხავი თავაკის აგების საშუალებას იძლევა. ამიტომ თანამედროვე დამგროვებლებში გამოყენებული მაგნიტორეზისტული თავაკი სინამდვილეში ერთ კონსტრუქციაში გაერთიანებული ორი თავაკია. მონაცემების ჩასაწერად გამოიყენება თხელაფსკიანი (TF) თავაკი, ხოლო ჩასაწერად – მაგნიტორეზისტული თავაკი.

ფერიტულ, მეტალით დიობში და თხელაფსკოვან თავაკებს ერთლიობიან თავაკებსაც უწოდებენ, რადგან როგორც წაკითხვისათვის, ასევე ჩაწერისათვის ერთი დიობი გამოიყენება.

ერთლიობიან თავაკებში საჭიროა კომპრომისზე წასვლა დიობის ზომასთან დაკავშირებით. წაკითხვის დროს საჭიროა შედარებით მცირე ზომის დიობი (წაკითხვის გადაწყვეტუნარიანობის გასაზრდელად), ხოლო ჩაწერის დროს – შედარებით დიდი ზომის დიობი, რადგან საიმედო ჩაწერისათვის მაგნიტურმა ნაკადმა უნდა შეაღწიოს მუშა ფენის მთელ სიღრმეზე.

მაგნიტორეზისტულ თავაკში ეს პრობლემა გადაჭრილია, რადგან თითოეულ თავაკს განსხვავებული ზომის დიობი გააჩნია. თხელაფსკოვანი (ჩამწერი) თავაკი დისკზე შედარებით უფრო განიერ ბილიკებს აფორმირებს, ვიდრე ეს საჭიროა მაგნიტორეზისტული (წამკითხავი) თავაკის მუშაობისთვის. ასეთ კონსტრუქციას კიდევ ერთი უპირატესობა გააჩნია: წამკითხავი თავაკი მაგნიტური ხელშეშლების გავლენას სხვა ბილიკებიდან ნაკლებად განიცდის.

ნახ. 2.3-ზე წარმოდგენილია IBM-ის ტიპიური მაგნიტორეზისტული თავაკი.



ნახ. 2.3. მაგნიტორეზისტული თავაკი

თავაკის წამკითხავ ელემენტს მაგნიტორეზისტული სენსორი წარმოადგენს, რომელიც რკინა-ნიკელის (*NiFe*) აფსკისგან შედგება. მაგნიტური ველის გაელენით რკინა-ნიკელის აფსკის წინაღობა იცვლება.

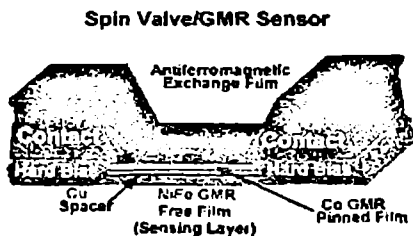
გვერდითი, ან შემთხვევითი მაგნიტური ველის ზემოქმედებისგან წამკითხავი ელემენტის დასაცავად მაკერანირებული (გამყოფი) ფენა გამოიყენება. რკინა-ნიკელის და მაკერანირებული ფენები გამოყოფილია მაღალი ელექტრული წინააღმდეგობის მქონე ფენით.

ჩაწერის სიმჭიდროვის გაზრდასთან ერთად მაგნიტორეზისტული ელემენტების ზომებიც მცირდება. თანამედროვე თავაკებში გვერდით კონტაქტებს შორის არსებული რკინა-ნიკელის აფსკის სიგანე 0,5 მიკრონს არ აღემატება.

გიგანტური მაგნიტორეზისტული თავაკი

1997 წელს ფირმა IBM-ის მიერ წარმოდგენილი იქნა მაგნიტორეზისტული თავაკის ახალი, ბევრად უფრო მაღალი მგრძობიარობის მქონე ტიპი – გიგანტური მაგ-

ნიტორეზისტული თავაკი (*Giant Magnitoresistive - GMR*) (ნახ. 2.4).



ნახ. 2.4. გიგანტური მაგნიტორეზისტული თავაკი

GMR ეფექტი შემდეგში მდგომარეობს: მაგნიტური ველში მოთავსებულ, სხვადასხვა ლითონების უთხელესი ფენებისგან შემდგარ გამტარს წინააღობის ცვლილების ფართო დიაპაზონი გააჩნია.

გიგანტური მაგნიტორეზისტული თავაკებში გამოიყენება მაგნიტური ლითონების ორი ფენა, რომელთა შუაშიც მოთავსებულია არამაგნიტური მასალისგან დამზადებული გამყოფი ფენა. ერთ-ერთი მაგნიტურ ფენა ფიქსირებულია, ანუ მას გააჩნია წინასწარ არჩეული მაგნიტური ორიენტაცია, ხოლო მეორე – თავისუფალია, რაც ორიენტაციის თავისუფალ ცვლილებას გულისხმობს.

როდესაც თავისუფალი და ფიქსირებული მაგნიტური ფენები ერთი და იგივე მაგნიტურ ორიენტაციას იღებენ, საერთო წინააღობა მცირდება, ხოლო თუ თავისუფალი მაგნიტური ფენა იღებს ფიქსირებული მაგნიტური ფენის საწინააღმდეგო ორიენტაციას, მთლიანი წინააღობა მნიშვნელოვნად იზრდება.

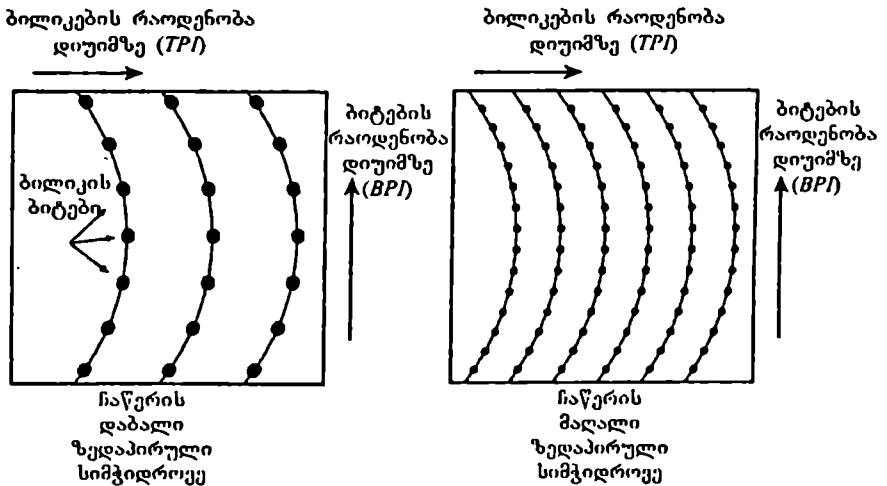
გიგანტურ მაგნიტორეზისტულ თავაკზე მაგნიტური დისკებისათვის დამახასიათებელი სუსტი მაგნიტური ვე-

ლის ზემოქმედებისას თავაკის თავისუფალი მაგნიტური ფენის ნაწილაკები იცვლიან ორიენტაციას ფიქსირებული ფენის მიმართ, რაც მნიშვნელოვნად ზრდის საერთო წინაღობას.

ჩაწერის ზედაპირული სიმჭიდროვე

ჩაწერის ზედაპირული სიმჭიდროვე მაგნიტური დისკის შეფასების ერთ-ერთი ძირითადი კრიტერიუმია. მისი განსაზღვრისთვის ბილიკზე ჩაწერის წრფივი სიმჭიდროვე (*BPI – Bits Per Inch*) მრავლდება დიუიმში არსებულ ბილიკების რაოდენობაზე (*TPI – Tracks Per Inch*) (ნახ. 2.5).

თანამედროვე ვინჩესტერებში ამ პარამეტრის მნიშვნელობაა 10-20 გბიტ/დიუიმი², ხოლო ექსპერიმენტულ მოდელებში – 40 გბიტ/დიუიმი².



ნახ. 2.5. ჩაწერის სიმჭიდროვის გრაფიკული წარმოდგენა

AFC ტექნოლოგია

ჩვეულებრივ დამგროვებლებში გამოყენებულ ხისტ დისკებს მხოლოდ ერთი მაგნიტური ფენა გააჩნია. ინფორმაციის ჩაწერის სიმჭიდროვის გაზრდა შესაძლებელია მხოლოდ მაგნიტური მონაკვეთების ზომების შემცირებით. მაგრამ ზომების ზღერული შემცირება სუპერმაგნეტიზმის ეფექტს იწვევს, რომელიც მაგნიტური მონაკვეთების თანდათანობითი განმაგნიტებით გამოიხატება.

1990 წელს *IBM*-ის სპეციალისტებმა აღმოაჩინეს, რომ ლითონური რუტენიუმი ყველაზე ეფექტური არამაგნიტური მასალაა, რომლის გამოყენებაც შესაძლებელია გიგანტურ მაგნიტორეზისტულ თავაკებში გამოყოფი ფენის სახით. თუმცა აღნიშნული აღმოჩენა რეალიზებული იქნა მხოლოდ 2001 წელს, როდესაც *IBM*-მა გამოუშვა 80 და 120 გბაიტი ტევადობის *Deskstar GPX* დამგროვებლები.

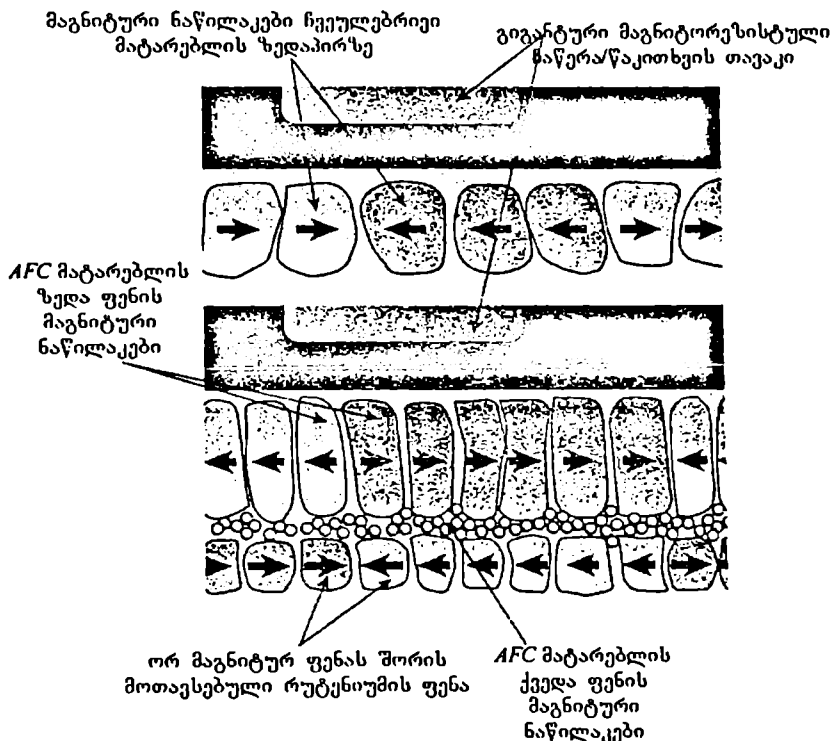
ნახ. 2.6-ზე წარმოდგენილია ჩვეულებრივი ერთფენიანი და *AFC* მატარებლები.

დამგროვებელი, რომელშიც ლითონური რუტენიუმის ფენა გამოიყენება, *AFC* (ანტიფერომაგნიტური ორმაგი ფენით) დამგროვებელი ეწოდება. ლითონური რუტენიუმის უთხელესი (სამი ატომის სისქის) ფენის გამოყენების შედეგად ჩაწერის სიმჭიდროვე 25 გბაიტი/დიუიმი²-მდე გაიზარდა.

ორ მაგნიტურ ფენას შორის მოთავსებული ლითონური რუტენიუმის უთხელესი ფენა ამ ფენების მაგნიტური ნაწილაკების ერთმანეთის საპირისპირო მიმართულებით ორიენტაციის საშუალებას იძლევა. სამფენიანი კონსტრუქცია ჩვეულებრივ მაგნიტურ ფენასთან შედარებით ფიზიკურად უფრო სქელია, მაგრამ ნაწილაკების საპირის-

პირო ორიენტაციის შედეგად მატარებელი ფუნქციონირებს, როგორც ერთი ფენა ბევრად ნაკლები საერთო სისქით.

AFC დამგროვებლებში ჩაწერა/წაკითხვის თავაკებს უფრო მჭიდრო ჩანაწერის გაკეთების საშუალება ეძლევა. ამ დროს დამგროვებლის ტევადობა იზრდება ჩაწერის ხარისხის გაუარესების გარეშე.

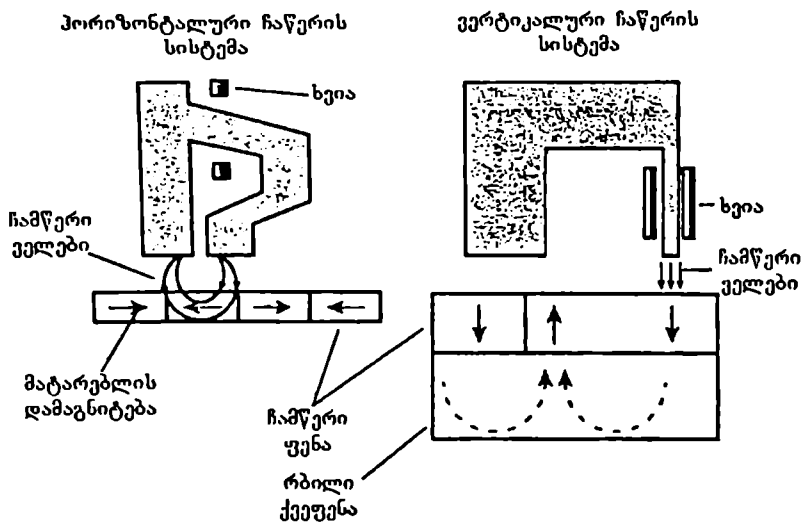


ნახ. 2.6. მაგნიტური ფენები ჩვეულებრივ და AFC მატარებლებში

მონაცემთა პერპენდიკულარული (ვერტიკალური) შენახვის სისტემები

პრაქტიკულად ყველა ვინჩესტერში და სხვა დისკურ დამგროვებელში მონაცემთა პორიზონტალური ჩაწერა გამოიყენება. ამ დროს მაგნიტური ნაწილაკები მატარებლის ზედაპირის მიმართ პორიზონტალურად განთავსდება.

მონაცემთა პერპენდიკულარული ჩაწერის მეთოდი მონაცემების ჩაწერის სიმჭიდროვის მნიშვნელოვნად გაზრდის საშუალებას იძლევა, რადგან ვერტიკალურად ორიენტირებული ნაწილაკები დისკზე ბევრად ნაკლებ ადგილს იკავებს პორიზონტალურად ჩაწერილ ნაწილაკებთან შედარებით (ნახ. 2.7).



ნახ. 2.7. ჩაწერის პორიზონტალური და ვერტიკალური (პერპენდიკულარული) სისტემები

პერპენდიკულარული ჩაწერის მეთოდი შემოთავაზებული იქნა ჯერ კიდევ 1976 წელს, თუმცა მისი პრაქტიკული რეალიზაცია მოხდა მხოლოდ 1989 წელს, 2,88 მბაიტთან დრეკად დისკებში.

ვინჩესტერების წამყვანი დამამზადებელი კომპანიები ინტენსიურად მუშაობენ პერპენდიკულარული ჩაწერის ტექნოლოგიის სრულყოფაზე, რაც შესაძლებელს გახდის ჩაწერის სიმჭიდროვის გაზრდას ამჟამად უმაღლესი მაჩვენებლების მქონე AFC (*antiferromagnetically coupled*) სამუშაო ფენით დაფარულ ვინჩესტერებთან შედარებით. გამოკვლევები ადასტურებს, რომ მატარებელზე ინფორმაციის პერპენდიკულარული ჩაწერის მეთოდის რეალიზაცია შესაძლებელს გახდის ჩაწერის სიმჭიდროვის 500-1000 გბაიტი/დიუიმი²-მდე გაზრდას.

თუმცა პერპენდიკულარული ჩაწერის მეთოდის რეალიზაციის შემთხვევაში საჭირო გახდება თავაკების და ვინჩესტერის სხვა ელემენტების კონსტრუქციის მთლიანი შეცვლა. იმის გათვალისწინებით, რომ ასეთი მოდერნიზაცია საკმაოდ დიდ თანხებთანაა დაკავშირებული, ხოლო GMR და AFC ტექნოლოგიები ჯერ-ჯერობით აკმაყოფილებენ თანამედროვე მოთხოვნებს, ვერტიკალური ჩაწერის ტექნოლოგიის ფართოდ გავრცელება უახლოეს პერიოდში ნაკლებსავარაუდოა.

2.3. მონაცემების კოდირების საშუალებები

მაგნიტურ მატარებელზე ციფრული მონაცემები ანალოგური ფორმით ინახება. ჩაწერის სიგნალში იმპულსების ოპტიმალური განაწილებისთვის ციფრული მონაცემები მიეწოდება სპეციალურ მოწყობილობას, რომელსაც კოდერ-დეკოდერი (coder-decoder) ეწოდება. ეს მოწყობილობა ორობით მონაცემებს გარდაქმნის ელექტრულ სიგნალებად, რომლებიც ოპტიმიზირებულია ჩასაწერ ბილიკზე ნიშნის ცვლილების ზონების განაწილების თვალსაზრისით.

ციფრულ მონაცემებთან მუშაობის დროს განსაკუთრებული მნიშვნელობა სინქრონიზაციას ენიჭება. ჩაწერისას და წაკითხვისას უაღრესად მნიშვნელოვანია ნიშნის ცვლილების ყოველი მომენტის ზუსტი განსაზღვრა. სინქრონიზაციის არარსებობამ შეიძლება გამოიწვიოს ნიშნის ცვლილების მომენტის არასწორი განსაზღვრა და აქედან გამომდინარე, ინფორმაციის დამახინჯება.

გადამცემი და მიმღები მოწყობილობების მუშაობა მკაცრად უნდა იყოს სინქრონიზებული. სინქრონიზაციის ორი ზოგადი საშუალება არსებობს:

- სინქროსიგნალის გადაცემა კავშირის სპეციალური არხის საშუალებით;
- სინქროსიგნალის გაერთიანება მონაცემთა სიგნალთან და მათი ერთი კავშირის არხით გადაცემა.

სინქრონიზაციის პირველი მეთოდი დამგროვებლებში შემდეგი მიზეზის გამო არ გამოიყენება: დაეუშვათ 0-ვანი ბიტის ჩაწერა დისკზე ხდება ერთი პოლარობის დომენების სახით. მაშინ 10 ნულოვანი ბიტის ჩაწერის შე-

დეგად დისკზე მიიღება 10 ერთნაირი, მიმდევრობით განთავსებული მონაკვეთი. წარმოვიდგინოთ, რომ მოხდა მცირე დარღვევა მაკოდირებელი მოწყობილობის სინქრონიზაციის სქემაში. სატაქტო სიგნალების სიხშირის მცირედ გაზრდამ შეიძლება გამოიწვიოს მაკოდირებელი მოწყობილობის მიერ გრძელი, ცვლილების ზონების არმქონე 10-უჯრედიანი ველის მონაცემთა 9 უჯრად წარმოდგენა და პირიქით, სინქრონიზაციის სიხშირის შემცირების შედეგად მაკოდირებელმა მოწყობილობამ 10-უჯრედიანი ველი შეიძლება წაიკითხოს, როგორც 11-თანრიგა მონაცემი.

მატარებლებზე მონაცემთა ჩაწერისას აგრეთვე უნდა გათვალისწინდეს ერთი საპირისპირო ფაქტორი: თავაკების და დამგროვებლების დამზადების ტექნოლოგიური შესაძლებლობები ზღუდავენ დისკზე ცვლილების ველების რაოდენობას.

ამიტომ დამგროვებლებში სინქრონიზაციის მეორე მეთოდი გამოიყენება. იგი კოდირების სპეციალური სისტემების გამოყენებით რეალიზდება.

კოდირების სიტემები როგორც გრძელი ერთგვაროვანი ველების თავიდან აცილების, ასევე ცვლილების ველების ოპტიმალური რაოდენობის მიღების საშუალებას იძლევა.

სიხშირული მოდულაცია (FM)

კოდირების FM (Frequency Modulation) მეთოდი გამოიყენებოდა 1970-იან წლებში, 80 კბაიტთან დრეკად დისკებში და ბევრ სხვა მოწყობილობაშიც. ამჟამად FM მოდულაცია აღარ გამოიყენება.

მოდულირებული სიხშირული მოდულაცია (MFM)

ცხრილში 2.1 წარმოდგენილია მონაცემთა ბიტებსა და ნიშნის ცვლილების ველებს შორის შესაბამისობა MFM მოდულაციის დროს.

MFM (Modified Frequency Modulation – მოდიფიცირებული სიხშირული მოდულაცია) მეთოდი, FM მეთოდთან შედარებით, ნიშნის ცვლილების ზონების რაოდენობის ორჯერ შემცირების და დისკის სასარგებლო მოცულობის ორჯერ გაზრდის შესაძლებლობას იძლევა. ამიტომ MFM მეთოდით ჩაწერილ დისკებს ზოგჯერ დისკებს ორმაგი სიმჭიდროვითაც უწოდებენ.

ცხრილი 2.1

MFM კოდირება

მონაცემთა ბიტი	ნიშნის შეცვლის ზონების თანმიმდევრობა
1	NT
0, წინა თანრიგში 0	TN
0, წინა თანრიგში 1	NN

T – არის ნიშნის შეცვლა;

N – არ არის ნიშნის შეცვლა.

კოდირების MFM მეთოდი ამჟამად 1,44 მბაიტთან დრეკად დისკებში გამოიყენება.

კოდირება ჩაწერის ველის სიგრძის შეზღუდვით (RLL)

კოდირება ჩაწერის ველის სიგრძის შეზღუდვით (Run Length Limited - RLL) ამჟამად კოდირების ყველაზე უფრო პოპულარული მეთოდია. კოდირების RLL მეთოდი

FM მეთოდთან შედარებით 3-ჯერ, ხოლო *MFM* მეთოდთან შედარებით 1,5-ჯერ მეტი ინფორმაციის განთავსების საშუალებას იძლევა ვინჩესტერზე. *RLL* მეთოდის მიხედვით არა ცალკეული ბიტები, არამედ ბიტების ჯგუფები კოდირდება, რის შედეგადაც ნიშნის ცვლილების ზონების გარკვეული თანმიმდევრობები იქმნება.

RLL მეთოდი *IBM*-ის მიერ იქნა დამუშავებული და თავდაპირველად დიდ მანქანებში გამოიყენებოდა. 1980-იან წლებში ამ მეთოდის გამოყენება ვინჩესტერებში დაიწყო, ხოლო ამჟამად უაქტიურად ყველა დამგროვებელში გამოიყენება, დრეკადი დისკების გარდა.

RLL კოდირება ორ ძირითად პარამეტრს ეფუძნება: გადასვლების არმქონე ზონების მინიმალურ (გარბენის სიგრძე) და მაქსიმალურ (გარბენის ზღვარი) რაოდენობას. ამ პარამეტრების ცვლილებით შესაძლებელია კოდირების სხვადასხვა მეთოდების მიღება. პრაქტიკულად *RLL 2,7* (გარბენის მინიმალური სიგრძე – 2, გარბენის ზღვარი – 7) მეთოდი გამოიყენება.

FM და *MFM* მეთოდები *RLL* მეთოდის კონკრეტული ვარიანტებია (შესაბამისად *RLL 0,1* და *RLL 1,3*), თუმცა ამ მეთოდებს უფრო ჩვეული, *FM* და *MFM* ტერმინებით აღწერენ.

RLL მეთოდის იშვიათად გამოყენებული ვარიანტია *RLL 3,9*. ზოგჯერ მას გაუმჯობესებულ *RLL*-საც (*Advanced RLL - ARLL*) უწოდებენ. *RLL 3,9* მეთოდის გამოყენებით მნიშვნელოვნად იზრდება დისკზე ინფორმაციის ჩაწერის სიმჭიდროვე, მაგრამ მცირდება საიმედოობა. იყო მცდელობა *ARLL* კონტროლერების ვინჩესტერებში გამოყენები-

სა, მაგრამ მათი გამოშვება შემდგომში დაბალი საიმედოობის გამო შეწყდა.

კოდირების ერთი და იმავე სისტემისთვის შესაძლებელია ათასობით სხვადასხვა ვარიანტის არჩევა. ცხრილში 2.2 წარმოდგენილია RLL 2,7 კოდირების ერთ-ერთი ფართოდ გაერცელებული ვარიანტი. მონაცემების 2, 3 და 4-ბიტისანი ჯგუფები შესაბამისად 4, 6 და 8-ბიტურ უჯრედებად გარდაიქმნება. კოდირების მეთოდი ნიშნის ცვლილების ველებს შორის არაუმცირეს 2 და არაუმეტეს 7 გადასვლისგარეშე უჯრედის (გარბენის) არსებობას უზრუნველყოფს.

ცხრილი 2.2

RLL 2,7 კოდირება

მონაცემების ბიტები	ნიშნის შეცვლის ზონების თანმიმდევრობა
10	NTNN
11	TNNN
000	NNNTNN
010	TNNTNN
011	NNTNNN
0010	NNTNNTNN
0011	NNNNTNNN

ნახ. 2.8-ზე წარმოდგენილია ვინჩესტერზე „X“ სიმბოლოს (ASCII კოდი – 01011000) ჩაწერისას ფორმირებული სიგნალების დიაგრამა კოდირების სხვადასხვა სისტემებისთვის.

FM (RLL 0,1), მონაცემთა გადაცემის ერთჯერადი სატაქტო სიხშირე



MFM (RLL 1,3), მონაცემთა გადაცემის გაორმაგებული სატაქტო სიხშირე



(RLL 2,7), მონაცემთა გადაცემის გასამმაგებული სატაქტო სიხშირე



- T – არის ნიშნის შეცვლა;
- N – არ არის ნიშნის შეცვლა.
- - ბიტური უჯრედების საზღვრები

ნახ. 2.8. X“ სიმბოლოს ჩაწერისას ფორმირებული სიგნალები *FM*, *MFM* და *RLL 2,7* კოდირების სისტემებისათვის

დრეკადი დისკური მოწყობილობები

დრეკადი დისკური მოწყობილობები (*Floppy Disk Drive - FDD*) პერსონალური კომპიუტერების უძველესი პერიფერიული მოწყობილობებია. ინფორმაციის მატარებლის სახით ისინი 3,5" დიამეტრის დისკეტებს იყენებენ.

დისკეტაზე ინფორმაციის დამახსოვრება ხდება მისი დამაგნიტების შეცვლით. მაგნიტური ველის შეცვლა განაპირობებს მაგნიტური ნაწილაკების ორიენტაციას „ჩრდილოეთი-სამხრეთი“, ან „სამხრეთი-ჩრდილოეთი“ მიმართულებით, რაც შეესაბამება ლოგიკურ მდგომარეობებს „1“ და „0“.

3.1 დრეკადი დისკური მოწყობილობების კონსტრუქცია

კონსტრუქციულად დრეკადი დისკური მოწყობილობები მცირე რაოდენობის ელექტრონულ და დიდი რაოდენობის მექანიკურ ელემენტებს შეიცავენ. ამიტომ დისკური მოწყობილობის საიმედო მუშაობისთვის აუცილებელია ამძრავი მექანიზმის მდგრადი მუშაობა. დისკური მოწყობილობა ოთხი ძირითადი ელემენტისგან შედგება:

- მუშა ძრავა;
- მუშა თავაკები;
- თავაკების ამძრავი;
- მმართველი ელექტრონიკა.

მუშა ძრავა

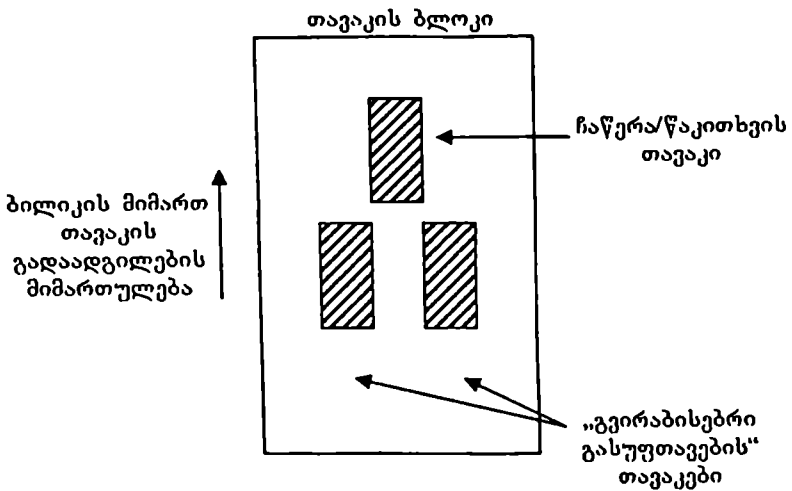
მუშა ძრავა დისკის აბრუნებს და მხოლოდ მაშინ ჩაირთვება, როდესაც დისკურ მოწყობილობაში მოთავსებულია დისკეტა. ძრავა უზრუნველყოფს დისკეტის ბრუნვის მუდმივ სიჩქარეს – 300 ბრ/წთ.

დისკური მოწყობილობა კომპიუტერში პორიზონტალურად, ან ვერტიკალურად უნდა დაყენდეს. წინააღმდეგ შემთხვევაში ბრუნვის სიჩქარის მუდმივობა შეიძლება დაირღვეს.

დისკური მოწყობილობის თავაკები

დისკური მოწყობილობები აღჭურვილია ორი კომბინირებული თავაკით. თითოეული თავაკი ინფორმაციის როგორც ჩაწერის, ასევე წაკითხვისთვის გამოიყენება. რამდენადაც ღრეკადი დისკები ორმხრივია, ერთი თავაკი ემსახურება დისკის ზედა, ხოლო მეორე – ქვედა ზედაპირს. თითოეული თავაკი რთულ მოწყობილობას წარმოადგენს, რომელშიც წაკითხვა/ჩაწერის თავაკი ორ წამშლელ თავაკს შორისაა მოთავსებული (ნახ. 3.1).

თითოეული თავაკი აღჭურვილია ზამბარით და დისკს გარკვეული წნევით ეჭირება. ამრიგად, წაკითხვა/ჩაწერის ოპერაციის შესრულებისას თავაკსა და დისკს შორის უშუალო კონტაქტს აქვს ადგილი. რამდენადაც დისკის ბრუნვის სიჩქარე მხოლოდ 300 ბრ/წთია, წნევა არ ქმნის ხახუნთან დაკავშირებულ განსაკუთრებულ პრობლემებს. თუმცა ხახუნის შესამცირებლად დისკები მაინც იფარება სპეციალური შემადგენლობებით.



**ნახ. 3.1. დრეკადი დისკური მოწყობილობის
თავაკის კონსტრუქცია**

ჩაწერის მეთოდი

დრეკად დისკებზე ჩაწერა ხდება „გვირაბისებრი გასუფთავების“ მეთოდით. ბილიკზე მონაცემების ჩაწერისას დამატებითი თავაკები შლიან მაგნიტურ ინფორმაციას ბილიკების გარე საზღვრების გასწვრივ – ასწორებენ ბილიკებს. ამრიგად, თითოეულ ბილიკზე მონაცემები ვიწრო „გვირაბში“ იწერება, რაც ერთი ბილიკის სიგნალების მეზობელი ბილიკის სიგნალებით დამახინჯებას გამორიცხავს.

თავაკების ამძრავი

თავაკის განლაგებას იმ ბილიკის მიმართ, რომელზედაც ჩაწერა ან წაკითხვა სრულდება, პოზიციონირება ეწოდება. თავაკების პოზიციონირება ბიჯური ძრავის ბა-

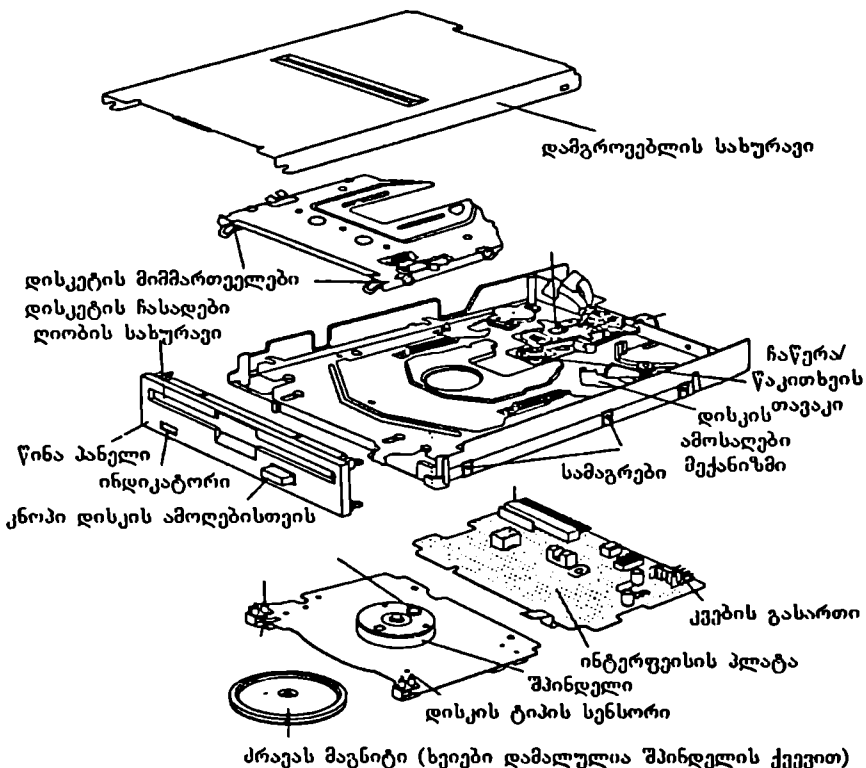
ზაზე აგებული ამძრავის საშუალებით სრულდება. ამძრავი თავაკებს წრფივად, ორი მიმართულებით – დისკის ცენტრისკენ, ან კიდისკენ ამოძრავებს. ბიჯური ძრავა ზუსტად განსაზღვრული კუთხით ტრიალდება და ჩერდება. ამ დროს თავაკი სასურველ ბილიკზე ყენდება.

ბიჯურ ძრავას უწყვეტი პოზიციონირება არ შეუძლია. გადაადგილების თითოეული ბიჯი დისკის შემდეგ ბილიკზე გადასვლას განსაზღვრავს. ამძრავს მართავს დისკური მოწყობილობის კონტროლერი, რომლის ბრძანებების მიხედვითაც თავაკი შეიძლება ნებისმიერი ბიჯით გადაადგილდეს ამძრავის გადაადგილების საზღვრებში. მაგალითად, 25-ე ბილიკზე თავაკების პოზიციონირებისთვის ამძრავმა უნდა მიიღოს ბრძანება ნულოვანი ცილინდრიდან 25-ე პოზიციაში ბიჯური ძრავის გადაადგილების შესახებ.

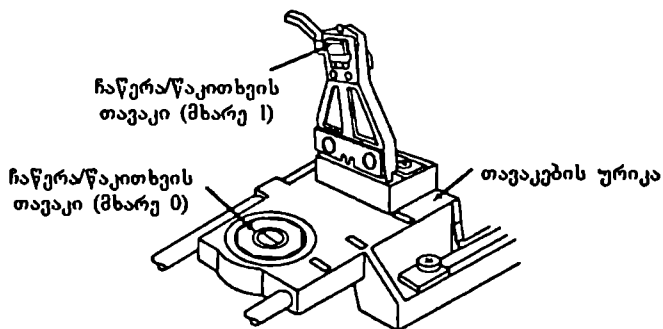
დრეკად დისკურ მოწყობილობებში დაყენებული ამძრავი გარკვეული ბიჯით გადაადგილდება, რომელიც დისკის ბილიკებს შორის მანძილით განისაზღვრება. თანამედროვე დისკური მოწყობილობები აღჭურვილია მობრუნების 1,8° ბიჯური კუთხის მქონე ამძრავით.

რამდენადაც ზედა და ქვედა თავაკები ერთ მექანიზმზეა დამონტაჟებული, ისინი მხოლოდ ერთდროულად გადაადგილდება. კომპიუტერის ჩართვისას თავაკების ამძრავი სპეციფიურ ხმას გამოსცემს და თავაკების საწყისი პოზიციონირებით დისკურ მოწყობილობას ამოწმებს.

ნახ. 3.2-ზე წარმოდგენილია სტანდარტული ორმხრივი დრეკადი დისკური მოწყობილობის, ხოლო ნახ. 3.3-ზე – დისკური მოწყობილობის თავაკების კონსტრუქცია.



ნახ. 32. სტანდარტული 3,5-დიუიმიანი დისკური მოწყობილობა



ნახ. 33. დისკური მოწყობილობის თავაკების ბლოკი

მმართველი ელექტრონიკა

ელექტრონული სქემა მოთავსებულია დისკური მოწყობილობის ქვედა მხარეს. იგი მართავს მუშა ძრავას, თავაკების ამძრავს, თავაკებს, დისკის გადამწოდებს და აგრეთვე შემდეგ ფუნქციებს ასრულებს:

- გადასცემს სიგნალებს დისკურ მოწყობილობასა და დისკური მოწყობილობის კონტროლერს შორის;
- გარდაქმნის თავაკებით წაკითხულ, ან ჩაწერილ მონაცემებს.

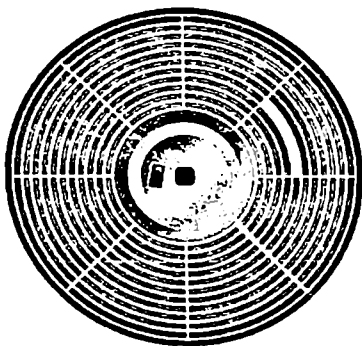
3.2. დისკის ლოგიკური სტრუქტურა

ინფორმაციის ჩაწერისა და წაკითხვისთვის აუცილებელია დისკის გარკვეულ მონაკვეთებად დაყოფა, ანუ დისკის ლოგიკური სტრუქტურის შექმნა. ამისთვის დისკი უნდა დაფორმატდეს.

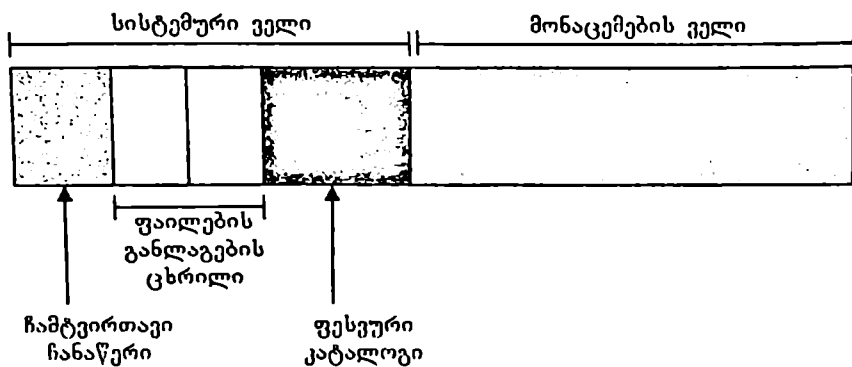
დისკის დაფორმატება პროგრამულად, ოპერაციული სისტემის საშუალებით სრულდება. დრეკადი დისკისთვის როგორც დაბალი, ასევე მაღალი დონის დაფორმატება ერთდროულად სრულდება. დაფორმატების შედეგად დისკზე იქმნება ბილიკები, სექტორები (ნახ. 3.4) და იწერება ოპერაციული სისტემისათვის აუცილებელი ინფორმაცია – ფესვური კატალოგი და ფაილების განლაგების ცხრილი.

დაფორმატების შედეგად დისკი ორ ნაწილად იყოფა (ნახ. 3.5):

- სისტემურ ველად;
- მონაცემების ველად.



ნახ. 3.4. დისკის ბილიკებად და სექტორებად დაყოფა



ნახ. 3.5. დისკის სტრუქტურა

მონაცემთა ველის დანიშნულებაა ფაილების შენახვა.

სისტემურ ველში იწერება:

- დისკის ჩამტვირთავი ჩანაწერი – *Boot Record*;
- ფაილების განლაგების ცხრილი – *FAT (File Allocation Table)*;

- ფესვეური კატალოგი.

ოპერაციული სისტემა თითქმის მთლიანად არეზერვებს დისკის გარე ბილიკს (ბილიკი 0) თავისი საჭიროებისთვის. 0-ვანი ბილიკის 1-ელი სექტორი ჩამტვირთავი სექტორია (*Boot Sector*) და მასში ჩამტვირთავი ჩანაწერი (*Boot Record*) იწერება. ჩამტვირთავი ჩანაწერი მოკლე პროგრამაა (რამდენიმე ასეული ბაიტი), რომელიც კომპიუტერის ოპერატიულ მეხსიერებაში ჩამტვირთავი (სისტემური) დისკიდან ოპერაციული სისტემის ჩატვირთვას უზრუნველყოფს.

სისტემური ველის შემდეგ ნაწილს იკავებს *FAT*. იგი დისკზე ორჯერ იწერება (მეორე ეგზემპლარი პირველის კოპიოა). *FAT*-ის საშუალებით ოპერაციული სისტემა განსაზღვრავს, თუ რა ფაილებია დისკზე ჩაწერილი და რომელ სექტორებში არიან ისინი განთავსებულნი. *FAT* დისკზე ჩაწერილი ფაილების ნებისმიერ ცვლილებას ასახავს.

ოპერაციული სისტემა დისკს ჰყოფს კლასტერებად. კლასტერი არის დისკის უმცირესი ნაწილი, რომელიც ოპერაციულმა სისტემამ ფაილის ჩაწერისთვის შეიძლება გამოიყენოს. კლასტერის ზომა დისკის ტიპზეა დამოკიდებული და შეიძლება ერთი, ან რამდენიმე სექტორისგან შედგებოდეს. რაც უფრო მეტია *FAT*-ის ელემენტის თანრიგიანობა, მით უფრო მეტ კლასტერთან შეუძლია ოპერაციულ სისტემას მუშაობა. დრეკადი დისკებისთვის *FAT*-ის ელემენტების სიგრძე 12 ბიტია.

FAT-ის საშუალებით ოპერაციული სისტემა განსაზღვრავს დისკური სივრცის განაწილებას, ამიტომ *FAT* დისკის ყველაზე უფრო კრიტიკულ უბანს წარმოადგენს

და მაქსიმალურ დაცვას მოითხოვს. ამიტომ დისკზე FAT-ის ორი კოპიო იწერება. მათ შორის მუშაობისას მხოლოდ პირველი კოპიო გამოიყენება. მეორე კოპიოს მხოლოდ დაზიანებული დისკების და ინფორმაციის აღმდგენი პროგრამები მიმართავენ.

სისტემური ველის ბოლო ნაწილს ფესვური კატალოგი იკავებს. დისკზე საჭიროების შემთხვევაში შეიძლება ქვეკატალოგების შექმნაც. ყოველი ფაილისთვის არსებობს კატალოგის ელემენტი, რომელიც ფაილის სახელს, გაფართოებას, ბოლო რედაქტირების თარიღსა და დროს შეიცავს. ამას გარდა, კატალოგის ელემენტში ფაილის საწყისი კლასტერის ნომერი და ატრიბუტები იწერება, რომლებიც ფაილის მახასიათებლების რეგისტრაციისთვის გამოიყენება.

ფესვური კატალოგის თითოეული ელემენტის სიგრძე 32 ბაიტია, ამიტომ ერთ 512-ბაიტთან სექტორში 16 ელემენტი თავსდება. დისკის თითოეული ტიპისთვის ფესვური კატალოგის მოცულობა ფიქსირებულია. მაგალითად, 3,5" ფორმატის და 1,44 მბაიტი მოცულობის დისკზე ფესვური კატალოგისთვის გამოყოფილია 14 სექტორი, რომელშიც შეიძლება 224 ($16 \times 14 = 224$) ფაილის შესახებ ინფორმაციის ჩაწერა.

3.3. დისკური მოწყობილობების სტანდარტები

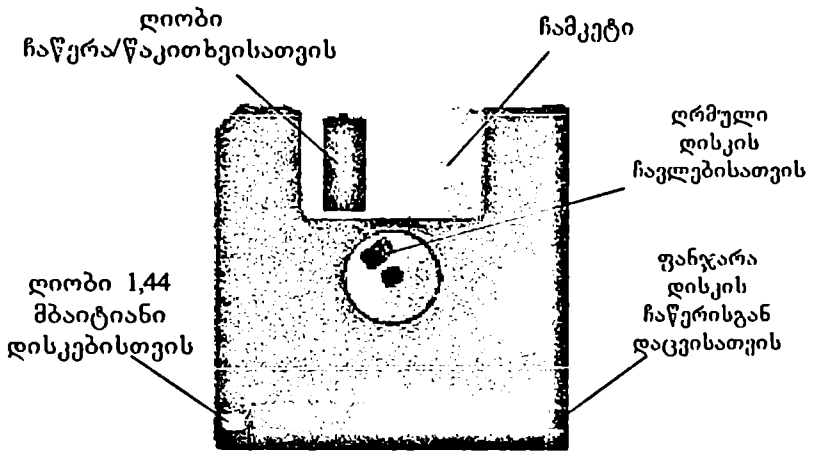
IBM სტანდარტის პერსონალურ კომპიუტერებს 5,25-დიუმიანი და 3,5-დიუმიანი დრეკადი დისკური მოწყობილობების მხარდაჭერა გააჩნია. ზოგიერთი პარამეტრი ყველა დისკურ მოწყობილობაში ერთნაირია (სექტორის

ზომა, მხარეების და FAT-ების რაოდენობა), ხოლო ზოგერთი – განსხვავებული.

5,25-დიუმიანი დრეკადი დისკური მოწყობილობები მორალურად მოძველებულია. თანამედროვე პერსონალურ კომპიუტერებში პრაქტიკულად მხოლოდ 3,5-დიუმიანი დრეკადი დისკური მოწყობილობები გამოიყენება.

3,5-დიუმიანი დისკეტები

ნახ. 3.6-ზე წარმოდგენილია 3,5-დიუმიანი დისკის კონსტრუქცია. დისკს გააჩნია ჩამკეტი, რომელიც დისკის მუშა ზედაპირის მტერისგან დაცვას უზრუნველყოფს და ავტომატურად მხოლოდ მაშინ იღება, როდესაც დისკი ჩადებულია დისკურ მოწყობილობაში.



ნახ. 3.6. 3,5-დიუმიანი დისკეტი

დისკეტის ერთი კუთხე ჩაჭრილია, რაც იცავს მას დისკურ მოწყობილობაში არასწორი ჩადებისგან. დისკი

მხოლოდ მაშინ ტრიალებს, როდესაც ის სწორედაა ჩადებული დისკურ მოწყობილობაში.

დისკს გააჩნია ღიობი პლასტმასის ჩამკეტით. თუ ღიობი დაფარულია ჩამკეტით, დისკიდან შესაძლებელია მონაცემების როგორც წაკითხვა, ასევე ჩაწერა და დაფორმატება. წინააღმდეგ შემთხვევაში დისკიდან მხოლოდ მონაცემების წაკითხვაა შესაძლებელი.

თანამედროვე პერსონალურ კომპიუტერებში უმეტესად გამოიყენება 3,5-დიუმიანი დისკური მოწყობილობა 1,44 მბაიტის დისკებით – სტანდარტი *HD (High Dencity)*.

720 კბაიტის დისკური მოწყობილობები – სტანდარტი *DD (Double dencity – ორმაგი სიმჭიდროვე)* მორალურად მოძველებულია და აღარ გამოიყენება.

HD სტანდარტის დისკებში მონაცემების ჩაწერის სიმჭიდროვე (18 სექტორი ბილიკზე) ორჯერ მეტია *DD* სტანდარტის დისკებთან შედარებით (9 სექტორი ბილიკზე), რაც *HD* დისკის მოცულობის 1,44 მბაიტამდე გაზრდის საშუალებას იძლევა.

დამუშავებულია აგრეთვე 3,5-დიუმიანი დისკური მოწყობილობები, რომლებიც სამუშაოდ 2,88 მბაიტის დრეკად დისკებს იყენებენ (სტანდარტი *ED*). *ED* სტანდარტის დისკი ჩაწერის ზემაღალი სიმჭიდროვით გამოირჩევა (36 სექტორი ბილიკზე). დისკის მაგნიტური ფენის საფუძველი ბარიუმის ფერიტია. *ED* სტანდარტის დისკებში, სხვა სტანდარტის დისკებისგან განსხვავებით, ჩაწერის ვერტიკალური მეთოდი გამოიყენება. ამ დროს მაგნიტური დომენები ორიენტირებულია ვერტიკალურად, უფრო კომპაქტურად და არა ჰორიზონტალურად, როგორც სხვა სტანდარტის დრეკად დისკებში.

ED სტანდარტმა ფართო გავრცელება ვერ აკოვა მაღალი ღირებულების და ჯერ-ჯერობით ნაკლებად გავრცელებული ვერტიკალური ჩაწერის მეთოდის გამოყენების გამო.

ცხრილი 3.1 წარმოდგენილია 3,5-დიუმიანი დრეკადი დისკების პარამეტრები.

ცხრილი 3.1

დრეკადი დისკების დაფორმატების პარამეტრები

დისკის მოცულობა, კბაიტი	2880	1440	720
მხარეების (თავაკების) რაოდენობა	2	2	2
ბილიკების რაოდენობა თითოეულ მხარეზე	80	80	80
სექტორების რაოდენობა ბილიკზე	36	18	9
სექტორის მოცულობა, ბაიტი	512	512	512
სექტორების რაოდენობა კლასტერში	2	1	2
FAT-ის სიგრძე სექტორებში	9	9	3
FAT-ების რაოდენობა	2	2	2
ფესვეური კატალოგის სიგრძე სექტორებში	15	14	7
ფესვეურ კატალოგში ელემენტების მაქსიმალური რაოდენობა	240	224	112
სექტორების საერთო რაოდენობა დისკზე	5760	2880	1440
პროგრამულად მიღწევადი სექტორების რაოდენობა	5726	2847	1426

კოერციტიული ძალა და მაგნიტური ფენის სისქე

კოერციტიული ძალა აღნიშნავს მაგნიტური ფენის დაძაბულობას, რომელიც აუცილებელია დისკზე მონაცემების სწორად ჩაწერისთვის. კოერციტიული ძალა, ისევე როგორც მაგნიტური ფენის დაძაბულობა, ესტრედებში (ე) იზომება. მაღალი კოერციტიული ძალის მქონე დისკზე

ჩაწერისთვის საჭიროა შედარებით ძლიერი მაგნიტური ველი, ხოლო მცირე კოერციტიული ძალის მქონე დისკებზე ჩაწერა უფრო სუსტი მაგნიტური ველით ხდება. ამრიგად, რაც უფრო დაბალია კოერციტიული ძალა, მით უფრო მგრძნობიარეა დისკი.

დისკის კიდევ ერთი მახასიათებელია მაგნიტური ფენის სისქე. რაც უფრო ვიწროა მაგნიტური ფენა, მით უფრო ნაკლებ ზეგაველენას ახდენს დისკის ერთი მონაკვეთი მეორეზე. ამიტომ ვიწრო მაგნიტური ფენის მქონე დისკებს ახასიათებთ დიუიმზე მეტი ინფორმაციის ჩაწერის შესაძლებლობა ხარისხის გაუარესების გარეშე.

ცხრილში 3.2 წარმოდგენილია სხვადასხვა სტანდარტის 3,5-დიუიმიანი დისკების მაგნიტური საფარის პარამეტრები.

ცხრილი 3.2

დისკების მაგნიტური საფარის პარამეტრები

მაგნიტური საფარის პარამეტრი	ორმაგი სიმჭიდროვე (DD)	მაღალი სიმჭიდროვე (HD)	ზემაღალი სიმჭიდროვე (ED)
ბილიკების სიმჭიდროვე (TPI)	135	135	135
წრფივი სიმჭიდროვე (BPI)	8717	17434	34868
მაგნიტური ფენის საფუძველი	Co	Co	Ba
კოერციტიული ძალა, ე	600	720	750
სისქე, მიკროდიუმი	70	40	100
ჩაწერის პოლარობა	ჰორიზონტალური	ჰორიზონტალური	ვერტიკალური

3.4. დრეკადი დისკური მოწყობილობის ჩართვა

დრეკად დისკურ მოწყობილობებს ორი სტანდარტული გასართი გააჩნია:

- გასართი დისკურ მოწყობილობასა და *FDD* კონტროლერს შორის მმართველი სიგნალების და მონაცემების გაცვლისთვის;
- გასართი დისკური მოწყობილობის კვებისთვის.

FDD კონტროლერი

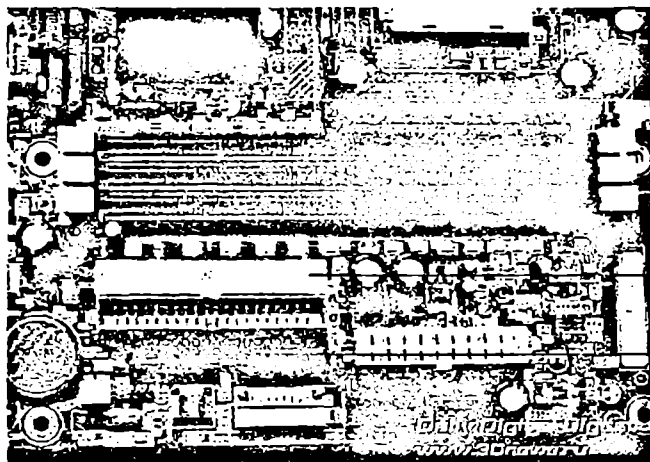
IBM XT პერსონალურ კომპიუტერებში ვინჩესტერისა და დრეკადი დისკური მოწყობილობისთვის ცალ-ცალკე კონტროლერები გამოიყენებოდა. *IBM AT-286* მოდელიდან დაწყებული კომბინირებული კონტროლერი – *CombController* გამოიყენეს, რომელიც როგორც ვინჩესტერს, ასევე დრეკად დისკურ მოწყობილობებსაც მართავდა.

თანამედროვე სისტემურ პლატებში *FDD* კონტროლერი ჩაშენებულია სისტემური პლატის *chipset*-ში. სისტემურ პლატაზე დამონტაჟებულია სპეციალური გასართი კაბელის შესაერთებლად (ნახ. 3.7).

დისკური მოწყობილობები კონტროლერს ბრტყელი, 34-გამტარიანი კაბელის საშუალებით უერთდება (ნახ. 3.8). კაბელში 6 გამტარი გადაბრუნებულია. ამ გამტარებით დამგროვებლის არჩევის და ამძრავის ჩართვის სიგნალები გადაიცემა.

კაბელის მავთულების გადაბრუნება აუცილებელია ორი დრეკადი დისკური მოწყობილობის დაყენების შემთხვევაში, მათთვის სხვადასხვა სახელების მისანიჭებლად (*A:* და *B:*). *FDD1* გასართთან შეერთებულ დრეკად დისკურ

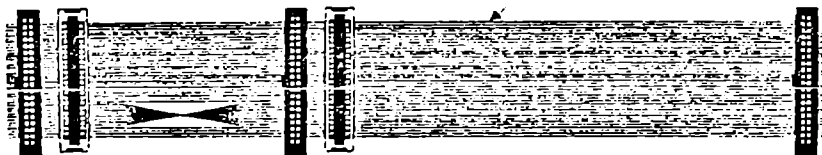
მოწყობილობას ენიჭება სახელი *A:*, ხოლო *FDD2* გასართთან შეერთებულ დრეკად დისკურ მოწყობილობას – სახელი *B:*.



HDD
კონტროლერის
გასართები
FDD
კონტროლერის
გასართი

ნახ. 3.7. სისტემურ პლატაზე არსებული *FDD* და *HDD* გასართები

ფერადი მარკირებული მავთული $Pin=1$



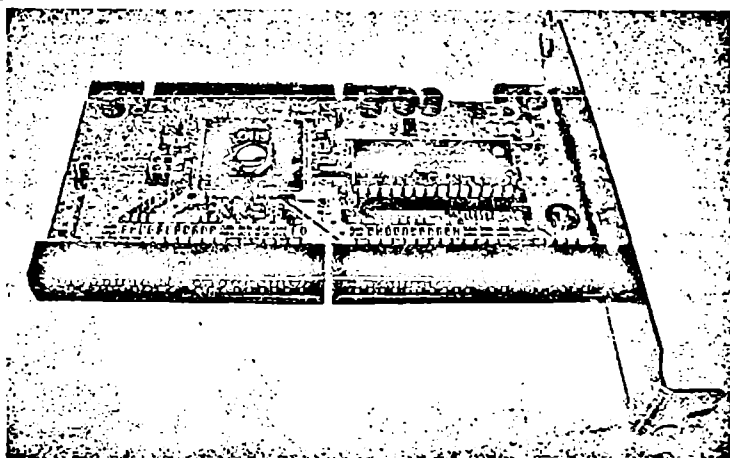
FDD 1 გასართი *FDD 2* გასართი *FDD* კონტროლერის გასართი

ნახ. 3.8. 34-გამტარიანი კაბელი დისკური მოწყობილობის შესაერთებლად

პირველი *FDD* კონტროლერები განთავსებულნი იყვნენ ცალკე პლატაზე და ოთხი დრეკადი დისკური მოწყობილობის შეერთების საშუალებას იძლეოდნენ. მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე 30-35 კბაიტი/წმ-ს აღწევდა.

თანამედროვე *FDD* კონტროლერები მხოლოდ ორი დრეკადი დისკურ მოწყობილობის ჩართვის შესაძლებლობას იძლევა, თუმცა მონაცემების გადაცემის სიჩქარე გაზრდილია 62 კბაიტი/წმ-მდე სტანდარტული 1,44 მბაიტიანი დისკური მოწყობილობებისთვის და 125 კბაიტი/წმ-მდე – დამაგროვებლებისთვის, რომელთაც 2,88 მბაიტი მოცულობის *ED* დისკების მხარდაჭერა გააჩნიათ.

თუ სისტემურ პლატას *FDD* კონტროლერი არ გააჩნია, შესაძლებელია სპეციალური პლატა-ადაპტერის გამოყენება (ნახ. 3.9).



ნახ. 3.9. *FDD* ადაპტერი

ცხრილში 3.3 წარმოდგენილია სტანდარტული დისკური მოწყობილობის გასართის კონტაქტების დანიშნულება.

სტანდარტული დისკური მოწყობილობის გასართის
კონტაქტები

კონ-ტაქტი	კატეგორია	სიგნალი	დანიშნულება
2	შესასვლელი	<i>High/normal density</i>	ჩაწერის მაღალი/ნორმატიული სიმჭიდროვე
4	შესასვლელი	<i>Unused</i>	დამამზადებლის სპეციფიკაცია
6	შესასვლელი	<i>Unused</i>	დამამზადებლის სპეციფიკაცია
8	გამოსასვლელი	<i>Index</i>	ინექსური ღიობის იდენტიფიკაცია
10	შესასვლელი	<i>Motor Enable 0</i>	A დისკური მოწყობილობის ძრავას ჩართვა
12	შესასვლელი	<i>Drive Select 1</i>	B დისკური მოწყობილობის აქტივიზაცია
14	შესასვლელი	<i>Drive Select 0</i>	A დისკური მოწყობილობის აქტივიზაცია
16	შესასვლელი	<i>Motor Enable 1</i>	B დისკური მოწყობილობის ძრავას ჩართვა
18	შესასვლელი	<i>Direction Select</i>	თავაკის გადაადგილების მიმართულება
20	შესასვლელი	<i>Step</i>	იმპულსი თავაკის გადაადგილებისთვის
22	შესასვლელი	<i>Write Data</i>	მონაცემთა ჩაწერა
24	შესასვლელი	<i>Write Gate</i>	სიგნალი მონაცემთა ზემოდან გადაწერისათვის
26	გამოსასვლელი	<i>Track 00</i>	თავაკის ნულოვან ბილიკზე გადაყვანა
28	გამოსასვლელი	<i>Write Protect</i>	დისკის დაცვა ცვლილებებისგან

კონ-ტაქტი	კატეგორია	სიგნალი	დანიშნულება
30	გამოსასვლელი	<i>Read Data</i>	მონაცემთა წაკითხვა
32	შესასვლელი	<i>Side Select</i>	მიმართვა დისკის პირველ, ან მეორე მხარეზე
34	გამოსასვლელი	<i>Drive Status</i>	დისკური მოწყობილობის მზადყოფნა

დისკური მოწყობილობის კეები

დისკური მოწყობილობების კეებისათვის AMP კომპანიის მიერ დამუშავებული, დიდი და მცირე ზომის ოთხ-კონტაქტიანი *Mate-N-Lock* გასართები გამოიყენება (ნახ. 3.10).



- 1 - (+12 ვ) ყვითელი
- 2 - (მიწა) შავი
- 3 - (მიწა) შავი
- 4 - (+5 ვ) წითელი

- 4 - (+12 ვ) ყვითელი
- 3 - (მიწა) შავი
- 2 - (მიწა) შავი
- 1 - (+5 ვ) წითელი

ნახ. 3.10. დრეკადი დისკური მოწყობილობების კეების გასართები

5,25-დიუმიანი დისკურ მოწყობილობებში გამოიყენება დიდი ზომის გასართი, ხოლო 3,5-დიუმიანი დისკურ მოწყობილობებში – იშვიათად დიდი, ხოლო უმეტესად მცირე ზომის გასართი.

ერთ-ერთი პრობლემა, რომელიც წარმოიქმნება ძველ კომპიუტერებში 3,5 დიუმიანი დისკური მოწყობი-

ლობის დაყენების დროს, მდგომარეობს იმაში, რომ კვების ბლოკს შეიძლება გააჩნდეს დიდი ზომის, ხოლო დრეკად დისკურ მოწყობილობას – მცირე ზომის გასართი. ამ შემთხვევაში გასართის მექანიკური გადაკეთება საშიშია, რადგან დიდი და მცირე ზომის გასართების კონტაქტების სიგნალები განსხვავებულია. ამ შემთხვევაში უმჯობესია სპეციალური ადაპტერის გამოყენება, რომლის საშუალებითაც კვების ბლოკის დიდი ზომის გასართი დისკური მოწყობილობის მცირე ზომის გასართს უკავშირდება.

2002 წლიდან ბევრმა კომპანიამ დაიწყო პერსონალური კომპიუტერების გამოშვება დრეკადი დისკური მოწყობილობების გარეშე. ამ მიმართულების განვითარება პორტატიული კომპიუტერებიდან დაიწყო, რომლებშიც კომპიუტერის კორპუსში დაყენებული დრეკადი დისკური მოწყობილობების ნაცვლად მათი USB ვერსიები იქნა შემოთავაზებული.

Legacy-Free არქიტექტურა FDD კონტროლერს საერთოდ არ ითვალისწინებს. ამიტომ, აუცილებლობის შემთხვევაში, გარე დრეკადი დისკური მოწყობილობები გამოიყენება, რომლებიც კომპიუტერს *USB*, *Fire-Wire*, ან პარალელური პორტის საშუალებით უკავშირდება.

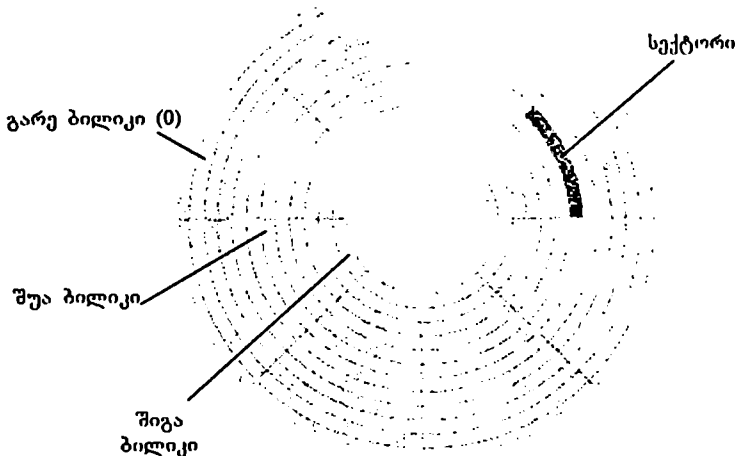
პერსონალური კომპიუტერის სტანდარტული კონფიგურაციიდან დრეკადი დისკური მოწყობილობების გამორიცხვის ტენდენცია განპირობებულია *Flash*-დამგროვებლების და *Mt. Ranier* ტექნოლოგიის გავრცელებით, რომლის მიხედვითაც დრეკადი დისკური მოწყობილობების ნაცვლად *CD-RW* დისკური მოწყობილობების გამოყენებაა შესაძლებელი.

თავი 4
ვინჩესტერი

4.1. ვინჩესტერის მუშაობის პრინციპი და
მახასიათებლები

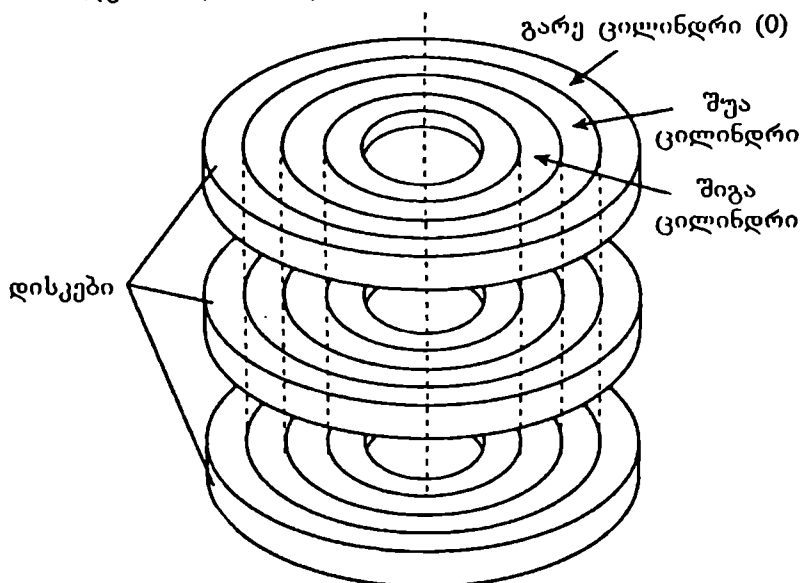
ვინჩესტერი პერსონალური კომპიუტერის ერთ-ერთი უმნიშვნელოვანესი კომპონენტია. ისევე როგორც დრეკად დისკზე, ვინჩესტერშიც ინფორმაცია დისკის მაგნიტურ ფენაზე იწერება.

ვინჩესტერის მბრუნავ დისკებზე მონაცემები ჩაიწერება და წაიკითხება უნივერსალური ჩაწერა/წაკითხვის თავაკების საშუალებით. თითოეული დისკი დაყოფილია ბილიკებად და სექტორებად (ნახ. 4.1). თითოეული სექტორის საინფორმაციო მოცულობა 512 ბაიტია.



ნახ. 4.1. ვინჩესტერის დისკის ბილიკები და სექტორები

ვინჩესტერი შედგება რამდენიმე – ჩვეულებრივ ორი, ან სამი დისკისგან. თუმცა არსებობს 11 და მეტი დისკისგან შემდგარი მოწყობილობებიც. ინფორმაცია დისკების ორივე მხარეზე იწერება. ერთტიპიური (ერთმანეთის ქვევით განლაგებული) ბილიკები ცილინდრებად ერთიანდებიან (ნახ. 4.2).



ნახ. 4.2. ვინჩესტერის ცილინდრები

თითოეული დისკური ზედაპირისთვის შესაბამისი ჩაწერა/წაკითხვის თავაკია გათვალისწინებული. ყველა თავაკი ერთ საერთო დგარზეა დამონტაჟებული და ერთდროულად (სინქრონულად) გადაადგილდება. ამიტომ, ვინჩესტერის ლოგიკური სტრუქტურის აღწერისას ჩვეულებრივ ცილინდრები (და არა ბილიკები) განისაზღვრება.

ვინჩესტერი უმეტესად ხისტად ყენდება პერსონალური კომპიუტერის კორპუსში, თუმცა მოხსნადი დამგროვებლებიც გამოიყენება.

ვინჩესტერის ძირითადი პარამეტრებია:

- ტევადობა;
- სწრაფქმედება;
- უმტყუნო მუშაობის დრო.

ტევადობა

ძირითად კრიტერიუმს ვინჩესტერის არჩევის დროს წარმოადგენს მისი ტევადობა, ანუ მონაცემთა მაქსიმალური მოცულობა, რომელიც შეიძლება ჩაიწეროს ვინჩესტერზე. ვინჩესტერის ტევადობა შემდეგი ფორმულით გამოითვლება:

$$V (\text{ბაიტი}) = C \cdot H \cdot S \cdot 512 (\text{ბაიტი}),$$

სადაც

C – ცილინდრების რაოდენობაა;

H – თავაკების რაოდენობა;

S – სექტორების რაოდენობა.

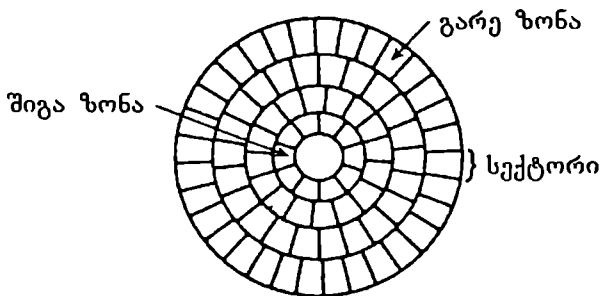
გასათვალისწინებელია, რომ ვინჩესტერზე ჩაწერილი მონაცემების მაქსიმალური მოცულობა ყოველთვის ნაკლებია ვინჩესტერის ტევადობაზე, რადგან დისკური მეხსიერების ნაწილი ვინჩესტერზე მონაცემების განთავსების მართვისთვის გამოიყენება.

ზონურ-სექციური ჩაწერის მეთოდი

პრაქტიკულად ყველა თანამედროვე *IDE* და *SCSI* ვინჩესტერში ზონურ-სექციური ჩაწერის წესი (*Zone bit recording*) გამოიყენება, რომლის მიხედვითაც სხვადასხვა

ბილიკები სექტორების განსხვავებულ რაოდენობას შეიცავენ. ბილიკები, რომლებიც დაცილებულია ცენტრიდან, შედარებით გრძელია დისკის ცენტრთან არსებულ ბილიკებთან შედარებით, ამიტომ შესაძლებელია მათი მეტ სექტორად დაყოფა.

გარე ცილინდრების შიგა ცილინდრებთან შედარებით მეტი რაოდენობის სექტორებად დაყოფა დისკის მოცულობის გაზრდის ეფექტური მეთოდია (ნახ. 4.3).



ნახ. 4.3. ზონურ-სექციური ჩაწერის მეთოდი

ზონური ჩაწერის დროს ცილინდრები ჯგუფებად იყოფა, რომლებსაც ზონები ეწოდება. ბილიკები, რომლებიც ერთ ზონას მიეკუთვნება, ერთი და იგივე რაოდენობის სექტორებად იყოფა. რაც უფრო ახლოსაა ზონა დისკის გარე კიდესთან, მასში შემავალი ბილიკები, შიგა ზონებში მოთავსებულ ბილიკებთან შედარებით, სექტორების მეტ რაოდენობად იყოფა. თანამედროვე ვინჩესტერები 10 და მეტ ზონად იყოფა.

მოძებნის საშუალო დრო

მოძებნის საშუალო დრო (*Average Seek Time*) წარმოადგენს დროით ინტერვალს, რომლის განმავლობაშიც

ვინჩესტერის თავაკები ერთი ცილინდრიდან მეორეზე გადაადგილდება. ამ პარამეტრის გამოთვლისთვის შემთხვევით არჩეულ ბილიკებზე გადასვლის ოპერაციების სერია უნდა შესრულდეს და მოძებნების ჯამური დრო ოპერაციების რაოდენობაზე გაიყოს.

ვინჩესტერის საპასპორტო მონაცემებში მოძებნის საშუალო დროდ უმეტესად მიეთითება თავაკების გადაადგილების დრო დისკების ჩასაწერი ზონის სიგანის მესამედზე.

მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე

მოძებნის საშუალო დრო დამოკიდებულია მხოლოდ თავაკების პოზიციონირების სისწრაფეზე, ხოლო მონაცემთა წაკითხვის სიჩქარე დამოკიდებულია ვინჩესტერის ისეთ მახასიათებლებზე, როგორებიცაა ბაიტების რაოდენობა სექტორში, სექტორების რაოდენობა ბილიკზე და დისკის ბრუნვის სიხშირე.

ჩამოთვლილი მახასიათებლების საფუძველზე გამოითვლება მონაცემთა გადაცემის მაქსიმალური სიჩქარე – (*Maximum Data Transfer Rate, MDTR*):

$$MDTR = SPT \cdot 512 \cdot PRM / 60 \text{ (ბაიტი/წმ)},$$

სადაც

SPT – სექტორების მაქსიმალური რაოდენობა ბილიკზე;

PRM – დისკის ბრუნვის სიჩქარე (ბრ/წთ).

უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ვინჩესტერის დოკუმენტაციაში მითითებულ *MDTR*-ზე უფრო მნიშვნელოვანი პარამეტრია მონაცემების გადაცემის საშუალო სიჩქარე. ვინჩესტერი, როგორც წესი, დაყოფილია 10, ან მეტ ზონად, რომლებიც სექტორების განსხვავებულ რაოდენობას შეიცავს. რამდენადაც ვინჩესტერის გარე ზონები მეტ

სექტორებს შეიცავს შიგა ზონებთან შედარებით, მონაცემთა გადაცემის სიჩქარეც მათთვის უფრო მაღალია. ცხრილში 4.1 წარმოდგენილია საშუალო კლასის 120 გბაიტიანი *Maxtor-DiamondMax* ვინჩესტერის მონაცემთა გადაცემის სიჩქარეები.

ცხრილი 4.1

Maxtor-DiamondMax ვინჩესტერის მახასიათებლები

მატარებლის ზონა	სექტორების რაოდენობა ბილიკზე	ბრუნვის სიჩქარე (ბრ/წთ)	მონაცემების გადაცემის სიჩქარე
გარე ზონა	896	5400	41,29
შიგა ზონა	448	5400	20,64
შუა ზონა	672	5400	30,97

ამრიგად, მონაცემების გადაცემის რეალური სიჩქარე მერყეობს 41,29-დან 20,64 მბაიტ/წმ-მდე, ხოლო საშუალო სიჩქარეა – 30,91 მბაიტ/წმ. საშუალო კლასის ვინჩესტერებისთვის ინტერფეისის სიხშირე (*ATA 66/100/133, SATA*) მონაცემთა გადაცემის სიჩქარეზე გავლენას პრაქტიკულად არ ახდენს. თუმცა სურათი იცვლება მაღალი კლასის ვინჩესტერებისთვის, რომლებსაც დიდი მოცულობა და დისკების ბრუნვის მაღალი (10000-15000 ბრ/წთ) სიჩქარე გააჩნია.

უმტყუნო მუშაობის დრო

ვინჩესტერის დოკუმენტაციაში მიეთითება ისეთი პარამეტრი, როგორცაა მტყუნებებს შორის საშუალო სტატისტიკური დრო (*Mean Time Between Failures.*). იგი

ახასიათებს მოწყობილობის საიმედოობას, რომელიც შეიძლება 20000-500000 საათს და მეტს შეადგენდეს. *MTBF* მოსალოდნელი პარამეტრია (გარკვეული ალბათობით). მოწყობილობის საიმედოობის შესახებ ზუსტი მონაცემების მისაღებად ერთნაირი ვინჩესტერების ჯგუფი უნდა შემოწმდეს *MTBF*-ზე დაახლოებით ორჯერ მეტი დროის განმავლობაში, რაც არარეალურია. ამიტომ საპასპორტო *MTBF* მონაცემი ვინჩესტერის რეალურ საიმედოობას ყოველთვის არ შეესაბამება.

როგორც გამოცდილება აჩვენებს, თუ ვინჩესტერი უმტყუნოდ მუშაობს პირველი საგარანტიო თვის განმავლობაში, ის მორალურ დაძველებამდე იმუშაებს.

ვინჩესტერის *Cash*-მეხსიერება

Cash-მეხსიერების ქვეშ არა ცენტრალური ოპერატიული მეხსიერების ბუფერი, არამედ ვინჩესტერის კონტროლერში არსებული მეხსიერების უჯრედები იგულისხმება. *Cash*-მეხსიერების არსებობა მნიშვნელოვნად ზრდის მონაცემების გადაცემის სიჩქარეს, რადგან ვინჩესტერიდან წინასწარ წაკითხულ იმ მონაცემებს ინახავს, რომლებიც პროცესორს დიდი ალბათობით შეიძლება დაჭირდეს.

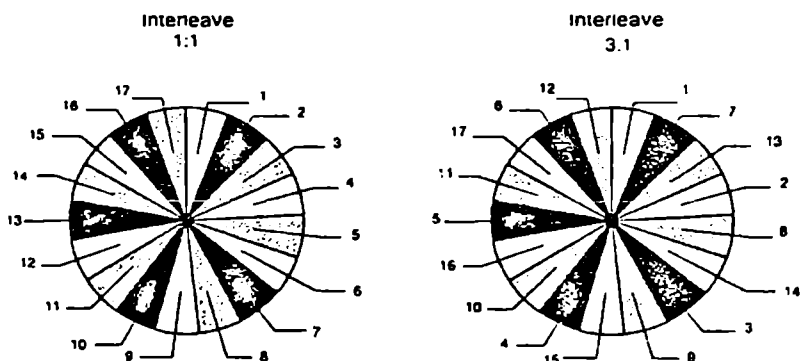
Cash-მეხსიერება ყველა თანამედროვე ვინჩესტერს გააჩნია. მისი მოცულობა, როგორც წესი, 2-32 მბაიტს შეადგენს.

Interleave

დისკის ბრუნვისას თავაკი 512-ბაიტიან სექტორს მთლიანად კითხულობს და მონაცემებს კონტროლერს გა-

დასცემს. დისკი ბრუნვას აგრძელებს და თავაკს შემდეგი სექტორის წაკითხვას სთავაზობს, ხოლო კონტროლერი ამ დროს მონაცემების პროცესორთან გაცვლითაა დაკავებული. შემდეგი სექტორის წაკითხვისთვის თავაკმა დისკის მთლიან შემობრუნებას უნდა დაუცადოს.

ამიტომ ძველი მოდელის ვინჩესტერების დისკების ორგანიზაცია ხდებოდა სექტორების არა თანმიმდევრობითი განლაგებით, არამედ *Interleave*-ფაქტორის მიხედვით (ნახ. 4.4). ამ შემთხვევაში თავაკების პოზიციონირებისას კონტროლერს საკმარისი დრო გააჩნია მონაცემების გადაცემისთვის დისკის მთლიანი შემობრუნების გარეშე.



ნახ. 4.4. სექტორების განაწილება 1:1 და 3:1 *Interleave*-ფაქტორების მიხედვით

თანამედროვე კონტროლერები სხვა პრინციპით მუშაობს, ამიტომ ვინჩესტერის *Interleave*-ფაქტორი მნიშვნელოვან როლს აღარ თამაშობს. ვინჩესტერის სექტორების უწყვეტი წაკითხვის ორგანიზაციისთვის მონაცემები ერთდროულად რამდენიმე სექტორიდან იკითხება (მათ საჭიროებაზე „წინასწარმეტყველებით“) და ბუფერში

ინახება. საჭირო მონაცემები მუშავდება კონტროლერის მიერ, ხოლო ზედმეტი მონაცემები – იშლება.

ვინჩესტერის სექტორების უწყვეტი წაკითხვის მეთოდის რეალიზაცია მას შემდეგ გახდა შესაძლებელი, რაც ვინჩესტერის კონტროლერმა პლატა-ადაპტერიდან ვინჩესტერის კორპუსში გადაინაცვლა. „ჩაშენებული“ კონტროლერი ვინჩესტერის მექანიკისა და ელექტრონიკის ოპტიმალური მუშაობის შესაძლებლობას იძლევა.

ვინჩესტერის *Interleave*-ფაქტორის შეცვლა შესაძლებელია მხოლოდ სპეციალური პროგრამული საშუალებებით. ამ დროს მონაცემები მთლიანად ნადგურდება, რადგან ვინჩესტერის ლოგიკური სტრუქტურა იცვლება.

S.M.A.R.T ტექნოლოგია

ვინჩესტერის კომპონენტების დაძველების, ცვეთის, საექსპლუატაციო რეჟიმების დარღვევის შედეგად დისკებზე ჩაწერილი ინფორმაცია შეიძლება დაიკარგოს. ასეთი შემთხვევების თავიდან ასაცილებლად ვინჩესტერების უმსხვილესმა დამამზადებლებმა შეიმუშავეს ვინჩესტერის მდგომარეობის შეფასების და ავტომატური პროფილაქტიკის *S.M.A.R.T.* ტექნოლოგია.

S.M.A.R.T. (*Self-Monitoring, Analysis and Reporting Technology* – თვითტესტირების, ანალიზის და შედეგების მოხსენების ტექნოლოგია) სამრეწველო სტანდარტია, რომელიც აღწერს ვინჩესტერის შეცდომების წარმოქმნის წინასწარმეტყველების მეთოდებს. *S.M.A.R.T.* სისტემის აქტივიზაციისას განსაზღვრული პარამეტრები მოწმდება, რაც ვინჩესტერის დაზიანების წინასწარმეტყველების საშუალებას იძლევა.

თუ პარამეტრების შემოწმებისას დადგინდა, რომ ვინჩესტერის დაზიანების ალბათობა გაიზარდა, *S.M.A.R.T.* სისტემა კომპიუტერის *BIOS*-ისთვის გამოიმუშავებს შეტყობინებას შექმნილი უწესრიგობის შესახებ.

Seagate Technology კომპანიის მონაცემების მიხედვით ვინჩესტერის შეცდომების 60% მექანიკურია. სწორედ მექანიკური პარამეტრები მოწმდება *S.M.A.R.T.* სისტემის მიერ. *IDE/ATA* და *SCSI* დამაგროვებლებისათვის *S.M.A.R.T.* სისტემა 1995 წელს იქნა რეალიზებული. სტანდარტის დამუშავებაში მონაწილეობდნენ კომპანიები: *Seagate Technology, Fujitsu, Hewlett-Packard, Maxtor, Quantum, Western Digital*. ვინჩესტერების უმეტესობაში შემდეგი პარამეტრები რეგისტრირდება:

- თავაკის დაცილება ვინჩესტერის დისკის ზედაპირიდან;
- ვინჩესტერსა და ვინჩესტერის *Cash*-მეხსიერებას შორის მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე;
- დაზიანებული (*bad*) სექტორების რაოდენობა;
- ვინჩესტერის ბრუნვების რაოდენობა მუშაობის განმავლობაში;
- ვინჩესტერის თავაკების გადაადგილების რაოდენობა;
- დისკების ნომინალური სიჩქარით დატრიალების დრო;
- შეფერხებების სიხშირე მონაცემების მოძებნის დროს;
- ვინჩესტერის განმეორებითი დაკალიბრებების რაოდენობა.

ყოველ პარამეტრს ზღვრული მნიშვნელობა გააჩნია, რომლის მიხედვითაც შეცდომა განისაზღვრება. ზღვრულ მნიშვნელობებს ვინჩესტერის დამამზადებელი განსაზღვრავს და მისი შეცვლა შეუძლებელია.

S.M.A.R.T. სისტემის ფუნქციონირებისთვის აუცილებელია:

- *S.M.A.R.T.*-თავსებადი ვინჩესტერი;
- *BIOS*, რომელსაც *S.M.A.R.T.*-მხარდაჭერა გააჩნია, ან ვინჩესტერის სპეციალური დრაივერი გამოყენებული ოპერაციული სისტემისთვის.

ვინჩესტერი *S.M.A.R.T.* შეტყობინებას *IDE*, ან *SCSI* (გამომდინარე ვინჩესტერის ტიპიდან) შესაბამისი ბრძანებით უგზავნის სისტემურ *BIOS*-ში ჩაწერილ ვინჩესტერის დრაივერს, ხოლო ეს უკანასკნელი – ოპერაციულ სისტემას. ამ დროს ეკრანზე დაახლოებით ასეთი შინაარსის ჩანაწერი გამოჩნდება:

Immediately back up your data and replace your hard disk drive.

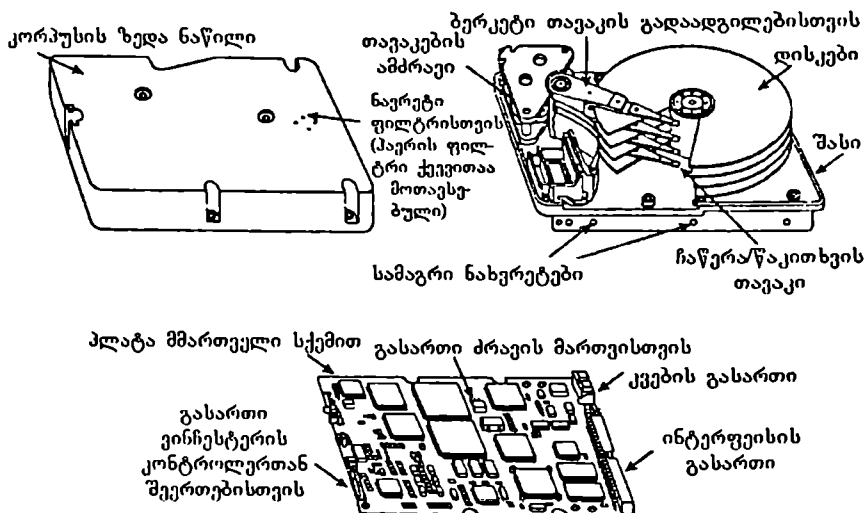
A failure may be imminent.

უნდა გავითვალისწინოთ, რომ ვინჩესტერი, რომლის შემოწმებისას გამოჩნდა შეტყობინება *S.M.A.R.T.*-მტყუნების შესახებ, ნებისმიერ დროს შეიძლება გამოვიდეს მწყობრიდან, ამიტომ სასწრაფოდ უნდა შეეასრულოთ მონაცემების სარეზერვო კოპირება.

თუ *BIOS* მხარს არ უჭერს *S.M.A.R.T.*-ტექნოლოგიას, ვინჩესტერის დიაგნოსტიკისთვის შესაძლებელია სპეციალური პროგრამული უტილიტების, მაგალითად კომპანია *Symantec*-ის *Norton Utilities* დიაგნოსტიკური პროგრამის გამოყენება.

4.2. ვინჩესტერის კონსტრუქცია

დამუშავებულია ვინჩესტერის ბევრი სხვადასხვა ტიპი, თუმცა ყველა მათგანი ერთი და იგივე ძირითადი კვანძებისგან შედგება. კვანძების კონსტრუქცია და გამოყენებული მასალები შეიძლება განსხვავებული იყოს, თუმცა მათი ძირითადი მუშა მახასიათებლები და ფუნქციონირების პრინციპები იდენტურია. ტიპური ვინჩესტერის (ნახ. 4.5) ძირითადი კონსტრუქციული ელემენტებია:



ნახ. 4.5. ვინჩესტერის ძირითადი კვანძები

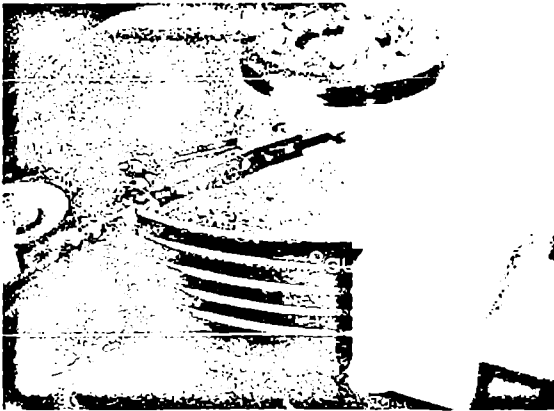
- დისკები;
- წაკითხვა/ჩაწერის თავაკები;
- თავაკების ამძრავი მექანიზმი;
- დისკების ამძრავი მექანიზმი;

- ნაბეჭდი პლატა მმართველი სქემით;
- კაბელები და გასართები;
- კონფიგურაციული ელემენტები (გადამწოდები და გადამართელები).

დისკები, დისკების ამძრავი, თავაკები, თავაკების ამძრავი მექანიზმი მოთავსებულია *HDA (Head Disk Assembly)* კორპუსში, ხოლო ნაბეჭდი პლატა, კონფიგურაციული ელემენტები და სამონტაჟო ნაწილები მოხსნადია.

დისკები

ვინჩესტერი რამდენიმე დისკს შეიცავს, რომლებიც ერთმანეთის ქვევით არიან დამონტაჟებულნი (ნახ. 4.6). დისკების რაოდენობა ვინჩესტერის მოცულობის ერთ-ერთი განმსაზღვრელი ფაქტორია.



ნახ. 4.6. მაგნიტური დისკების ბლოკი

დრეკადი დისკებისგან განსხვავებით, ვინჩესტერის დისკები ალუმინის, ან არაკრისტალური მინის საფუძველზე მზადდება. მათი გადაღუნვა შეუძლებელია, ამიტომ ვინჩესტერს აგრეთვე ხისტ დისკურ მოწყობილობას –

HDD (Hurd Disk Drive), ან ხისტ დისკებზე დამგროვებელს უწოდებენ.

წარსულში ვინჩესტერის დისკები მხოლოდ ალუმინის ნაერთებისგან მზადდებოდა. თუმცა დროთა განმავლობაში საჭირო გახდა ისეთი დამგროვებლების დამზადება, რომლებშიც მცირე ზომა და დიდი საინფორმაციო ტევადობა იქნებოდა შეხამებული. ამიტომ დისკების ძირითად დასამზადებელ მასალად მინის (უფრო ზუსტად, მინისა და კერამიკის საფუძველზე შექმნილი კომპოზიტური მასალების) გამოყენება დაიწყო. მინის დისკი ალუმინის დისკთან შედარებით უფრო ხისტი და მტკიცეა. იგი ტემპერატურის ცვლილებების მიმართ ნაკლები მგრძობიარობით გამოირჩევა.

დისკის მაგნიტური ფენა

დისკი ისეთი ნივთიერების ფენით იფარება, რომელიც ნარჩენ დამაგნიტებას მაგნიტური ველის ზემოქმედების მოსნის შემდეგაც ინარჩუნებს. ამ ფენას მუშა, ან მაგნიტური ფენა ეწოდება. სწორედ მუშა ფენაზე იწერება ინფორმაცია. მუშა ფენის ყველაზე უფრო მეტად გავრცელებული ტიპებია:

- ოქსიდური;
- თხელაფსკოვანი;
- ორმაგი ანტიფერომაგნიტური (*antiferromagnetically coupled - AFC*).

ოქსიდური ფენა

ოქსიდური ფენა წარმოადგენს პოლიმერულ ზედაპირს რკინის ზეჟანგით. ოქსიდური ფენა ვინჩესტერის

დისკებზე შემდეგნაირად დაიტანება: თავდაპირველად სწრაფად მბრუნავი ალუმინის დისკის ზედაპირს პოლიმერში გახსნილი რკინის ზეჟანგის ფხვნილის სუსპენზია ეშხეფება. ცენტრიდანული ძალების ზემოქმედებით დისკის ცენტრიდან ხსნარი ნაპირებისკენ მიედინება და თანაბრად ფარავს დისკის მთელ ზედაპირს. ხსნარის პოლიმერიზაციის შემდეგ დისკის ზედაპირი იხეხება. ამის შემდეგ დისკზე დაიტანება კიდევ ერთი, სუფთა პოლიმერის ფენა, რომელიც საკმარისი სიმტკიცით და ხახუნის მცირე კოეფიციენტით გამოირჩევა. ბოლოს დისკი პრიალდება. ოქსიდური ფენით დაფარული დისკი ყვითელ, ან ყაეისფერ შეფერილობას იძენს.

რაც უფრო დიდია დამგროვებლის საინფორმაციო ტევადობა, მით უფრო თხელი და სწორი უნდა იყოს მუშა ფენა. რამდენადაც ოქსიდური ფენა საკმაოდ რბილია, ის თავაკებთან შეჯახების დროს იმტვრევა. ამიტომ თანამედროვე ვინჩესტერებში ოქსიდური ტექნოლოგია აღარ გამოიყენება.

თხელაფსკოვანი ფენა

თხელაფსკოვანი ფენა ოქსიდურთან შედარებით უფრო თხელი და მტკიცეა. იგი ელექტროლიზის საშუალებით მიიღება. დისკს რამდენჯერმე ათავსებენ სხვადასხვა ხსნარების შემცველ აბაზანებში, რის შედეგადაც იგი ლითონის აფსკის რამდენიმე ფენით იფარება. მუშა ფენას 0,025-0,05 მკმ სისქის კობალტის შენადნობი წარმოადგენს.

მუშა ფენა ნახევარგამტარული ტექნოლოგიის საფუძველზე მიიღება. სპეციალურ ვაკუუმურ კამერებში ნივთიერებები და ნაერთები აირულ მდგომარეობაში გა-

დაიყვანება, ხოლო შემდეგ ფუძეშრეზე დაიტანება, რომელსაც ამ შემთხვევაში დისკის ზედაპირი წარმოადგენს. დისკზე თავდაპირველად ნიკელის ფოსფორიტი, ხოლო შემდეგ კობალტის მაგნიტური შენადნობი დაიტანება. მაგნიტური ფენა 0,025 მკმ სისქის ნახშირბადის დამცველი ფენით იფარება, რომელიც განსაკუთრებული სიმტკიცით ხასიათდება. ეს ყველაზე ძვირადღირებული პროცესია, რადგან ვაკუუმთან მიახლოებულ პირობებში ტარდება.

თხელაფსკოვანმა ტექნოლოგიამ შესაძლებელი გახადა დისკსა და თავაკებს შორის დაცილების შემცირება და ჩაწერის სიმჭიდროვის გაზრდა. თავდაპირველად თხელაფსკოვანი დისკები მხოლოდ დიდი ტევადობის მქონე ძვირადღირებულ ვინჩესტერებში გამოიყენებოდა, ხოლო ამჟამად პრაქტიკულად ყველა ვინჩესტერის დისკი ამ ტექნოლოგიით მზადდება.

ორმაგი ანტიფერომაგნიტური ფენა

თანამედროვე დამგროვებლებში ამჟამად უკვე საკმაოდ მნიშვნელოვან როლს თამაშობს სუპერმაგნიტური შეზღუდვა. მაგნიტური კრისტალების ზომების შემდგომი შემცირება იწვევს მათ არასტაბილურობას და მაგნიტური დისკებზე ინფორმაციის შენახვის დაბალ საიმედოობას.

ამ პრობლემის ნაწილობრივ გადაწყვეტას წარმოადგენს ვინჩესტერის დისკების დამზადების უახლესი ტექნოლოგიური მიღწევა – ორმაგი ანტიფერომაგნიტური ფენების გამოყენება. იგი დისკის მუშა ფენის სისქის მნიშვნელოვანი შემცირების საშუალებას იძლევა. დისკებზე ჩაწერის სიმჭიდროვე აღწევს 35 გბიტ/დიუიმი²-ზე (ტექნოლოგიური ზღვარია 50 გბიტ/დიუიმი²).

ორმაგი ანტიფერომაგნიტური ფენის მატარებელი ორი მაგნიტური ფენისგან შედგება, რომლებიც გაყოფილია ლითონური რუთენიუმის თხელი, 3 ატომის (6 ანგსტრემი) სისქის ფენით. ასეთი მრავალფენიანი კონსტრუქცია ქმნის ანტიფერომაგნიტურ შენაერთს, რომელიც მთელი დისკის მასშტაბით ზედა და ქვედა მაგნიტური ფენებისგან შედგება. ორმაგი ანტიფერომაგნიტური ტექნოლოგია ფიზიკურად უფრო სქელი მაგნიტური ფენის გამოყენების შესაძლებლობას იძლევა. თუმცა დამგროვებელი ფუნქციონირებს როგორც ერთფენიანი, რომელიც მაგნიტური ფენის ბევრად ნაკლები სისქით გამოირჩევა.

ჩაწერა/წაკითხვის თავაკები

ყოველ დისკს წაკითხვა/ჩაწერის ორი თავაკი შეესაბამება. ყველა თავაკი ერთ მოძრავ კარკასზეა დამონტაჟებული და ერთდროულად გადაადგილდება.

ყოველი თავაკი დამონტაჟებულია ზამბარაზე დამაგრებული ბერკეტის ბოლოში, რომლის საშუალებითაც დისკისკენ მიიზიდება. თუმცა დრეკადი დისკური მოწყობილობებისგან განსხვავებით, ვინჩესტერის მუშაობის დროს დისკებსა და თავაკებს შორის უშუალო კონტაქტს ადგილი არა აქვს. დისკების ბრუნვისას აეროდინამიკური წნევა თავაკების ქვევით იზრდება, თავაკები დისკებს წყდებიან და მათ შორის საჰაერო ბალიში იქმნება. დისკის სრული სიჩქარით ბრუნვის დროს მანძილი თავაკებსა და დისკებს შორის $0,5-1 \cdot 10^{-5}$ მმ-ს შეადგენს.

დისკების ბრუნვის მაღალი სიჩქარის და საჰაერო ბალიშის სივიწროვის გამო მაგნიტური მატარებლებისთვის მტერის უმცირესი ნაწილაკიც კი საშიშროებას წარ-

მოადგენს. ამიტომ ვინჩესტერის კორპუსის გახსნა მხოლოდ საფირმო ლაბორატორიებშია ნებადართული.

ავტოდაყენება

კომპიუტერის გამორთვისას თავაკები დისკის ზედაპირზე ეშვება. ამ დროს დისკი ცვდება, რაც დისკიდან მცირე ზომის ნაწილაკების „ამოგდებაში“ გამოიხატება. თუ ამ დროს ვიბრაციას აქვს ადგილი, ვინჩესტერის დისკების და თავაკების დაზიანების ალბათობა მნიშვნელოვნად იზრდება.

დისკების დაზიანების თავიდან ასაცილებლად თანამედროვე ვინჩესტერები აღჭურვილია კონტაქტური ავტოდაყენების სისტემით (*Contact Start Stop – CSS*), რომელიც კვების გამორთვის შემდეგ თავაკების დაშვებას უზრუნველყოფს არა დისკის ზედაპირზე, არამედ დახრილ ფირფიტაზე, რომელიც დისკების ზეეთაა განთავსებული. დასაყენებელ ადგილს *Landing Zone*, ან შემოკლებით *L-Zone* ეწოდება.

როდესაც კვება ჩართულია, თავაკები არჩეულ ცილინდრზე მოძრავი კოჭის მაგნიტური ველის ზემოქმედებით პოზიციონირდებიან. კვების გამორთვის შემდეგ თავაკის კონკრეტულ ცილინდრზე შემაკავებელი მაგნიტური ველი ქრება და თავაკმა წესით უკონტროლოდ უნდა ისრიალოს დისკის ზედაპირზე, რაც აუცილებლად დააზიანებს როგორც თავაკებს, ასევე დისკებს.

ვინჩესტერის დაზიანების თავიდან ასაცილებლად თავაკების ბლოკი შეერთებულია დამაბრუნებელ ზამბარასთან. როდესაც კვება ჩართულია, მაგნიტური ველის ძალა ზამბარის დრეკადობას აღემატება, მაგრამ კვების გამორთვისას მაგნიტური ველი ქრება და თავაკები, ზამ-

ბარის გაელენით, ავტოდაყენების ზონაში (*Landing Zone*) გადაადგილდება.

თავაკების ამძრავი მექანიზმი

თავაკების ამძრავების ბევრი კონსტრუქცია არსებობს, თუმცა ყოველი მათგანი ორ ძირითად ტიპს მიეკუთვნება:

- ამძრავი ბიჯური ძრავით;
- ამძრავი მოძრავი კოჭით.

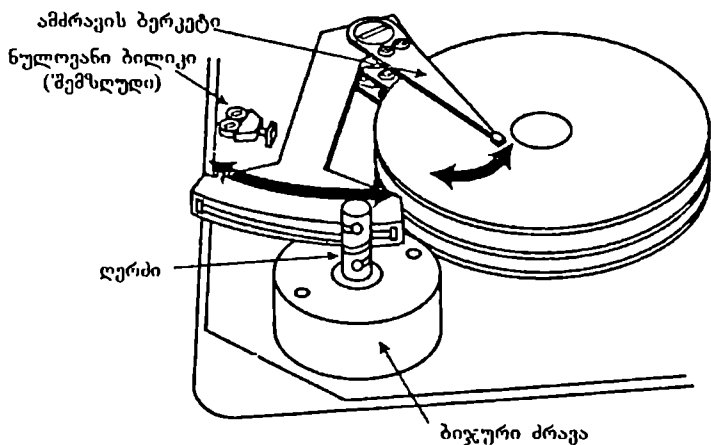
ამძრავის ტიპი დამაგროვებლის სწრაფქმედებას და საიმედოობას, ტემპერატურულ სტაბილურობას, მდებარეობის და ეიბრაციების მიმართ მგრძნობიარობას განსაზღვრავს.

ამძრავი ბიჯური ძრავით

ბიჯური ძრავა ელექტროძრავას წარმოადგენს, რომლის როტორი ბრუნავს მხოლოდ საფეხურობრივად, მკაცრად განსაზღვრული კუთხით. ბიჯური ძრავა დამაგროვებლის გარეთ ყენდება, თუმცა მისი ლილვი შედის ეინჩესტერის კორპუსის ნახერეცში, რომელიც ჰერმეტიული შუასადებიტაა აღჭურვილი.

ბიჯური ძრავის საფუძველზე აგებული მექანიზმების ძირითადი პრობლემა ტემპერატურული არასტაბილურობაა. გატობა-გაცივების დროს დისკები გაფართოება-შეკუმშვას განიცდიან, რის შედეგადაც ბილიკები საწყისი მდებარეობების მიმართ ინაცვლებს. რამდენადაც თავაკების ამძრავი მექანიზმი თავაკების ერთ ბიჯზე (ერთ ბილიკზე) უფრო მცირე მანძილზე წანაცვლების საშუალებას არ იძლევა, ტემპერატურული ხარვეზების კომპენსაცია შეუძლებელია.

ნახ. 4.7-ზე წარმოდგენილია ვინჩესტერი ბიჯური ძრავით.



ნახ. 4.7. ამძრავი ბიჯური ძრავით

ბიჯური ძრავები 1980-1990-იან წლებში, 100 მბ-მდე ტევადობის ვინჩესტერებში გამოიყენებოდა.

ამძრავი მოძრავი კოჭით

ამძრავი მოძრავი კოჭით პრაქტიკულად ყველა თანამედროვე ვინჩესტერში გამოიყენება. ბიჯური ძრავისგან განსხვავებით, ამძრავი მოძრავი კოჭით უკუკავშირის სიგნალს იყენებს, რაც ბილიკის მიმართ თავაკის მდებარეობის ზუსტი განსაზღვრის და საჭიროების მიხედვით კორექციის საშუალებას იძლევა. ამძრავი მოძრავი კოჭით, ბიჯურ ძრავასთან შედარებით, უფრო მაღალ სწრაფქმედებას, სიზუსტეს და საიმედოობას უზრუნველყოფს.

ამძრავი მოძრავი კოჭით ელექტრომაგნიტიზმის პრინციპით მუშაობს. ამძრავის ტიპიურ კონსტრუქციაში მოძრავი კოჭა ხისტად უერთდება თავაკების ბლოკს და მუდმივი მაგნიტის ველში თავსდება. კოჭა და მაგნიტი არ არიან დაკავშირებულნი. კოჭა ელექტრომაგნიტური ძალის ზემოქმედებით გადაადგილდება.

ამძრავს მოძრავი კოჭით ფიქსირებული მდებარეობები არ გააჩნია. თავაკების გადაადგილებას სპეციალური მექანიზმი – სერვოამძრავი ასრულებს, რომელიც თავაკების ზუსტი პოზიციონირებისთვის თავაკებისა და ბილიკების ურთიერთმდებარეობის შესახებ ინფორმაციის მატარებელ უკუსიგნალს იყენებს. ასეთ სისტემას ზოგჯერ სისტემას უკუკავშირით, ან ავტომატური რეგულირებით უწოდებენ.

ტემპერატურის ცვლილება ამძრავის სიზუსტეს არ მოქმედებს. დისკების ბილიკების პოზიციების ცვლილებები შეკუქმების და გაფართოების დროს სერვოამძრავის მიერ ფიქსირდება და თავაკების პოზიციები (რომლებიც წინასწარ არ არის განსაზღვრული) კორექტირდება.

მოძრავი კოჭით ამძრავის ორი მექანიზმი გამოიყენება:

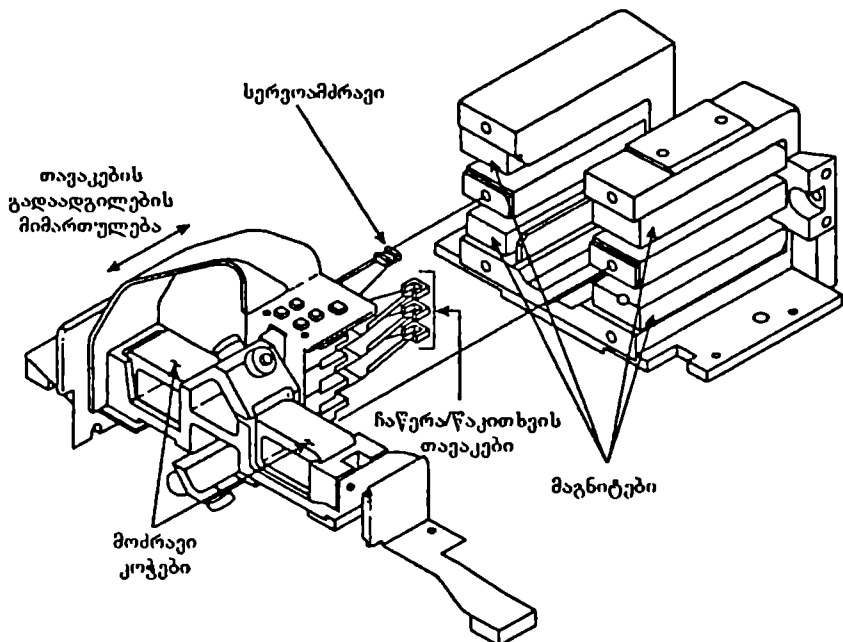
- წრფივი;
- ბრუნვადი.

წრფივი ამძრავი

წრფივი ამძრავი (ნახ. 4.8) თავაკებს წრფივად, დისკის რადიუსის გასწვრივ გადაადგილებს.

კოჭები მუდმივ მაგნიტებს შორის თავსდება. წრფივი ამძრავის დადებითი თვისება იმაში მდგომარეობს, რომ მას ბრუნვითი ამძრავებისთვის დამახასიათებელი აზიმუ-

ტური ცდომილება არ გააჩნია (აზიმუტი კუთხეა თავაკის ღიობსა და ბილიკის მიმართულებას შორის). ერთი ცილინდრიდან მეორეზე გადაადგილების დროს თავაკები არ ბრუნდება და აზიმუტი არ იცვლება.



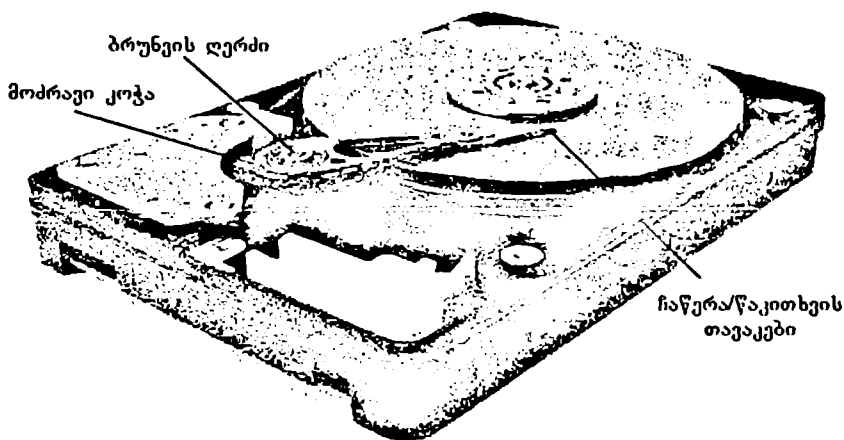
ნახ. 4.8. წრფივი ამპრავი მომრავი კოჭით

თუმცა წრფივ ამპრავებს ერთი მნიშვნელოვანი უარყოფითი თვისება გააჩნია: მათი კონსტრუქცია მეტისმეტად მასიურია, როდესაც დამგროვებლის წარმადობის გაზრდისთვის ამპრავი მექანიზმის და თავაკების მასის შემცირებაა საჭირო. რაც უფრო მსუბუქია მექანიზმი, მით უფრო მეტი აჩქარებითაა შესაძლებელი მისი ერთი ცილინდრიდან მეორეზე გადატანა. წრფივი ამპრავები ბევ-

რად მიიღია ბრუნვად მექანიზმებთან შედარებით, ამიტომ თანამედროვე დამგროვებლებში აღარ გამოიყენება.

ბრუნვადი ამძრავი

ბრუნვადი ამძრავის (ნახ. 4.9) კოჭაზე თავაკების ბერკეტების ბოლოები მაგრდება. მოძრაობის პროცესში თავაკების გადამაადგილებელი ბერკეტები მობრუნდება და თავაკებს დისკის ღერძისკენ, ან კიდისკენ გადაადგილებს. ასეთი კონსტრუქცია შედარებით მსუბუქია, მექანიზმის სწრაფი აჩქარება პრობლემას არ წარმოადგენს, რაც მონაცემებამდე მიღწევის დროს ამცირებს.



ნახ. 4.9. ჩაწერა/წაკითხვის თავაკები და ბრუნვადი ამძრავი მოძრავი კოჭით

ბრუნვადი ამძრავის უარყოფითი თვისებაა თავაკების მობრუნება. თავაკის ღიობის ზედაპირსა და ბილიკის მიმართულებას შორის კუთხე იცვლება. ამიტომ დისკის მუშა ზონა (რომელშიც განთავსებულია ბილიკები) შეზ-

ღუღულია (რათა თავიდან იქნეს აცილებული აზიმუტური კუთხის დასაშვები ცდომილების გადაჭარბება).

ცხრილში 4.2 წარმოდგენილია დამგროვებლის მახასიათებლების დამოკიდებულება ამძრავ მექანიზმზე.

ცხრილი 4.2

დამგროვებლის მახასიათებლების დამოკიდებულება ამძრავ მექანიზმზე

მახასიათებელი	ამძრავი ბიჯური ძრავით	ამძრავი მოძრავი კოჭით
მონაცემებამდე მიღწევის დრო	დიდი	მცირე
ტემპერატურული სტაბილურობა	დაბალი	მაღალი
მგრძნობიარობა სამუშაო მდგომარეობის არჩევის მიმართ	მუდმივი	არ გააჩნია
თავაკების საწყის მდგომარეობაში ავტომატური დაყენება	ყოველთვის არ სრულდება	ყოველთვის სრულდება
პროფილაქტიკური მომსახურება	პერიოდული დაფორმატება	არ სჭირდება
საიმედობა	დაბალი	მაღალი

სერვოამძრავი

მოძრავი კოჭით ამძრავის მართვისთვის შესაძლებელია უკუკავშირის წრედის აგების საში მეთოდის გამოყენება:

- დამხმარე „სოლით“;
- ჩაშენებული კოდებით;
- სპეციალიზირებული დისკით.

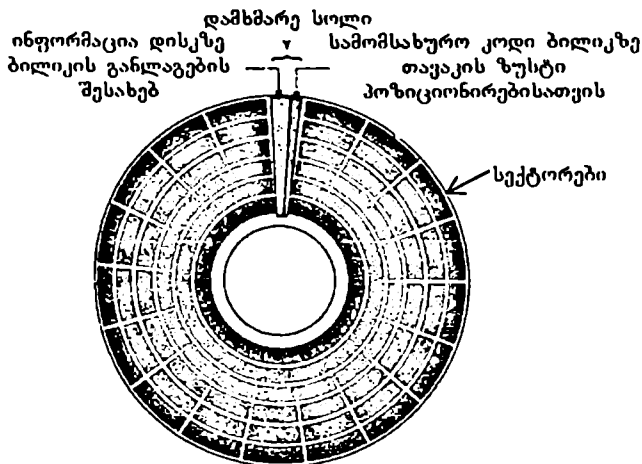
უკუკავშირის წრედები მხოლოდ ტექნიკური რეალიზაციით განსხვავდება და ერთ მიზანს – თავაკების ადგილმდებარეობის მუდმივ კორექტირებას და შესაბამის ცილინდრზე მათ ზუსტ პოზიციონირებას ემსახურება. უკუკავშირის წრედის მუშაობისთვის საჭიროა სპეციალური ინფორმაცია – სერვოკოდები, რომელიც დისკზე მისი დამზადების დროს იწერება. სერვოკოდების წაშლა და კორექტირება შეუძლებელია არა მარტო ჩვეულებრივი წაკითხვა/ჩაწერის, არამედ დისკის დაბალი დონის დაფორმატების დროსაც კი.

დამხმარე „სოლი“

დამხმარე „სოლის“ მეთოდის მიხედვით მთელი ინფორმაცია, რომელიც თავაკის ზუსტი პოზიციონირებისთვისაა აუცილებელი, ყოველი ცილინდრის დასაწყისში, ბილიკის დასაწყისის განმსაზღვრელ ინდექსურ ჭდემდე არსებულ წინაინდექსურ ინტერვალში, ვიწრო „სოლის“ სახით იწერება (ნახ. 4.10).

წინაინდექსურ ინტერვალს ვინჩესტერის კონტროლერი არ მიმართავს. ეს მონაკვეთი აუცილებელია დისკის ბრუნვის არათანაბარი სიჩქარის და ჩაწერის სატაქტო სიხშირის არასტაბილურობის კომპენსაციისთვის.

მეთოდის უარყოფითი თვისება იმაში მდგომარეობს, რომ სერვოკოდების წაკითხვა დისკის მხოლოდ მთლიანი მობრუნების დროსაა შესაძლებელი. ეს ნიშნავს, რომ თავაკების პოზიციების ზუსტი განსაზღვრის და მათი პოზიციონირებისთვის დისკმა რამდენიმე ბრუნუნდა შესასრულოს.



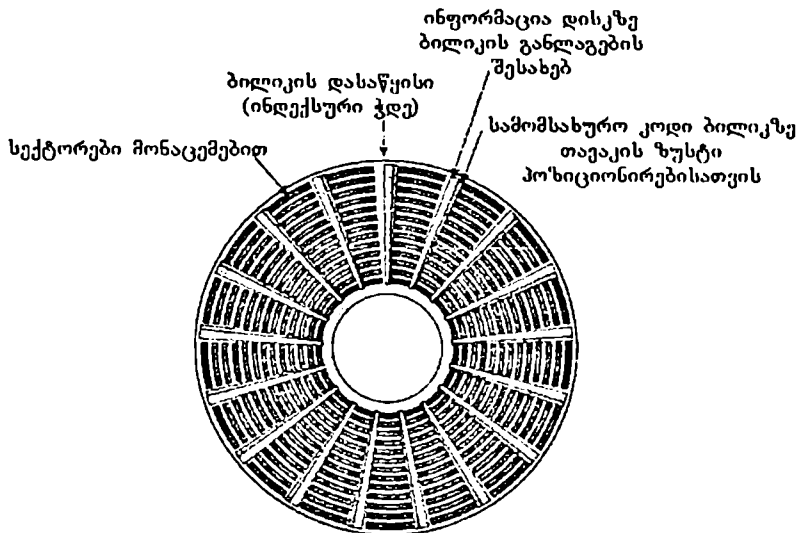
ნახ. 4.10. დამხმარე „სოლი“

დამხმარე „სოლის“ მეთოდის უარყოფითი თვისება თავიდანვე ნათელი იყო, ამიტომ ამ მეთოდმა ფართო გავრცელება ვერ ჰპოვა. თანამედროვე ვინჩესტერებში დამხმარე „სოლის“ მეთოდი საერთოდ აღარ გამოიყენება.

ჩაშენებული კოდები

„ჩაშენებული კოდები“ „სოლის“ მეთოდის გაუმჯობესებული ვარიანტია. სერვოკოდები არა მარტო თითოეული ცილინდრის, არამედ თითოეული სექტორის დასაწყისში იწერება (ნახ. 4.11).

უკუკაეშირის სიგნალები თავაკების ამძრავ მექანიზმს დისკის ყოველი ბრუნის დროს რამდენჯერმე მიწოდება და თავაკები საჭირო მდგომარეობაში ბევრად უფრო სწრაფად პოზიციონირდება.



ნახ. 4.11. ჩაშენებული სერვოკოდები

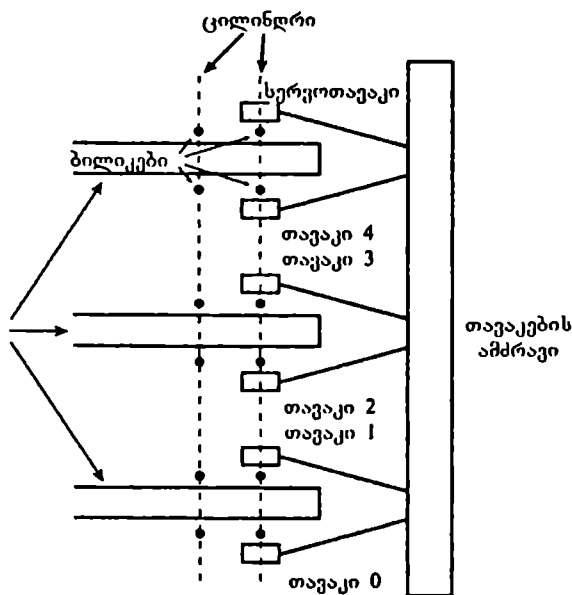
„ჩაშენებული კოდების“ სისტემა თანამედროვე ვინჩესტერებში ფართოდ გამოიყენება. ისევე, როგორც „სოლის“, ასევე „ჩაშენებული კოდების“ სისტემაში სერვოკოდები წაშლისგან დაცულია. ჩაწერის ნებისმიერი ოპერაცია ბლოკირდება, როდესაც თავაკები დისკის სამომსახურო მონაკვეთებთან აღმოჩნდება. ამიტომ სერვოკოდების წაშლა ვინჩესტერის დაბალ დონეზე დაფორმატების დროსაც კი შეუძლებელია.

სისტემა სპეციალიზირებული დისკით

სისტემა სპეციალიზირებული დისკით „სოლის“ და „ჩაშენებული კოდების“ სისტემებთან შედარებით ბევრად ეფექტურია, რადგან თავაკების ამჟრავ მექანიზმზე სერვოკოდების უწყვეტ მიწოდებას უზრუნველყოფს.

მოცემული სისტემის რეალიზაცია გულისხმობს სერვოკოდების მთელი ბილიკის გასწვრივ და არა ბილიკის, ან სექტორის დასაწყისში ჩაწერას. ბუნებრივია, ამ შემთხვევაში დისკზე მონაცემების ჩასაწერად ადგილი აღარ რჩება.

ნახ. 4.12-ზე წარმოდგენილია ვინჩესტერის სქემა სპეციალიზირებული დისკით.



ნახ. 4.12. სისტემა სპეციალიზირებული დისკით

სერვოკოდები ვინჩესტერის ერთ-ერთი დისკის ერთ მხარეზე იწერება. ამ დისკს სპეციალიზირებული ეწოდება. სპეციალიზირებული დისკის გამოყენება თითქოს მნიშვნელოვნად უნდა ამცირებდეს ვინჩესტერის ტევადობას, თუმცა იმის გათვალისწინებით, რომ სერვოკოდები ვინ-

ჩესტერის სხვა დისკებზე აღარ იწერება, სასარგებლო დისკური მოცულობა „ჩაშენებულ კოდებთან“ შედარებით არ მცირდება.

სპეციალიზირებული დისკის მქონე ვინჩესტერებს საინფორმაციო თავაკების კენტი რაოდენობა ახასიათებთ, რადგან ერთი თავაკი მთლიანად სერვოკოდების წაკითხვას ემსახურება. სპეციალიზირებული დისკის მეთოდი რეალიზებულია ბევრ თანამედროვე, დიდი მოცულობის ვინჩესტერში.

დისკების ამძრავი მექანიზმი

დისკების პაკეტი მოძრაობაში შპინდელური (*spindle*) ძრავას საშუალებით მოიყვანება. შპინდელური ძრავა უშუალო კავშირშია დისკების ბრუნვის ღერძთან. მასში ღვედები და კბილანები არ გამოიყენება.

ძრავა უნდა იყოს უხმაურო. ნებისმიერი ვიბრაცია დისკებს გადაეცემა, რამაც მონაცემების წაკითხვის და ჩაწერის დროს შეიძლება შეცდომები გამოიწვიოს. ვინჩესტერის დისკები მაშინაც ბრუნავენ, როდესაც მათზე მიმართვა არ ხდება, ამიტომ ვინჩესტერის დაყენება მხოლოდ ჰორიზონტალურად, ან ვერტიკალურად შეიძლება.

ძრავის ბრუნვის სიხშირე მკაცრად განსაზღვრულია და თანამედროვე ვინჩესტერებისთვის 3600-15000 ბრუნი/წთ-ს შეადგენს. სიხშირის სტაბილიზაციას ავტომატურად ასრულებს ძრავის მმართველი სქემა უკუკავშირით.

შპინდელური ძრავა +12ვ ძაბვაზე მუშაობს და საკმაოდ დიდ სიმძლავრეს მოიხმარს, განსაკუთრებით დისკების საწყისი გაქანების დროს. თუ კომპიუტერში რამდენიმე დამგროვებელია დაყენებული, კომპიუტერის ჩარ-

თვის შემდეგ, რამდენიმე წამის განმავლობაში, დიდ გადატვირთვას აქვს ადგილი. კეების ბლოკზე მაღალი დატვირთვის თავიდან ასაცილებლად დამგროვებლების ძრავები თანმიმდევრობით ჩაერთვება. შპინდელური ძრავის დაყოვნებით გაშვება IDE და SCSI დამგროვებლების კონტროლერებში გათვალისწინებულია.

შპინდელურ ელექტროძრავებში ტრადიციულად ბურთულოვანი საკისრები გამოიყენება. ასეთი კონსტრუქციის ძირითად ნაკლი რადიალური დარტყმებია, რომლებიც ღრეჩოში ბურთულების განივი, ჩვეულებრივ 0,1 მიკროდიუმიტით გადაადგილების დროს წარმოიქმნება. რადიალური დარტყმების ძალა საკმაოდ მცირეა, თუმცა თანამედროვე დამგროვებლებში ჩაწერის სიმჭიდროვის გაზრდა მისი იგნორირების საშუალებას არ იძლევა.

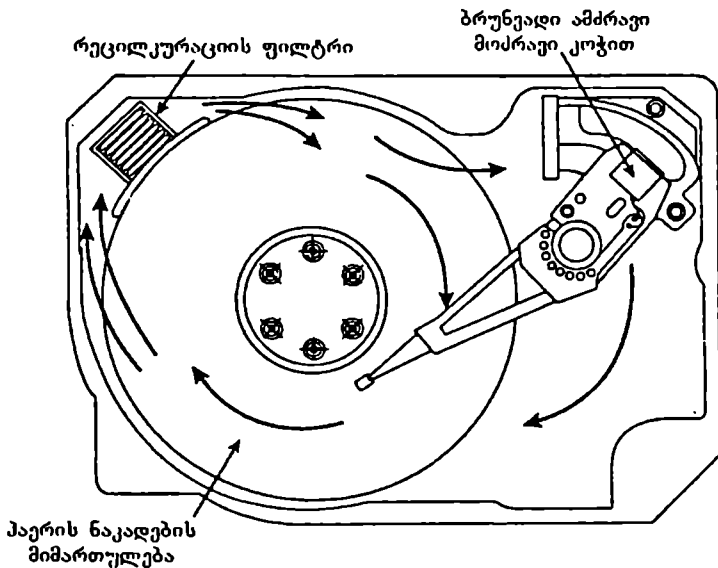
პრობლემის გადაწყვეტას წარმოადგენს ახალი, ჰიდროდინამიკური საკისრის გამოყენება, რომელშიც ძირითად როლს შპინდელსა და ძრავის მილის შორის განთავსებული მაღალპლასტიკური საცხი თამაშობს. საცხის გამოყენება საკისრის რადიალური დარტყმის სიგანეს 0,01 მიკროდიუმიტამდე ამცირებს, რაც ვიბრაციას და დისკების გადახრას მნიშვნელოვნად ამცირებს.

ჰიდროდინამიკური საკისრები ამჟამად მაღალი კლასის ვინჩესტერებში გამოიყენება, რომლებიც ბრუნვის დიდი სიჩქარით, მონაცემთა ჩაწერის მაღალი სიმჭიდროვით და ხმაურის მიმართ მკაცრი მოთხოვნებით გამოირჩევა. რამდენიმე წელიწადში ჰიდროდინამიკური საკისარი ვინჩესტერების უმეტესობის ჩვეულებრივი კომპონენტი გახდება.

ფილტრი

ყველა ვინჩესტერს ორი საჰაერო ფილტრი გააჩნია (ნახ. 4.13):

- რეციკლაციის ფილტრი;
- ბარომეტრული ფილტრი.



ნახ. 4.13. ჰაერის ცირკულაცია ვინჩესტერში

რეციკლაციის ფილტრის დანიშნულებაა დისკის მექანიკური ნაწილების მუშაობის შედეგად მიღებული ნაწილაკების მოცილება. რამდენადაც ვინჩესტერის კორპუსში ჰაერის გარედან მიწოდება არ ხდება, ვინჩესტერს მუშაობა დაბინძურებულ და მტვრიან გარემოშიც შეუძლია.

ბარომეტრული ფილტრის დანიშნულებაა დისკურ მოწყობილობასა და გარე საჰაეროს შორის წნევის გათა-

ნაბრება. ნახერეტი აღჭურვილია მიკროფილტრით, რათა დისკები და თავაკები გარე მტკრისგან დაიცვას.

ვინჩესტერი არ წარმოადგენს მთლიანად ჰერმეტიულ მოწყობილობას, ამიტომ ატმოსფერული წნევის ცვლილებასთან ერთად, ვინჩესტერსა და გარე სამყაროს შორის წნევის გათანაბრებისთვის, ჰაერი გამოდის ვინჩესტერიდან, ან შედის ვინჩესტერში საველინტაციო ნახერეტიდან. ეს უკანასკნელი კი იწვევს ვინჩესტერის შიგა „ატმოსფეროს“ დაბინძურებას, რადგან ნახერეტში დაყენებული ბარომეტრული ფილტრი 0,3 მკმ-ზე ნაკლები ზომის ნაწილაკებს ვერ აკაავებს.

ამიტომ დამამზადებლები ზღვის დონიდან სიმაღლის დიაპაზონს მიუთითებენ, რომელშიც შესაძლებელია ვინჩესტერის მუშაობა (ჩვეულებრივ -300-დან 3000 მ-მდე).

ამ შეზღუდვის თავიდან ასაცილებლად კომპანია *Adstar*-მა (*IBM*-ის შეილობილი კომპანია) მთლიანად ჰერმეტიული ვინჩესტერები დაამუშავა (ჰაერი თავიდანვე მოთავსებულია ვინჩესტერის კორპუსში, თუმცა გარე სამყაროგან მთლიანად იზოლირებულია), რომელთა გამოყენებაც შესაძლებელია ზღვის დონიდან ნებისმიერ სიმაღლეზე და ექსტრემალურ პირობებში. ასეთი დამგროვებლები განკუთვნილია სამხედრო და სამრეწველო მიზნებისთვის.

გაგრილება

გარემოს მაღალი ტემპერატურა დისკური მოწყობილობების მუშაობის ვადის შემცირების ერთ-ერთი ხელშემწყობი ფაქტორია. თბილ ჰაერს ცივ ჰაერთან შედარებით ნაკლები სიმჭიდროვე გააჩნია, ამიტომ თავაკსა და დისკს შორის საჰაერო ბაღის სიგანე მცირდება. დისკის დატრიალებისა და შეჩერების დროს საჰაერო ბაღში

დაგვიანებით იქმნება, რამაც შეიძლება დისკის ზედაპირის, ან თავაკის დაზიანება გამოიწვიოს. დამამზადებლები ვინჩესტერის უმტყუნო მუშაობის გარანტიას 0-50°C-ზე მუშაობისას იძლევიან. ოპტიმალური სამუშაო ტემპერატურაა 20°C.

4.3. ვინჩესტერების სტანდარტები. კონფიგურირება

ვინჩესტერები ინფორმაციის განთავსების წესისა და ინტერფეისის მიხედვით კლასიფიცირდება. კომპიუტერების განვითარების სხვადასხვა ეტაპებზე ვინჩესტერის შემდეგი სტანდარტები გამოიყენებოდა:

- *MFM*;
- *RLL*;
- *ESDI*;
- *IDE (ATA)*;
- *SCSI*;
- *SATA*.

ყოველი სტანდარტის ვინჩესტერი შესაბამისი კონტროლერით იმართება.

MFM, *RLL* და *ESDI* სტანდარტები

MFM, *RLL* და *ESDI* სტანდარტის ვინჩესტერები გარეგნულად ერთმანეთისგან არ განსხვავდება. სამივე შემთხვევაში პლატა-კონტროლერი გამოიყენება, რომელიც *ISA* ინტერფეისის სლოტში ყენდება და ვინჩესტერს ორი კაბელით უკავშირდება. 34-კონტაქტიანი კაბელით ხდება მმართველი სიგნალების, ხოლო 20-კონტაქტიანი კაბელით

– მონაცემების გადაცემა. ვინჩესტერის მმართველი ელექტრონიკა პლატა-კონტროლერშია განთავსებული. *MF*M, *RLL* და *ESDI* სტანდარტები ერთმანეთისგან მხოლოდ ვინჩესტერზე ინფორმაციის ჩაწერის წესით განსხვავდება.

*MF*M, *RLL* და *ESDI* სტანდარტის ვინჩესტერები მორალურად მოძველებულია და თანამედროვე პერსონალურ კომპიუტერებში აღარ გამოიყენება, თუმცა ინფორმაციის ჩაწერის *MF*M მეთოდი ამჟამადაც გამოიყენება დრეკად დისკებში, ხოლო *RLL* მეთოდი – ვინჩესტერში.

სტანდარტი *IDE (ATA)*

IDE (Integrated Drive Electronics) დასახელება მიუთითებს, რომ მმართველი ელექტრონიკა არა კონტროლერში, არამედ თავად ვინჩესტერშია მოთავსებული. ეს ინფორმაციის გადაცემის და მიღების დროს მნიშვნელოვან უპირატესობებს განაპირობებს. *IDE* კონტროლერი ვინჩესტერის (*HDD*) კონტროლერს 40-გამტარიანი კაბელით უკავშირდება. *IDE* ვინჩესტერის დაბალ დონეზე დაფორმატება მომხმარებლის მიერ არ ხდება, რადგან ეს სამუშაო დამამზადებლის მიერ უკვე შესრულებულია. მომხმარებელმა შემდეგი ოპერაციები უნდა შეასრულოს:

- *CMOS Setup*-ში ვინჩესტერის პარამეტრების დაყენება;
- ვინჩესტერის განყოფილებებად დაყოფა;
- მაღალი დონის დაფორმატება ოპერაციული სისტემის საშუალებით.

IDE სტანდარტით გათვალისწინებულია ორი მიმდევრობით ჩართული ვინჩესტერის მუშაობის ორგანიზაცია. პრობლემა იმაში მდგომარეობს, რომ ორივე *IDE* დამგროვებელი ერთ ინტერფეისს უერთდება და იმაე-

დროულად თითოეულ დამგროვებელს საკუთარი კონტროლერი გააჩნია. როდესაც ვინჩესტერი (და შესაბამისი კონტროლერი) ორია, ბრძანებები ორივე კონტროლერს ერთდროულად მიეწოდება. კონფიგურირება ისეთნაირად უნდა შესრულდეს, რომ თითოეული ვინჩესტერი მხოლოდ მისთვის განკუთვნილ ბრძანებებზე რეაგირებდეს. ამიტომ ცალსახად უნდა განისაზღვროს, რომელი დამგროვებელი წარმოადგენს პირველად, და რომელი – მეორად მოწყობილობას.

პირველად და მეორად დამგროვებლებს შორის არის მხოლოდ ერთი ფუნქციონალური განსხვავება: სისტემის საწყის მდგომარეობაში დაყენების დროს მეორადი დამგროვებელი პირველადს *DASP* სიგნალს უგზავნის, რომლითაც თავისი არსებობის შესახებ იტყობინება.

მეორადი მოწყობილობის არსებობის სიგნალი აგრეთვე მეორადი დამგროვებლის დისკის ამოძრავების რამდენიმე წამით დაყოვნებას განაპირობებს, რაც კვების ბლოკზე დატვირთვას მნიშვნელოვნად ამცირებს.

ორი *IDE* ვინჩესტერის დაყენების შემთხვევაში პირველი ვინჩესტერი კონფიგურირებული უნდა იყოს როგორც *Master*, ხოლო მეორე ვინჩესტერი – როგორც *Slave*.

ვინჩესტერის სტატუსი (*Master*, ან *Slave*) გადამწოდის შესაბამის მდგომარეობაში დაყენებით განისაზღვრება.

დამგროვებლების უმეტესობა შემდეგნაირად კონფიგურირდება:

- პირველადი (ერთი დამგროვებელი);
- პირველადი (ორი დამგროვებელი);
- მეორადი (ორი დამგროვებელი);

- კაბელით არჩევა.

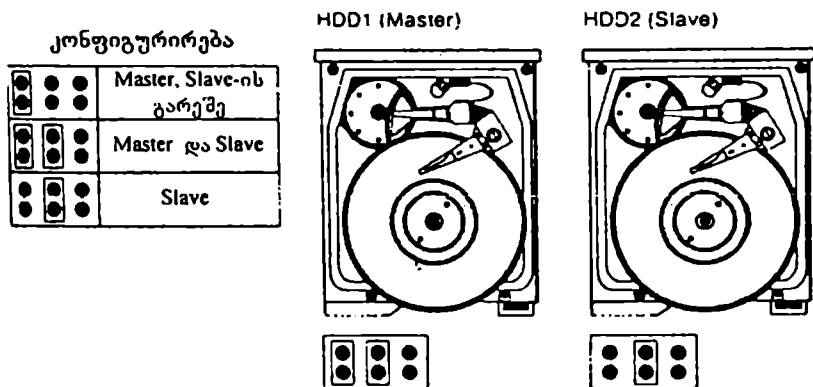
ცხრილში 4.3 წარმოდგენილია ATA (IDE) დამგროვებლების გადამწოდების დაყენების წესები კონფიგურირების პირველი სამი ვარიანტის შემთხვევაში.

ცხრილი 4.3

ვინჩესტერის კონფიგურირების წესი

გადამწოდის დასახელება	ერთი დამგროვებელი	პირველადი, ორი დამგროვებელი	მეორადი, ორი დამგროვებელი
Master (M/S)	On	On	Off
Slave Present	Off	On	On
Cable Select	Off	Off	Off

ნახ. 4.14-ზე წარმოდგენილია სისტემაში მომხმარებლის მიერ ორი ვინჩესტერის კონფიგურირების მაგალითი.



ნახ. 4.14. სისტემაში ორი ვინჩესტერის კონფიგურირების მაგალითი

კაბელით არჩევის რეჟიმის დაყენების შემთხვევაში ორივე დამგროვებლისთვის CS გადამწოდი უნდა დაყენდეს მდგომარეობაში *On*, ხოლო დანარჩენი გადამწოდები – მდგომარეობაში *Off*.

უნდა აღინიშნოს, რომ გადამწოდების კონფიგურაცია ზოგჯერ განსხვავებულია არა მარტო სხვადასხვა ფირმა-დამამზადებლებისთვის, არამედ ერთი ფირმის სხვადასხვა მოდელებისთვის. გაურკვეველ შემთხვევაში ვინჩესტერის დოკუმენტაციით უნდა ვისარგებლოთ.

სტანდარტი *SCSI*

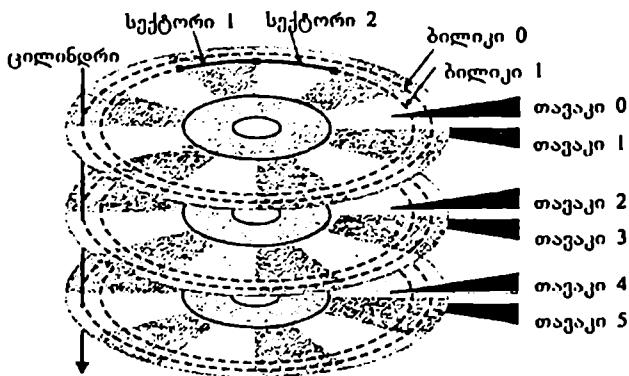
SCSI ვინჩესტერები მონაცემთა გადაცემის ყველაზე მაღალი სიჩქარით გამოირჩევა, თუმცა მათი ძირითადი უპირატესობა არა მაღალი სიჩქარე, არამედ მთლიანად *SCSI* სისტემის დიდი შესაძლებლობებია. *SCSI*-ადაპტერს შეუძლია არა მარტო ვინჩესტერის, არამედ სხვა პერიფერიული მოწყობილობების (*CD* დისკური მოწყობილობა, სკანერი, სტრიმერი და ა.შ.) მართვაც, თუ მათ *SCSI* პროტოკოლის მხარდაჭერა გააჩნიათ. ყოველ *SCSI* პერიფერიულ მოწყობილობას ლოგიკური ნომერი (*Logical Unit - LU*) ენიჭება, რომლის მიხედვითაც *SCSI*-ადაპტერი ახდენს მის იდენტიფიკაციას და მართვას.

SCSI Host-ადაპტერს საკუთარი *BIOS* გააჩნია, ამიტომ ვინჩესტერის იდენტიფიკაციისას კომპიუტერის *BIOS*-ზე მიმართვა არ ხდება. *SCSI* ვინჩესტერი კომპიუტერის *BIOS*-ში განისაზღვრება როგორც *Not Installed*.

4.4. ვინჩესტერის ლოგიკური სტრუქტურა

ვინჩესტერი ბილიკებად და სექტორებად იყოფა (ნახ. 3.15). ყოველი ბილიკი ცალსახად განისაზღვრება თავაკის ნომრით და რიგითი ნომრით დისკზე (ათვლის მიმართულებაა დისკის გარედან შიგნით). სექტორების ათვლა იწყება ბილიკების დასაწყისიდან, 1-დან, ხოლო თავაკების და ცილინდრების ათვლა – 0-დან. ბილიკზე სექტორების რაოდენობა შეიძლება იყოს განსხვავებული (თანამედროვე ვინჩესტერებისთვის 380-700).

ყოველი სექტორი სამომსახურო ინფორმაციას და მონაცემებს შეიცავს. სექტორის მოცულობა, როგორც წესი, 571 ბაიტია. სექტორის დასაწყისში იწერება პრეფიქსი (*prefix portion*), რომლის მიხედვითაც სექტორის დასაწყისი და ნომერი განისაზღვრება, ხოლო სექტორის ბოლოში – სუფიქსი (*suffix portion*). სუფიქსი შეიცავს საკონტროლო ჯამს (*checksum*), რომლის მიხედვითაც მონაცემთა ჩაწერის სისწორე განისაზღვრება.



ნახ. 4.15. ვინჩესტერის ბილიკებად და სექტორებად დაყოფა

თავსართსა და ბოლოსართს შორის არის მონაცემთა ველი, რომლის მოცულობა 512 ბაიტია. ბილიკებზე მონაცემები არა მუდმივი ნაკადით, არამედ 512-ბაიტიანი პორციებით იწერება.

ცხრილში 4.4 წარმოდგენილია სტანდარტული, 571-ბაიტიანი სექტორის ფორმატი.

ყოველი ბილიკის დასაწყისში იწერება 16-ბაიტიანი *POST INDEX GAP* (ინდექსის შემდგომი ინტერვალი), რომელიც ბილიკის დასაწყისზე მიუთითებს, ხოლო ყოველი ბილიკის ბოლოში – 693-ბაიტიანი *PRE-INDEX GAP* (ინდექსის წინა ინტერვალი), რომელიც ბილიკის დასასრულს მიუთითებს. ბაიტების მნიშვნელობებია *4Eh*.

ცხრილი 4.4

ვინჩესტერის სექტორის ფორმატი

ბაიტების რაოდენობა	დასახელება	აღწერა
13	<i>ID VFO LOCK</i> (გენერატორის ჩაქვება სექტორის იდენტიფიკატორის წაკითხვისთვის)	ყველა ბაიტი უდრის <i>00h</i> , სრულდება გენერატორის სინქრონიზაცია სექტორის იდენტიფიკატორის (<i>ID</i>) წაკითხვამდე
1	<i>SYNC BYTE</i> (სინქრონიზაციის ბაიტი)	<i>A1h</i> , კონტროლერს სექტორის <i>ID</i> მონაკვეთის დაწყების შესახებ ატყობინებს (მოყვება მონაცემები)
1	<i>ADDRESS MARK</i> (მისამართის ჭდე)	<i>FEh</i> , იტყობინება <i>ID</i> ველის დაწყების შესახებ

ბაიტების რაოდენობა	დასახელება	აღწერა
2	<i>CYLINDER NUMBER</i> (ცილინდრის ნომერი)	ბაიტების მნიშვნელობა თავაკების პოზიციონირებას განსაზღვრავს
1	<i>HEAD NUMBER</i> (თავაკის ნომერი)	ბაიტის მნიშვნელობა ცილინდრის ნომერს შეესაბამება
1	<i>SECTOR NUMBER</i> (სექტორის ნომერი)	ბაიტის მნიშვნელობა სექტორის ნომერს შეესაბამება
2	<i>CRC</i>	საკონტროლო <i>CRC</i> ბაიტები სექტორის <i>ID</i> მონაცემების შემოწმებისთვის
3	<i>WRITE TURN-ON GAP</i> (ჩაწერის ჩართვის ინტერვალი)	ყველა ბაიტი <i>00h</i> -ის ტოლია. ჩაწერება მონაცემების განახლების წინ მათი სხვა მონაკვეთებისგან განცალკევებისათვის
13	<i>DATA SYNC VFO LOCK</i> (გენერატორის ჩაღდება მონაცემთა წაკითხვისათვის)	ყველა ბაიტი <i>00h</i> -ის ტოლია. სრულდება გენერატორის სინქრონიზაცია მონაცემების წაკითხვის წინ
1	<i>SYNC BYTE</i> (სინქრონიზაციის ბაიტი)	<i>A1h</i> , ატყობინებს კონტროლერს მონაცემთა ველის დაწყების შესახებ
1	<i>ADDRESS MARK</i> (მისამართის ჭდე)	<i>A1h</i> , ატყობინებს კონტროლერს მონაცემთა ველის დაწყების შესახებ
512	<i>DATA</i> (მონაცემები)	მონაცემთა ველი
2	<i>CRC</i>	<i>CRC</i> საკონტროლო ჯამი მონაცემების შემოწმებისთვის

ბაიტების რაოდენობა	დასახელება	აღწერა
3	<i>WRITE TURN-OFF GAP</i> (ჩაწერის გამორთვის ინტერვალი)	ყველა ბაიტი 00h-ის ტოლია. ჩაწერება მონაცემების განახლების წინ მათი სხვა მონაკვეთებისგან განცალკევებისთვის
15	<i>INTER-RECORD GAP</i> (ჩანაწერებს შორის ინტერვალი)	ყველა ბაიტი 00h-ის ტოლია. დამზღვევი ზონა. დისკის ბრუნვის სიხშირის ნომინალური მნიშვნელობიდან გადახრისას იცავს მონაცემებს წაშლისაგან

დისკების დაფორმატება

დისკების დაფორმატების ორი დონე არსებობს:

- ფიზიკური, ანუ დაბალი დონის დაფორმატება;
- ლოგიკური, ანუ მაღალი დონის დაფორმატება.

დრეკადი დისკებისთვის დაფორმატების ორივე დონე ერთდროულად, ოპერაციული სისტემის საშუალებით სრულდება.

ვინჩესტერებისთვის ფიზიკური და ლოგიკური დაფორმატება ცალ-ცალკე სრულდება და მესამე ეტაპიც გამოიყენება, რომელიც ფიზიკურ და ლოგიკურ დაფორმატებას შორის სრულდება – დისკის განყოფილებებად დაყოფა.

დაბალი დონის დაფორმატება

დაბალი დონის დაფორმატების დროს დისკი სექტორებად იყოფა. ამ დროს სექტორებში პრეფიქსები და

სუფიქსები ჩაიწერება. აგრეთვე ფორმირდება ინტერვალები სექტორებსა და ბილიკებს შორის. მონაცემთა ველები ფიქტიური ჩანაწერებით, ან მონაცემთა სპეციალური ტესტური კრებულებით ივსება. სექტორების რაოდენობა ბილიკზე ვინჩესტერის კონტროლერზე და ინტერფეისზეა დამოკიდებული.

დაბალი დონის დაფორმატებას ფირმა-დამამზადებელი ასრულებს.

დისკის განყოფილებებად დაყოფა

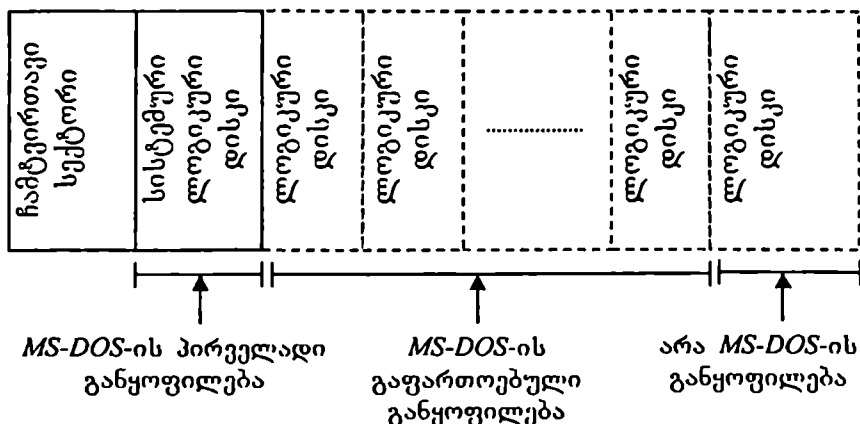
დისკის განყოფილებებად დაყოფის დროს პირველ სექტორში იწერება სპეციალური პროგრამა, რომელიც საჭიროა ოპერაციული სისტემის ჩატვირთვისთვის და დაყოფის ცხრილი (*Partition Table, PT*), რომელშიც იწერება ინფორმაცია განყოფილებების შესახებ. ამ სექტორს ეწოდება მთავარი ჩამტვირთავი სექტორი, ხოლო ჩანაწერს – მთავარი ჩამტვირთავი ჩანაწერი (*Master Boot Record, MBR*).

განასხვავებენ სამი ტიპის განყოფილებას:

- *MS-DOS*-ის პირველადი განყოფილება;
- *MS-DOS*-ის გაფართოებული განყოფილება;
- არა-*MS-DOS*-ის განყოფილება.

ვინჩესტერზე შესაძლებელია ერთი *MS-DOS*-ის პირველადი განყოფილების, ერთი *MS-DOS*-ის გაფართოებული განყოფილების და რამდენიმე არა-*MS-DOS*-ის განყოფილების ფორმირება (ნახ. 4.16).

MS-DOS-ში და *Windows*-ში სამუშაოდ აუცილებელია *MS-DOS*-ის პირველადი განყოფილების არსებობა. მასში იქმნება ლოგიკური დისკი სახელით *C:*.



ნახ. 4.16. ვინჩესტერის ლოგიკური სტრუქტურა

MS-DOS-ის გაფართოებული განყოფილება შეიქმნება ერთ, ან მეტ ლოგიკურ დისკად დაიყოს, რომლებსაც სხვადასხვა სახელები ენიჭება. თუმცა MS-DOS-ის გაფართოებული განყოფილების ფორმირება არ არის აუცილებელი. ამ შემთხვევაში ვინჩესტერი წარმოდგენილი იქნება ერთი ლოგიკური დისკით – C:.

ბუნებრივია, ვინჩესტერის სრული საინფორმაციო მოცულობა ცალკეული ლოგიკური დისკების საინფორმაციო მოცულობების ჯამს შეადგენს.

ვინჩესტერზე შექმნილი განყოფილებები სხვადასხვა ფაილური სისტემების მხარდაჭერას უზრუნველყოფენ:

- **FAT 16 (File Allocation Table – ფაილების განლაგების ცხრილი)** – ფაილური სისტემაა 16-ბიტიანი და მისი მართებით. FAT 16 სისტემა მხარს უჭერს კლასტერების და აქედან გამომდინარე ჩაწერილი ფაილების საკმაოდ მცირე რაოდენობას – $2^{16}=65536$. რამდენადაც FAT 16 სტანდარტით გათვალისწინებული განყოფილების

(ლოგიკური ტომის) მაქსიმალური მოცულობა 2 გბა-
იტია, ერთი კლასტერის მოცულობა საკმაოდ დიდია –
32 კბაიტი. ამრიგად, 1-ბაიტისანი ფაილიც კი 32 კბაიტ
დისკურ მეხსიერებას იკავებს, რაც ვინჩესტერის მო-
ცულობის არაეკონომიურ გამოყენებას განაპირობებს.
ამჟამად *FAT 16* ფაილური სისტემა მორალურად მოძ-
ველებულია და თანამედროვე ვინჩესტერებში აღარ
გამოიყენება.

- *FAT 32* – თანამედროვე ფაილური სისტემაა 32-თან-
რიგა დამისამართებით. *FAT 32* ცხრილში განლაგების
უჯრედებს 32-თანრიგა რიცხვები შეესაბამება, ხოლო
ტომის (ლოგიკური დისკის) მაქსიმალური მოცულობა
2048 გბაიტია. *MS-DOS*-ის გარემოში ფაილის სახელის
დასაშვები სიგრძე 11 სიმბოლოა (8 სიმბოლო ფაილის
სახელისთვის, ხოლო 3 სიმბოლო – ფაილის გაფარ-
თობისათვის). *Windows*-ის გარემოში ფაილის სახე-
ლის დასაშვები სიგრძე 255 სიმბოლოა.
- *NTFS (Windows NT File System – Windows NT-ს ფაილური*
სისტემა) თანამედროვე ფაილური სისტემაა. ფაილის
სახელის მაქსიმალური სიგრძე 256 სიმბოლოა, ხოლო
ლოგიკური დისკის მაქსიმალური (თეორიული) მოცუ-
ლობა – 16 ებაიტი (16×10^{18} ბაიტი). *NTFS*-ს დამატე-
ბითი შესაძლებლობებიც გააჩნია, რომლებიც სხვა
ფაილურ სისტემებს არ გააჩნია, მაგალითად, უსაფ-
რთხოების საშუალებები.

Windows XP-ის გავრცელებამდე უმეტესად *FAT 32*
გამოიყენებოდა. თანამედროვე სისტემებში უპირატესობა
NTFS-ს ენიჭება, რომელიც *Windows XP*-ის „მშობლიური“
სტანდარტია. თუმცა *FAT 32*-ის დაყენება ოპტიმალური ვა-

რიანტია შერეულ ოპერაციულ გარემოებში მუშაობის დროს, რადგან მას მხარს უჭერს პრაქტიკულად ყველა ოპერაციული სისტემა.

მაღალი დონის დაფორმატება

მაღალი დონის დაფორმატების დროს ოპერაციული სისტემა ვინჩესტერზე კმნის სტრუქტურებს ფაილებთან და მონაცემებთან სამუშაოდ. თითოეულ განყოფილებაში (ლოგიკური დისკი) შეიყვანება ტომის ჩამტვირთავი სექტორი (*Volum Boot Sector - VBS*) ფაილების განლაგების ცხრილის (*FAT*) ორი კოპიო და ფესვური კატალოგი (*Root Directory*). ამ სტრუქტურების საშუალებით ოპერაციული სისტემა ანაწილებს დისკურ სიერცეს, პოულობს ფაილებს და გვერდს უვლის დისკის დეფექტურ სექტორებს.

ყველაზე უფრო ფართო გავრცელება ჰპოვა *FAT32* ფაილურმა სისტემამ (ნახ. 4.17), რომლის მიხედვითაც დისკი იყოფა კლასტერებად. კლასტერი დისკური მოცულობის უმცირესი ერთეულია, რომელშიც შეიძლება ფაილის ჩაწერა. კლასტერი რამდენიმე სექტორის გაერთიანებას წარმოადგენს.

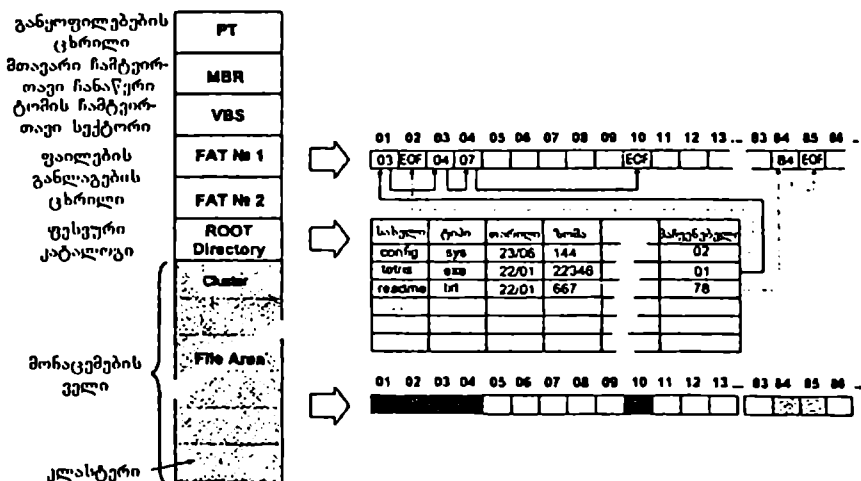
განყოფილებების ცხრილი (*PT*) შემდეგი ჩანაწერებისაგან შედგება:

- ინფორმაცია ვინჩესტერის თავაკების, ბილიკების და სექტორების შესახებ;
- სექტორების საერთო რაოდენობა დისკზე;
- ფაილური სისტემის ტიპი.

ტომის ჩამტვირთავ სექტორში (*VBS*) იწერება ფაილური სისტემის აღწერა:

- კლასტერის ზომა;

- *FAT*-ის ზომა, ტიპი და რაოდენობა.



ნახ. 4.17. ფაილური სისტემა *FAT*.

ფესვური კატალოგში (*Root Directory*) აღიწერება დისკზე განთავსებული ფაილები: მათი სახელები, ტიპები, შექმნისა და რედაქტირების თარიღები, ზომები, ატრიბუტები. ამას გარდა ფესვური კატალოგი შეიცავს ფაილების პირველი კლასტერების მისამართებს. კატალოგი ფესვურ კატალოგში ისევე აღიწერება, როგორც ფაილი.

ფაილების განლაგების ცხრილში იწერება კლასტერებს შორის კავშირები, რომლებშიც ჩაწერილია ფაილი.

დაფორმატების დროს უნდა გავითვალისწინოთ:

- ისევე როგორც განყოფილებებზე დაყოფისას, დაფორმატების დროსაც ვინჩესტერზე ჩაწერილი მონაცემები იშლება;

- არსებობს სპეციალური პროგრამული უტილიტები (მაგალითად, *Restore*), რომლებიც დაფორმატების დროს წაშლილი ფაილების აღდგენის საშუალებას იძლევა. თუმცა აღდგენის 100%-იან გარანტიას არც ერთი მათგანი არ იძლევა.

ამიტომ ვინჩესტერის დაფორმატებამდე საჭიროა მონაცემების სარეზერვო კოპირება.

დამისამართების მეთოდები

არსებობს ორი ძირითადი მეთოდი, რომელიც *ATA* ვინჩესტერების სექტორების დამისამართებისთვის გამოიყენება – *CHS (Cylinder Head Sector)* და *LBA (Logical Block Address)*.

CHS მეთოდის საფუძველი დამგროვებლის ფიზიკური სტრუქტურაა, ხოლო *LBA* მეთოდი სექტორების ნუმერაციის უფრო მარტივი და ლოგიკური საშუალებაა, რომელიც არ არის დამოკიდებული ვინჩესტერის შიგა ფიზიკურ არქიტექტურაზე.

IDE (ATA) ვინჩესტერებში თავდაპირველად დამისამართების *CHS* მეთოდი გამოიყენებოდა. ვინჩესტერის მაქსიმალური მოცულობა იყო შეზღუდული და 504 მბაიტს შეადგენდა.

შეზღუდვა *IDE* ინტერფეისის და სისტემური *BIOS*-ის განსხვავებული პროგრამული მოთხოვნებით იყო განპირობებული. თავაკების, ცილინდრებისა და სექტორების დამისამართებისთვის *IDE* ინტერფეისი და სისტემური *BIOS* თანრიგების განსხვავებულ რაოდენობას იყენებდნენ, ამიტომ მათი ერთდროული მუშაობისთვის თითოეული პა-

რამეტრის მაქსიმალური მნიშვნელობიდან უმცირესი უნდა შერჩეულიყო.

ცხრილში 4.5. წარმოდგენილია ვინჩესტერის CHS მახასიათებლების მაქსიმალური მნიშვნელობები BIOS-ში და IDE სტანდარტში.

ცხრილი 4.5

ვინჩესტერის CHS მახასიათებლები

ვინჩესტერის მახასიათებლები	IDE (ATA)		BIOS	
	თანრიგი	რაოდენობა	თანრიგი	რაოდენობა
ცილინდრები	16	65536	10	1024
სექტორები	4	16	8	256
თავაკები	8	256	6	64

ცხრილი 4.5-ის მიხედვით, ვინჩესტერის მაქსიმალური მოცულობა შეიძლება იყოს

$$V = C \cdot H \cdot S \cdot 512 = 1024 \cdot 16 \cdot 63 \cdot 512 = 504 \text{ მბაიტი}$$

ვინჩესტერის მაქსიმალური მოცულობის შეზღუდვის დაძლევა დისკის რეალური CHS მისამართების ფიქტიურ მისამართებში გადაყვანითაა შესაძლებელი. მაგალითად, თუ ვინჩესტერი 1500 ცილინდრს და 16 თავაკს შეიცავს, გადათვლის შედეგად BIOS მას აღიქვამს როგორც ვინჩესტერს 750 ცილინდრით და 32 თავაკით.

თუმცა შეზღუდვა რეალურად მხოლოდ ATA-2 სტანდარტის დამუშავების შემდეგ მოიხსნა, რომელშიც დამისამართების CHS მეთოდის ნაცვლად გამოყენებული იქნა LBA მეთოდი.

LBA დამისამართების რეალიზაციისთვის ორი პირობა უნდა დაკმაყოფილდეს:

- კომპიუტერი აღჭურვილი უნდა იყოს *ATA-2*, ან უფრო ახალი სტანდარტის ინტერფეისით;
- სისტემური *BIOS* მხარს უნდა უჭერდეს მინიმუმ *ATA-2* ინტერფეისს.

LBA მეთოდის თანხმად ყველა სექტორი, დაწყებული (0, 0, 1) სექტორიდან, რომელსაც ლოგიკური მისამართი 0 ენიჭება, თანმიმდევრობით ინომრება. ამრიგად, *CHS* მისამართი 28-ბიტიან *LBA* მისამართად გარდაიქმნება.

ამ შემთხვევაში ვინჩესტერის მაქსიმალური მოცულობა შეიძლება იყოს

$$V = 65536 \cdot 16 \cdot 256 \cdot 512 = 2^{28} = 128 \text{ გბაიტი.}$$

თუმცა ოპერაციული სისტემისთვის აუცილებელია სექტორების გადათვლილი მნიშვნელობები. ამიტომ *BIOS* თავდაპირველად სექტორების საერთო რაოდენობას განსაზღვრავს, ხოლო შემდეგ გადათვლის მათ *CHS* მონაცემებად.

ამ შემთხვევაში ვინჩესტერის მაქსიმალური მოცულობა შეიძლება იყოს

$$V = 1024 \cdot 256 \cdot 63 \cdot 512 = 8,4 \text{ გბაიტი.}$$

1998 წლის და უფრო თანამედროვე სისტემურ *BIOS*-ებში მოხსნილია ვინჩესტერის მაქსიმალური მოცულობის 8,4 გბაიტის შეზღუდვა, ხოლო 2002 წლის და უფრო თანამედროვე ვერსიებში – 128 გბაიტის შეზღუდვა. თუმცა 128 გბაიტის შეზღუდვის მოხსნისთვის კომპიუტერი აღჭურვილი უნდა იყოს *ATA-6*, ან უფრო ახალი სტანდარტის ინტერფეისით.

ATA-6 სტანდარტი 48-თანრიგა *LBA* დამისამართებას ითვალისწინებს. სექტორების მაქსიმალური რაოდენობაა 2^{48} , ხოლო ვინჩესტერის მაქსიმალური მოცულობა

– $2^{48} \times 512 = 144$ პეტაბაიტი. თუმცა 128 გბაიტზე მეტი მოცულობის ვინჩესტერის შექმნამდე უნდა დაერწმუნდეთ, რომ შესაბამისი ვინჩესტერების მხარდაჭერა კომპიუტერის სისტემურ BIOS-საც გააჩნია.

პრობლემები, რომლებიც დაკავშირებულია IDE სტანდარტის ვინჩესტერების მაქსიმალური მოცულობის შეზღუდვასთან, არანაირად არ ეხება SCSI სტანდარტის ვინჩესტერებს.

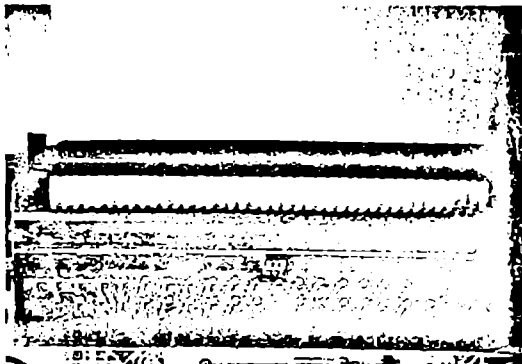
SCSI სტანდარტი თავიდანვე მაღალი კლასის ვინჩესტერებთან სამუშაოდ იყო გათვალისწინებული, ამიტომ პირველივე SCSI სტანდარტი ²³² სექტორის დამისამართების და აქედან გამომდინარე, 2 ტერაბაიტამდე მოცულობის ვინჩესტერების მხარდაჭერას უზრუნველყოფდა.

თანამედროვე SCSI სტანდარტის მიხედვით შესაძლებელია ²⁶⁴ სექტორის დამისამართება. ამრიგად, ვინჩესტერის მაქსიმალური მოცულობა პრაქტიკულად შეუზღუდავია.

რაც შეეხება სისტემური BIOS-ის შეზღუდვას, მას SCSI ვინჩესტერებისთვის არანაირი მნიშვნელობა არ ენიჭება. SCSI ვინჩესტერების მხარდაჭერა ხდება არა სისტემური BIOS-ის, არამედ SCSI კონტ-ადაპტერის დონეზე.

4.5. ვინჩესტერის ჩართვა

თანამედროვე პერსონალურ კომპიუტერებში უმეტესად ორი IDE პოსტ-ადაპტერი – IDE 1 და IDE2 გამოიყენება (ნახ. 4.18).



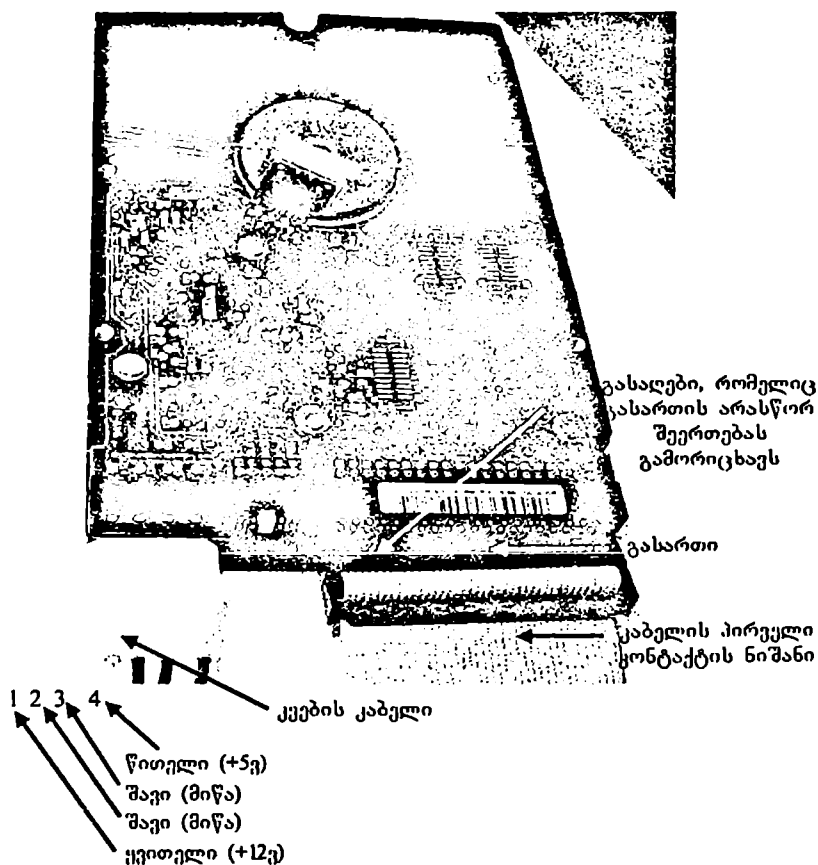
ნახ. 4.18. ჩაშენებული IDE პოსტ-კონტროლერები

ATA ინტერფეისი პარალელურ 16-თანრიგა სალტეს წარმოადგენს. პოსტ-ადაპტერი და მოწყობილობები სპეციალური 40-, ან 80-გამტარიანი კაბელი-შლეიფის საშუალებით 4.19) ერთდება.

მე-20 გამომყვანი გასაღების როლს ასრულებს. იგი არ იძლევა კაბელის არასწორი შეერთების შესაძლებლობას.

ტრადიციული პარალელური ATA ინტერფეისი სიმარტივეთ და რეალიზაციის დაბალი ღირებულებით გამოირჩევა, მაგრამ მისი შემდგომი განვითარება რიგ ტექნოლოგიურ სირთულეებს და ღირებულების ზრდას უკავშირდება. ამჟამად პარალელური ATA ინტერფეისის ახალი სტანდარტები აღარ მუშაედება. უპირატესობა მიმდევრობით SATA ინტერფეისს მიენიჭა.

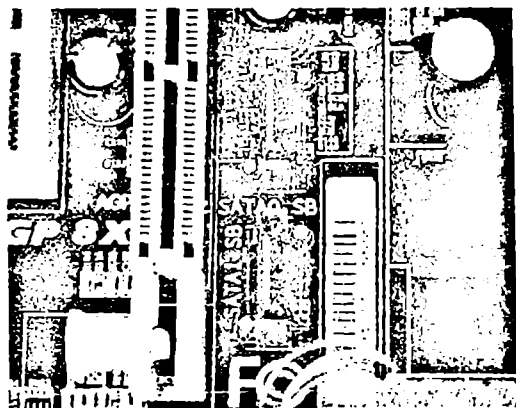
ნახ. 4.20-ზე წარმოდგენილია სისტემური პლატის ფრაგმენტი SATA პოსტ-ადაპტერებით.



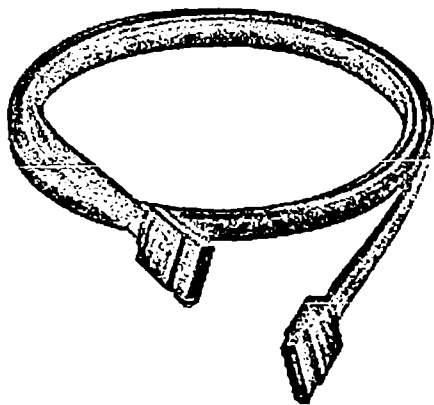
ნახ. 4.19. ATA ვინჩესტერის შეერთება

SATA ინტერფეისში წამყვანი და მართული (Master/Slave) მოწყობილობების ცნება არ არსებობს. გასართები მხოლოდ კაბელის ბოლოებშია განთავსებული. დის-

კური მოწყობილობა კონტროლერს ვიწრო, მრგვალი და დრეკადი კაბელით უერთდება, რაც მოსახერხებელია შერთებისთვის და კომპიუტერის ვენტილაციას აუმჯობესებს. SATA კაბელის მაქსიმალური სიგრძე შეიძლება იყოს არაუმეტეს 1 მ-სა. ნახ 4.21-ზე წარმოდგენილია SATA მონაცემთა კაბელი.



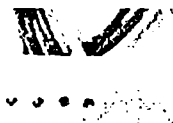
ნახ. 4.20. SATA კონსტრუქციები



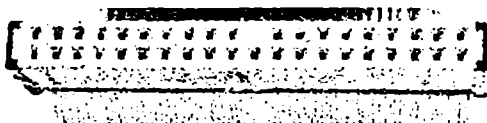
ნახ 4.21. SATA მონაცემთა კაბელი

რამდენადაც გამტარების რაოდენობა *SATA* კაბელში ბევრად უფრო ნაკლებია პარალელურ *ATA* კაბელთან შედარებით, შესაძლებელია ბევრად უფრო კომპაქტური და მოსახერხებელი გასართების გამოყენება. შედარებისთვის, ნახ. 4.22-ზე, წარმოდგენილია ტრადიციული პარალელური *ATA* და *SATA* გასართები.

პარალელური *ATA*-ს კეების გასართი



პარალელური *ATA*-ს მონაცემთა კაბელის გასართი



SATA-ს კეების გასართი



SATA-ს მონაცემთა კაბელის გასართი

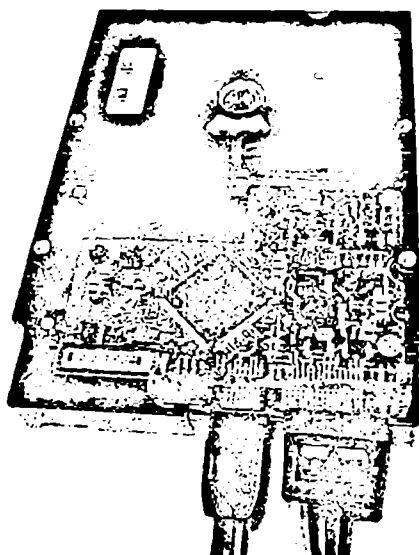


ნახ. 4.22. *SATA* და პარალელური *ATA* გასართები

უნდა აღვნიშნოთ, რომ *SATA* ინტერფეისის კეების გასართი პარალელური *ATA* ინტერფეისის კეების გასართს ზომით აღემატება. ეს დაკავშირებულია *SATA* ინტერფეისში დამატებით +3,3 ვ ძაბვის გამოყენებასთან.

SATA გასართებს სპეციალური გასაღებები გააჩნია, რაც შეუძლებელს ხდის სისტემურ პლატაზე განთავსებულ პოსტ-კონტროლერთან და დისკურ მოწყობილობებთან მათ არასწორ შეერთებას. ნახ. 4.23-ზე წარმოდგენი-

ღია საინფორმაციო და კვების გასართის ფიზიკური შეერთება დისკურ მოწყობილობასთან.



ნახ. 4.23. SATA გასართების შეერთება დისკურ მოწყობილობასთან

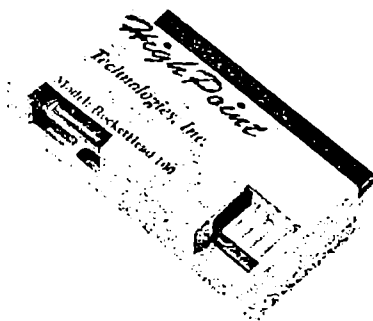
თუ პერსონალური კომპიუტერის კვების ბლოკს SATA სტანდარტის კვების გასართი არ გააჩნია, სპეციალური გადამყვანი გამოიყენება (ნახ. 4.24).



ნახ. 4.24. ATA-SATA გადამყვანი.

რამდენადაც SATA პარალელური ATA ინტერფეისის შემდგომ განვითარებას წარმოადგენს, მომხმარებელს, სპეციალური ადაპტერების გამოყენებით, ATA-100 და ATA-133 ვინჩესტერების SATA ინტერფეისთან შეერთება შეუძლია.

ნახ. 4.25-ზე წარმოდგენილია ერთ-ერთი ასეთი ადაპტერი – *HighPoint RocketHead-100*.



ნახ. 4.25. SATA-ადაპტერი *HighPoint RocketHead-100*.

4.6. RAID-მასივები

ბოლო 10 წლის განმავლობაში პროცესორების წარმადობა ყოველ 1,5 წელიწადში საშუალოდ 2-ჯერ იზრდება, ხოლო დისკების წარმადობის ზრდასთან დაკავშირებით სურათი ბევრად უარესია.

პროცესორის წარმადობის გაზრდისთვის მონაცემთა პარალელური დამუშავების ტექნოლოგია გამოიყუ-

ნება. დამპროექტებლებს დიდი ხანია დაებადათ აზრი, რომ ცუდი არ იქნებოდა შეტანა-გამოტანის მოწყობილობებსაც შექმნებოდათ პარალელური მუშაობა. სწორედ ამ იდეებმა განაპირობა შეტანა-გამოტანის მოწყობილობების ახალი კლასის გამოჩენა, რომელსაც *RAID* ეწოდა.

თავდაპირველად აბრევიატურა *RAID* იშიფრებოდა როგორც *Redundant Array of Inexpetive Disks* (იაფი დისკების ჭარბი მასივი). თუმცა შემდგომში აბრევიატურის *I* სიმბოლომ *Inexpetive* (იაფი) ნაცვლად *Independent* (დამოუკიდებელი) აღმნიშვნელის დანიშნულება მიიღო.

RAID იდეა ძირითადად შემდეგში მდგომარეობს: კომპიუტერის (ჩვეულებრივ დიდი სერვერის) გვერდით ყენდება დისკების მასივი, დისკების კონტროლერების ნაცვლად *RAID*-კონტროლერი გამოიყენება, მონაცემები *RAID*-მასივში კოპირდება და შემდეგ ჩვეულებრივი დისკური ოპერაციები სრულდება.

ოპერაციული სისტემა *RAID*-მასივს როგორც *SLED* (*Single Large Expensive Disk*) – ერთ ძვირადღირებულ დიდი მოცულობის დისკს განიხილავს. ამავე დროს *RAID*-მასივის წარმადობა და საიმედოობა *SLED*-დისკის ანალოგიურ მაჩვენებლებს მნიშვნელოვნად აღემატება.

RAID-მოწყობილობების უმეტესობა *SCSI*-კონტროლერს შეიცავს, რომელიც მართავს *RAID*-მასივს და *SCSI*-დისკების ბოქსს, რომელსაც ოპერაციული დისკი აღიქვამს ისე, როგორც ერთი დიდი მოცულობის დისკს.

SCSI-სისტემის გამოყენება შემდეგი მოსაზრებებითაა განპირობებული:

- *SCSI*-დისკები მაღალი წარმადობით და არცთუ ისე მაღალი ფასით გამოირჩევა;
- ერთ *SCSI*-კონტროლერს რამდენიმე დისკის მართვა შეუძლია (8-თანრიგა *SCSI*-მოდულებს – 7 დისკის, ხოლო 16-თანრიგა *SCSI*-მოდულებს – 15 დისკის).

ამრიგად, *RAID*-მასივის გამოყენებისთვის საჭირო არ არის რაიმე ცვლილების შეტანა პროგრამულ უზრუნველყოფაში, რაც სისტემური ადმინისტრატორებისთვის საკმაოდ ხელსაყრელია.

RAID-სისტემებს რამდენიმე დადებითი თვისება გააჩნია:

- პროგრამული უზრუნველყოფა *RAID*-მასივს ერთი დიდი მოცულობის დისკის სახის აღიქვამს;
- *RAID*-მასივის დისკებზე მონაცემები ისეთნაირად ნაწილდება, რომ შესაძლებელი იყოს პარალელური ოპერაციების შესრულება.

ამჟამად ძირითადად *RAID*-მასივების ექვსი დონე გამოიყენება. ტერმინი „დონე“ ტრადიციულია, თუმცა არ არის ზუსტი, რადგან დონეებს შორის არანაირ იერარქიულ სტრუქტურას არ აქვს ადგილი. უფრო ზუსტი იქნებოდა ტერმინი „სახეობა“, ანუ უბრალოდ არსებობს *RAID*-დისკების ორგანიზაციის ექვსი სხვადასხვა ვარიანტი.

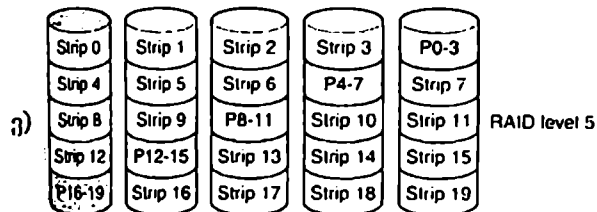
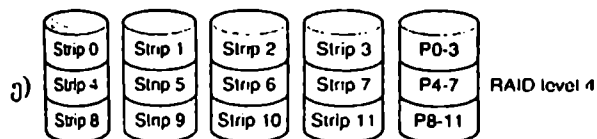
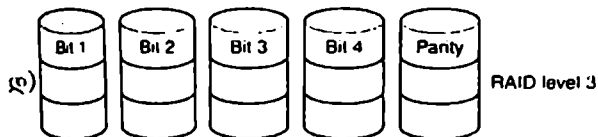
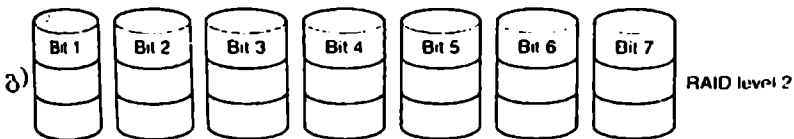
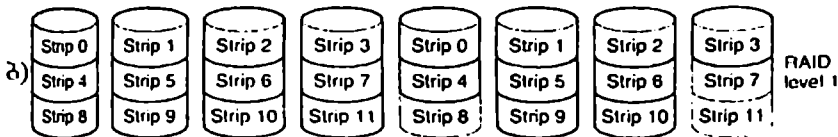
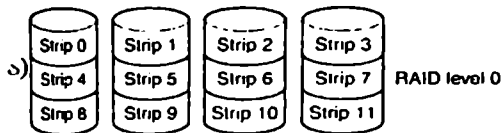
0-ვანი დონის *RAID*-მასივი წარმოდგენილია ნახ. 4.26 ა-ზე. იგი ვირტუალურ დისკს წარმოადგენს, რომელიც ზოლებადება (*Strips*) დაყოფილი. თითოეული ზოლი k სექტორისგან შედგება. 0-დან $k-1$ -მდე სექტორები იკავებენ ზოლს 0, k -დან $2k-1$ -მდე სექტორები ზოლს 1 და ა.შ. $k=1$ -

თვის თითოეული ზოლი ერთი სექტორისგან შედგება, $k=2$ -თვის – ორი სექტორისაგან და ა.შ.

0-ვანი დონის RAID-მასივში ზოლები თანმიმდევრულად, წრიულად იწერება. ჩაწერის მოცემულ წესს დისკებზე მონაცემების განაწილება (*striping*) ეწოდება. ნახ. 4.26 ა-ზე წარმოდგენილია ოთხი დისკისგან შემდგარი RAID-მასივი.

მაგალითად, თუ პროგრამული უზრუნველყოფა იძახებს ბრძანებას მონაცემთა ბლოკის წაკითხვისათვის, რომელიც ოთხი თანმიმდევრული ზოლისგან შედგება და ზოლებს შორის საზღვრიდან იწყება, RAID-კონტროლერი ბრძანებას დაყოფს ოთხ ცალკეულ ბრძანებად, რომლებიც ცალკეული დისკებისთვისაა გათვალისწინებული და ბრძანებებს პარალელურად ასრულებს. ამრიგად, ვიდებთ პარალელური შეტანა-გამოტანის მოწყობილობას პროგრამული უზრუნველყოფის შეცვლის გარეშე.

0-ვანი დონის RAID-მასივი ყველაზე უკეთ დიდ მოთხოვნებთან მუშაობს – რაც უფრო დიდია მოთხოვნა, მით უკეთესი. თუ მოთხოვნის დაკმაყოფილებისთვის საჭიროა იმაზე მეტი ზოლის ჩართვა, ვიდრე RAID-მასივში დისკების რაოდენობაა, ზოგიერთი დისკი რამდენიმე მოთხოვნას იღებს. როგორც კი დისკი პირველ მოთხოვნას ასრულებს, მეორე მოთხოვნის შესრულებაზე გადადის და ა.შ. კონტროლერის ამოცანა იმაში მდგომარეობს, რომ მოთხოვნა დაყოს ამოცანის შესაბამისად, სწორი თანმიმდევრობით გააგზავნოს მოთხოვნები შესაბამის დისკებზე და ბოლოს სწორად ჩაწეროს შედეგები მეხსიერებაში.



ნახ. 4.26. RAID-მასივების არქიტექტურა

ასეთი მიდგომის დროს სისტემის წარმადობა საკმაოდ მაღალია და მისი რეალიზაცია არცთუ ისე რთულია.

0-ვანი დონის RAID-მასივი ყველაზე უფრო ცუდად ოპერაციულ სისტემებთან მუშაობს, რომლებიც დრო და დრო მონაცემების მცირე პორციებს მოითხოვენ (ერთ სექტორს მიმართვაზე). ამ შემთხვევაში მუშაობის შედეგები, რასაკვირველია სწორი იქნება, თუმცა არანაირ პარალელურობას და, აქედან გამომდინარე, წარმადობის მხრივ არანაირ მოგებას ადგილი არ ექნება.

0-ვანი დონის RAID-მასივის კიდევ ერთი უარყოფითი მხარე იმაში მდგომარეობს, რომ მისი საიმედოობა პოტენციურად SLED-დისკთან შედარებით უფრო დაბალია.

მაგალითისთვის განვიხილოთ RAID-მასივი, რომელიც ოთხი დისკისგან შედგება და თითოეულ დისკზე მტყუნება შეიძლება საშუალოდ ყოველი 40 000 სთ-ის შემდეგ მოხდეს. ამ შემთხვევაში RAID-მასივის მტყუნება საშუალოდ ყოველი 10000 სთ-ის შემდეგ მოხდება და ამ დროს ყველა მონაცემი დაიკარგება.

თუ SLED-დისკის მტყუნება აგრეთვე საშუალოდ ყოველი 40 000 სთ-ის შემდეგ ხდება, მისი საიმედოობა ოთხჯერ უფრო მაღალია, რადგან იგი ერთ დისკს წარმოადგენს.

რამდენადაც 0-ვანი დონის RAID-მასივს არანაირი სიჭარბე არ გააჩნია, მას „არანამდვილ“, ან „ნამდვილ, ოღონდ 0-ვანი დონის“ RAID-მასივს უწოდებენ.

RAID-მასივების შემდეგ ნაირსახეობას 1-ლი დონის *RAID*-მასივი წარმოადგენს. იგი წარმოდგენილია ნახ. 4.26 ბ-ზე. 0-ვანი დონის *RAID*-მასივისგან განსხვავებით იგი „ნამდვილი“ *RAID*-მასივია. მოცემულ სტრუქტურაში ყველა დისკი დუბლირებულია. ამრიგად, 4 საწყისი დისკი და 4 სარეზერვო კოპიო მიიღება.

ყოველი ჩაწერის ოპერაციის დროს თითოეული ზოლი ორჯერ იწერება. წაკითვისას ორი კოპიოდან ნებისმიერი შეიძლება გამოიყენებოდეს. იმავდროულად შესაძლებელია ინფორმაციის მეტი დისკიდან ჩატვირთვა, ვიდრე ამას 0-ვანი დონის *RAID*-მასივი იძლევა.

აქედან გამომდინარე, ჩაწერის დროს 0-ვანი 1-ლი დონის *RAID*-მასივების წარმადობა ერთი და იგივეა, ხოლო წაკითხვის დროს 1-ლი დონის *RAID*-მასივის წარმადობა 0-ვანი დონის *RAID*-მასივის წარმადობაზე უფრო მაღალია (მაქსიმუმ 2-ჯერ).

1-ელი დონის *RAID*-მასივის კიდევ ერთ დადებით თვისებას მისი საუკეთესო მტყუნებამედგობა წარმოადგენს. თუ დისკზე ხდება მტყუნება, მის ნაცვლად კოპიო გამოიყენება. 1-ელი დონის *RAID*-მასივის აღდგენაც ძალიან მარტივია. ამისთვის უნდა შეიცვალოს დაზიანებული დისკი და მოხდეს სარეზერვო კოპიოდან მასზე ინფორმაციის გადაწერა.

0-ვანი და 1-ლი დონის *RAID*-მასივებისგან განსხვავებით, რომლებიც სექტორების ზოლებთან მუშაობენ, მე-2 დონის *RAID*-მასივი (ნახ. 4.26 გ) სიტყვებთან და ზოგჯერ ბაიტებთანაც კი მუშაობს. წარმოვიდგინოთ, რომ ვირტუ-

ალური დისკის ყოველი ბიტი ორ ფრაგმენტად იყოფა. თითოეული ფრაგმენტის მოცულობა 4 ბიტია. ამის შემდეგ ყოველ მათგანს ემატება გასწორების ჰემინგის კოდი. ამრიგად, 7 ბიტისგან შემდგარი სიტყვა მიიღება, რომელშიც 1, 2 და 4 ბიტები – ლუწობის ბიტებია. ამის შემდეგ წარმოვიდგინოთ 7 ბიტი ჰემინგის კოდით და 7 დისკი – თითო ბიტი თითო დისკზე.

ასეთი სქემის პრაქტიკული რეალიზაცია შემდეგში მდგომარეობს: 32-თანრიგა მონაცემის სიტყვას ლუწობის 6 ბიტი (ჰემინგის კოდი) ემატება. შედეგად 38-თანრიგა სიტყვა მიიღება, რომელსაც ლუწობის 39-ე ბიტი ემატება. მიღებული სიტყვა 39 დისკზე იწერება. საერთო წარმადობა ძალიან მაღალია, რადგან ერთდროულად შესაძლებელია მონაცემთა 32 სექტორის ჩაწერა. დისკის დაზიანების შემთხვევაში პრობლემები აგრეთვე არ წარმოიქმნება, რადგან ერთი დისკის დაზიანება 39-თანრიგა სიტყვის მხოლოდ ერთი ბიტის დაკარგვას იწვევს. ამ პრობლემას კი ჰემინგის კოდი მომენტალურად ასწორებს.

თუმცა მოცემული სქემა მოითხოვს ყველა დისკის სინქრონიზაციას ბრუნვის მიხედვით. გარდა ამისა, მის გამოყენებას მხოლოდ მაშინ აქვს აზრი, როდესაც გვაქვს დისკების საკმაოდ დიდი რაოდენობა (მონაცემთა 32 დისკისა და ლუწობის ბიტების 6 დისკის არსებობის შემთხვევაში დამატებითი დანახარჯები 19%-ს შეადგენს). ამას გარდა საკმაოდ დიდი დატვირთვა აწვება კონტროლერს, რადგან იგი ყოველი ბიტის გადაცემის დროს უნდა ითვლიდეს ჰემინგის კოდს.

მე-3 დონის RAID-მასივი მე-2 დონის RAID-მასივის გამარტივებულ ვერსიას წარმოადგენს. იგი გამოსახულია ნახ. 4.26 დ-ზე. ამ შემთხვევაში მონაცემთა ყოველის სიტყვისთვის ლუწობის 1 ბიტი გამოითვლება და ლუწობის დისკზე იწერება. ისევე, როგორც მე-2 დონის RAID-მასივის შემთხვევაში, დისკები ზუსტად უნდა იყოს სინქრონიზებული, რამდენადაც მონაცემთა ყოველი სიტყვა რამდენიმე დისკზე უნდა იყოს განაწილებული.

ერთი შეხედვით შეიძლება მოგვეჩვენოს, რომ ლუწობის ერთი ბიტი შეცდომების მხოლოდ აღმოჩენის და არა გასწორების შესაძლებლობას იძლევა. თუ საუბარი გვექნება ნებისმიერ შეცდომაზე, ბუნებრივია ეს დაკვირვება სწორია. თუმცა როდესაც საუბარია დისკის მტყუნებაზე, ლუწობის ბიტი უზრუნველყოფს ერთი ბიტი შეცდომის გასწორებას, რადგან არასწორი ბიტის პოზიცია ცნობილია. თუ ხდება მტყუნება, კონტროლერი გასცემს ინფორმაციას, რომ ყველა ბიტი ნულის ტოლია. თუ სიტყვაში ჩნდება ლუწობის შეცდომა, იმ დისკის ბიტი, რომელზედაც მოხდა მტყუნება, უნდა უდრიდეს ერთს და იგი, ბუნებრივია, სწორდება.

თუმცა მე-2 და მე-3 დონის RAID-მასივები მონაცემთა გადაცემის ძალიან მაღალ სიჩქარეს უზრუნველყოფენ, შეტანა-გამოტანის მოწყობილობებიდან წამში მოთხოვნების რიცხვი არ არის მეტი, ვიდრე ერთი დისკის არსებობის შემთხვევაში.

მე-4 და მე-5 დონის RAID-მასივები, ისევე როგორც საწყისი დონის RAID-მასივები, მუშაობენ ზოლებთან და

არა სიტყვებთან, რომელთაც ლუწობის ბიტები გააჩნიათ და დისკების სინქრონიზაციას არ მოითხოვენ.

მე-4 დონის RAID-მასივი (ნახ. 4.26, ე) ისევეა მოწყობილი, როგორც 0-ეანი დონის RAID-მასივი. განსხვავება იმაში მდგომარეობს, რომ მე-4 დონის RAID-მასივს დამატებითი დისკი გააჩნია, რომელზედაც ლუწობის ზოლები იწერება.

დაეუშვათ თითოეული ზოლი k ბაიტისგან შედგება. ყველა ზოლი უნდა იმყოფებოდეს ან-არა დამოკიდებულებაში და ლუწობის ზოლი ამ დამოკიდებულების შემოწმებისთვის აგრეთვე უნდა შედგებოდეს k ბაიტისგან. თუ დისკზე მტყუნება მოხდება, დაკარგული ბიტების აღდგენა შესაძლებელია ლუწობის დისკზე ჩაწერილი ინფორმაციის საშუალებით.

ასეთი გადაწყვეტა დანაკარგებს დისკებზე თავიდან გვაცილებს, მაგრამ მცირე გასწორებების შემთხვევაში წარმადობას მნიშვნელოვნად ამცირებს. თუ იცვლება ერთი სექტორი, ინფორმაციის წაკითხვა უნდა მოხდეს ყველა დისკიდან, რათა ლუწობის ბიტები თავიდან გამოითვალოს და მოხდეს მათი თავიდან ჩაწერა.

ამის ნაცლად შესაძლებელია დისკიდან წინა მონაცემების და წინა ლუწობის ბიტების წაკითხვა და მათგან ლუწობის ახალი ბიტების გამოთვლა. მაგრამ ასეთი ოპტიმიზაციის პროცესის გამოყენების შემთხვევაშიც კი მცირე გასწორებების არსებობის შემთხვევაში საჭიროა ორი წაკითხვის და ორი ჩაწერის ოპერაციის შესრულება.

ლუწობის დისკზე მონაცემების ჩატვირთვისას ასეთი სირთულეები შეიძლება დიდი წინაღობა იყოს მაღალი წარმადობის მიღწევისთვის.

ეს პრობლემა გადაწყვეტილია მე-5 დონის RAID-მასივში, რომელშიც ლუწობის ბიტები ყველა დისკზე თანაბრადაა გადანაწილებული და წრიულად იწერება (ნახ. 4.26, ე). მაგრამ დისკის მტყუნების შემთხვევაში მასზე ჩაწერილი ინფორმაციის აღდგენა საკმაოდ რთულია, თუმცა შესაძლებელია.

მონაცემთა ოპტიკური შენახვის საშუალებები

ინფორმაციის შენახვის ოპტიკურ მოწყობილობებში მონაცემთა ჩაწერა და წაკითხვა მბრუნავ კომპაქტ-დისკზე, ლაზერის სხივის და არა მაგნიტური ველის საშუალებით სრულდება.

კომპიუტერული ოპტიკური ტექნოლოგიების სტანდარტები ორ ძირითად ჯგუფად იყოფა:

- CD (CD-ROM, CD-R, CD-RW);
- DVD (DVD-ROM, DVD-R, DVD-RW).

პერსონალური კომპიუტერის სტანდარტულ კონფიგურაციას CD (Compact Disk) დისკური მოწყობილობა მიეკუთვნება.

CD-ROM (Compact Disk Read-Only Memory) – მეხსიერება კომპაქტ-დისკზე მხოლოდ წაკითხვისთვის) – ინფორმაციის ოპტიკურ მატარებელს წარმოადგენს და მხოლოდ მონაცემთა წაკითხვისთვისაა განკუთვნილი.

Sony და Philips კომპანიებმა 1980 წელს წარმოადგინეს მუსიკალური კომპაქტ-დისკების პირველი სტანდარტი – CD-DA, რომლის ფორმატსაც Red Book ეწოდა მოცემული სპეციფიკაციით განისაზღვრა ხმის ჩაწერა-დამუშავების სტანდარტები და დისკის დიამეტრი – 120 მმ, რომელიც ამჟამადაც სტანდარტულია ყველა კომპაქტ-დისკისთვის.

Sony და Philips კომპანიებმა გააგრძელეს თანამშრომლობა და 1984 წელს წარმოადგინეს პირველი CD-ROM (სპეციფიკაცია Yellow Book). სტანდარტი ისეთ კომპაქტ-დისკებთან მუშაობას ითვალისწინებს, რომლებზე-

დაც ჩაწერილია კომპიუტერულ სისტემებში გამოყენებული მონაცემები. კომპაქტ-დისკიდან შესაძლებელია მხოლოდ მონაცემების წაკითხვა.

CD-ROM დამგროვებელი *CD-DA* დამგროვებლისგან მხოლოდ ელექტრონული სქემით განსხვავდება, რომელიც შეცდომების აღმოჩენის და კორექციის დამატებით შესაძლებლობებს უზრუნველყოფს.

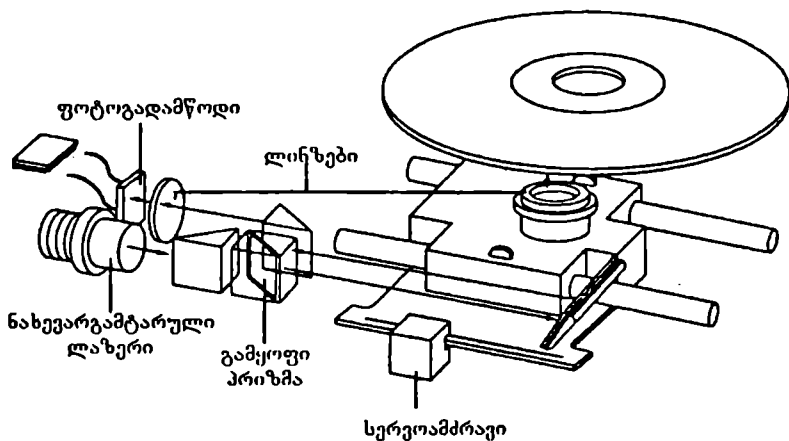
5.1. *CD-ROM* დისკური მოწყობილობების კონსტრუქცია და დისკების დამზადების ტექნოლოგია

CD-ROM დამგროვებლის კონსტრუქცია

CD-ROM დამგროვებელი (ნახ. 5.1) შემდეგნაირად მუშაობს:

1. ნახევარგამტარული ლაზერი ამრეკლი სარკისკენ მიმართულ მცირე სიმპლავრის ინფრაწითელ სხივს გამომიშუაებს;
2. ჩაშენებული მიკროპროცესორიდან მიწოდებული ბრძანებების შესაბამისად სერვომძრავი მოძრავ ურიკას, რომელზედაც დამონტაჟებულია ამრეკლი სარკე, კომპაქტ-დისკის სასურველ ბილიკზე გადაადგილებს;
3. დისკიდან არეკლილი სხივი დისკის ქვევით არსებული ლინზის საშუალებით ფოკუსირდება, სარკიდან აირეკლება და გამყოფ პრიზმას მიეწოდება;
4. გამყოფი პრიზმა არეკლილ სხივს მეორე მაფოკუსირებელ ლინზაზე მიმართავს;

5. მაფოკუსირებელი ლინზა არეკლილ სხივს ფოტოგადამწოდზე მიმართავს, რომელიც სინათლის ენერგიას ელექტრულ იმპულსებად გარდაქმნის;
6. ფოტოგადამწოდის მიერ გამოძეუებული სიგნალები ჩაშენებული მიკროპროცესორის მიერ დეკოდირდება და კომპიუტერს მონაცემების სახით მიეწოდება.



ნახ. 5.1. CD-ROM დამგროვებლის სტრუქტურა

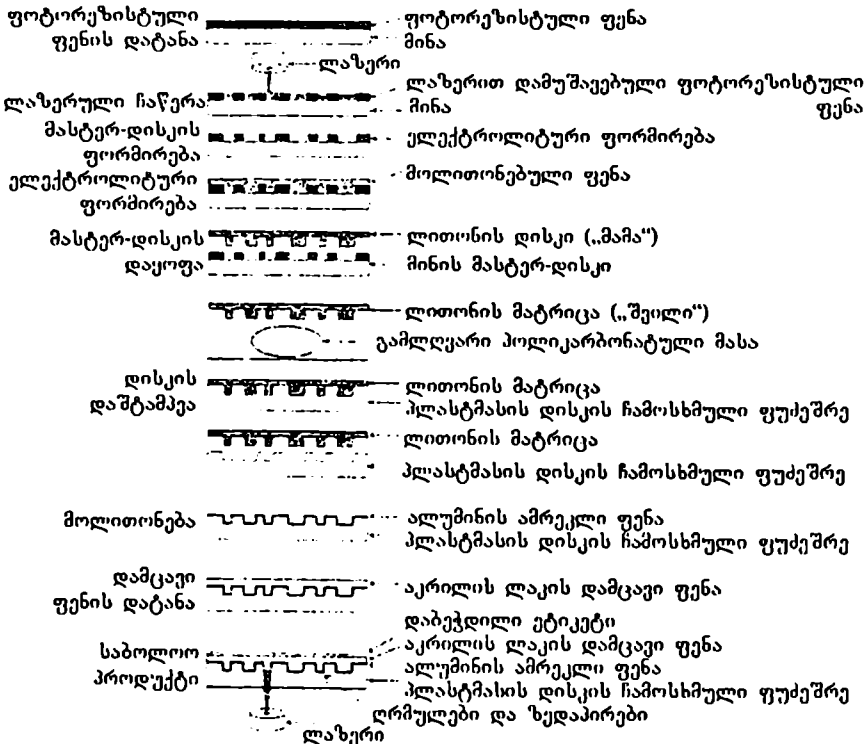
CD-ROM მატარებლების მასიური წარმოება

კომპაქტ-დისკი პოლიკარბონატული ფირფიტაა. მისი დიამეტრია 120 მმ, ხოლო სისქე – 1,2 მმ. დისკის შუაში არის 15 მმ დიამეტრის ღიობი. თუ კომპაქტ-დისკს წაკითხვის მხრიდან (ქვევიდან) შევხედავთ, ის საათის ისრის საწინააღმდეგო მიმართულებით ბრუნავს. ინფორმაცია სპირალურ ბილიკზე იწერება, რომელიც ამადლებული (pits) და ბრტყელი (lands) მონაკვეთებისგან შედგება.

ლაზერული სხივი, რომელიც კომპაქტ-დისკიდან მონაცემების წაკითხვისთვის გამოიყენება, თავისუფლად

გადის გამჭვირვალე პოლიკარბონატში, ამიტომ დისკის ზედაპირი ამრეკლი ლითონის (ჩვეულებრივ ალუმინის) ფენით იფარება. ალუმინის ფენა, თავის მხრივ, აკრილის ლაკის თხელი დამცავი ფენით იფარება, რომელზედაც გამოსახულება დაიტანება.

თუმცა კომპაქტ-დისკების მასიური კომერციული წარმოება არა ლაზერით ამოწვით, არამედ დაპრესვის მეთოდით ხდება (ნახ. 5.2). მართალია, მინის მასტერ-დისკზე მონაცემები სწორედ ლაზერული სხივით ამოიწვება, მაგრამ ასეთი მეთოდით ასეულობით და ათასეულობით დისკის დამზადება არაეკონომიურია.



ნახ. 5.2. ტექნოლოგიური პროცესის სქემა

კომპაქტ-დისკების დამზადება ეტაპობრვად სრულდება:

1. ფოტორეზისტული ფენის დადება. 240 მმ დიამეტრის და 6 მმ სისქის გაპრიალებული მინის ფირფიტა 150 მიკრონი სისქის ფოტორეზისტის ფენით იფარება, რის შემდეგადაც 30 წუთის განმავლობაში, 80°C-ზე იწვეება;
2. ლაზერული ჩაწერა. ლაზერული ჩამწერი (*Laser Beam Recorder – LBR*) ლურჯი, ან იასამინისფერი შუქის იმპულსებს აგზავნის, რომლებიც მინის მასტერ-დისკის ფოტორეზისტული ფენის განსაზღვრულ მონაკვეთებს ასხივებს და არბილებს;
3. მასტერ-დისკის ფორმირება. დამუშავებული მინის დისკი ნატრიუმის ჰიდროოქსიდის ხსნარით მუშავდება, რომელიც ლაზერით ექსპონირებულ მონაკვეთებს გახსნის და ფოტორეზისტულ ფენაში ღრმულებს აფორმირებს;
4. ელექტროლიტური ფორმირება. მასტერ-დისკი გალვანოპლასტიკის მეთოდით იფარება ნიკელის შენადნობით. შედეგად ლითონის მასტერ-დისკი იქმნება, რომელსაც „მამა“ (*father*) დისკი ეწოდება;
5. მასტერ-დისკის დაყოფა. ლითონის მატრიცა მინის მასტერ-დისკს სცილდება და დისკების პარტიის დამზადებისთვის შეიძლება იქნას გამოყენებული. ლითონის მასტერ-დისკის მოცილების დროს მინის საფუძველი ხშირად ზიანდება, ამიტომ, როგორც წესი, რამდენიმე მინის „დედა“ (*mother*) მასტერ-დისკს ქმნიან;
6. დისკების შტამპვა. ლითონის მუშა მატრიცა სამსხმელო მანქანაში გამლღვარ 18 გრამ პოლიკარბონატულ მასაში ღრმულების და ზედაპირების ფორმირებისთვის

- გამოიყენება. მუშა ტემპერატურა 350°C -ია, დაპრესვის წნევა – 20000 ფუტი/დიუმი²-ზე, დისკის დამზადების დრო – 3 წმ;
7. მოლითონება. ამრეკლი ზედაპირის მისაღებად დისკზე დამტვერვის მეთოდით ალუმინის თხელი (0,05-0,1 მიკრონი) ფენა დაიტანება;
 8. დამცავი ზედაპირი. ალუმინის ფენის შემდგომი დაუანგვის თავიდან ასაცილებლად მოლითონებულ დისკზე აკრილის ლაკის თხელი (6-7 მიკრონი) ფენა დაიტანება, რომელიც ულტრაიისფერი სხივებით მყარდება.
 9. საბოლოო პროდუქტი. ტრაფარეტული ბეჭდვის წესით დისკზე ტექსტი, ან გამოსახულება დაიტანება, რომელიც ულტრაიისფერი სხივების ზემოქმედებით შრება.

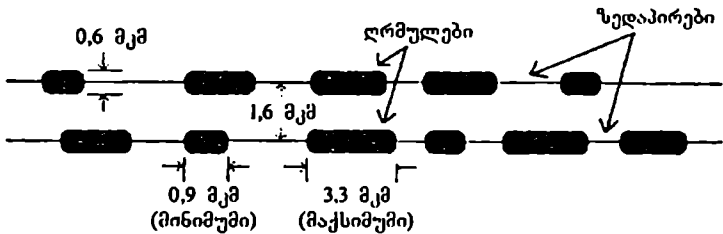
ღრმულები და ზედაპირები

ინფორმაციის წაკითხვა დისკის ლითონური ზედაპირიდან არეკლილი დაბალი სიმძლავრის ლაზერული სხივის რხევების რეგისტრაციის პროცესს წარმოადგენს. ლაზერი ფოკუსირებულ სხივს დისკის ქვედა მხარეზე აგზავნის, ხოლო არეკლილი სხივი მგრძნობიარე ფოტორეცეპტორს მიეწოდება. დისკის ზედაპირიდან ლაზერის სხივი აირეკლება, ხოლო დისკის ღრმულიდან ლაზერული სხივის არეკვლა არ ხდება.

დისკი ლაზერის და ფოტორეცეპტორის (მიმღების) ქვევით ბრუნავს. ლაზერი მუდმივად ასხივებს სინათლეს, ხოლო მიმღები აღიქვამს შუქის ნათებას, რომელიც ღრმულებისა და ზედაპირების თანმიმდევრობას ასახავს. არეკლილი სიგნალის ყოველ ცვლილებას, რომელიც განპირობებულია ღრმულის საზღვრის გადაკვეთით, დამ-

გროვებლის მიკროპროცესორი გარდაქმნის ბიტად, რომლის მნიშვნელობაა „1“, ხოლო ველს, რომელიც არ შეიცავს გადასვლებს – ბიტად, რომლის მნიშვნელობაა „0“. ორობითი თანრიგების მიღებული კრებული CD-ROM დისკის შემთხვევაში გარდაიქმნება მონაცემებად, ხოლო CD-DA დისკის შემთხვევაში – ხმოვან სიგნალებად.

ღრმულები დისკის ბილიკებს აფორმირებენ. მათი სიღრმეა 0,125 მიკრონი, ხოლო სიგანე – 0,6 მიკრონი. ღრმულებისა და ზედაპირების მინიმალური სიგრძეა 0,9 მიკრონი, ხოლო მაქსიმალური – 3,3 მიკრონი (ნახ. 53)



ნახ. 53. კომპაქტ-დისკის ბილიკის მაფორმირებელი ღრმულებისა და ზედაპირების გეომეტრია

5.2. კომპაქტ-დისკების ლოგიკური სტრუქტურა

ბილიკი და სექტორები

ღრმულები აფორმირებენ ერთადერთ სპირალურ ბილიკს ხვებებს შორის 1,6 მიკრონი დაცილებით, რაც 625 ხვიას მილიმეტრზე შეესაბამება. სტანდარტული 74-წუთიანი (650 მმ) დისკის ბილიკი მთლიანობაში 22188 ხვისგან შედგება. დისკი ექვს ძირითად ველად იყოფა.

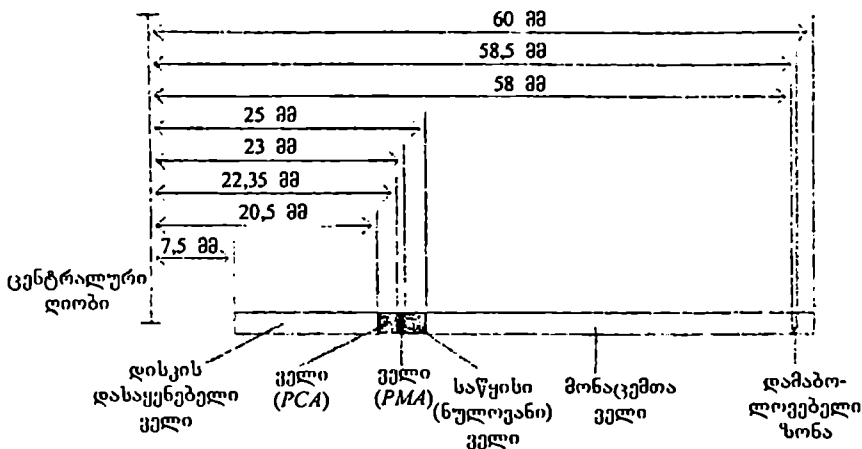
- დისკის ფიქსირების ველი. ფიქსირების (დაყენების) ველი კომპაქტ-დისკის ცენტრალური ნაწილია. ფიქსირების ველში გაკეთებულია ღიობი, რომლითაც დისკი დამგროვებლის ამძრავ მექანიზმზე თავსდება. ფიქსირების ველი არ შეიცავს რაიმე ინფორმაციას, ან მონაცემებს;
- სიმძლავრის დაკალიბრების ველი (*PCA*). მხოლოდ ჩამწერ დისკებს (*CD-D, CD-RW*) გააჩნია. *PCA*-ს საშუალებით ჩამწერი დისკური მოწყობილობა დისკის ტესტირებას ასრულებს, რის შედეგადაც დისკის ოპტიმალური ამოწვისთვის საჭირო ლაზერის სიმძლავრეს განსაზღვრავს. თითოეული დისკის ტესტირება 99-ჯერ შეიძლება შესრულდეს;
- მეხსიერების პროგრამირებადი ველი (*PMA*). მხოლოდ ჩამწერ დისკებს (*CD-D, CD-RW*) გააჩნია და სარჩევის დროებითი ცხრილის (*Table Of Content – TOC*) ჩაწერისთვის გამოიყენება. ჩაწერის სეანსის დასრულების შემდეგ ნულოვან ბილიკზე გადაიწერება;
- ნულოვანი ბილიკი. მასზე დისკის (ან სეანსის) სარჩევი იწერება, რომელიც შეიცავს მონაცემებს ყველა მუსიკალური, ან მონაცემთა ბილიკის საწყისი მისამართის და სიგრძის შესახებ. ნულოვანი ბილიკზე აგრეთვე იწერება პროგრამული (მონაცემთა) ველის სიგრძე, ინფორმაცია ჩაწერის ყოველი სეანსის შესახებ. კომპაქტ-დისკი, რომელიც ჩაწერილია მთლიანად ერთი სეანსის განმავლობაში (*Disk At Once – DAO* რეჟიმი), მხოლოდ ერთ ნულოვან ბილიკს შეიცავს, ხოლო დისკი, რომელიც ჩაწერილია რამდენიმე სეანსის განმავლობაში – რამდენიმე ნულოვან ბილიკს, რადგან ჩა-

წერის ყოველი სეანსი ნულოვანი ბილიკით იწყება. ნულოვანი ბილიკის სიგრძე 4500 სექტორია (ერთი წუთი, მონაცემთა 9,2 მბაიტი). იგი აგრეთვე მიუთითებს, არის თუ არა დისკი მრავალსესიური და დისკზე შემდეგი ჩაწერის მისამართს (თუ დისკზე არის თავისუფალი ადგილი);

- პროგრამული (საინფორმაციო) ველი. დისკის ცენტრიდან 25 მმ-ის დაშორებით იწყება. პროგრამულ ველში თავად მონაცემები იწერება;
- დამაბოლოებელი ზონა. აღნიშნავს დისკის პროგრამული (საინფორმაციო) ზონის დასასრულს ან ჩაწერის სეანსის დასასრულს მრავალსესიური ჩაწერის დროს. დამაბოლოებელი ზონა არ შეიცავს რაიმე ინფორმაციას და მხოლოდ მარკერის სახით გამოიყენება. პირველი (ერთადერთი დამაბოლოებელი ზონა, თუ დისკი ჩაწერილია *DAO* რეჟიმში) 6750 სექტორს (1,5 წუთი, ან 13,8 მბაიტი) იკავებს. ყოველი შემდეგი დამაბოლოებელი ზონა (თუ დისკი ჩაწერილია მრავალსესიურ რეჟიმში) 2250 სექტორს (0,5 წუთი, ან 4,6 მბაიტი) იკავებს.

დისკის ფიქსირების ზონა, პროგრამული ველი, ნულოვანი ბილიკი და დამაბოლოებელი ზონა ყველა ტიპის კომპაქტ-დისკს გააჩნია. *CD-R* და *CD-RW* დისკები დამატებით სიმძლავრის დაკალიბრების და მეხსიერების პროგრამირებად ველსაც შეიცავს (ნახ. 5.4).

ცხრილში 5.1 წარმოდგენილია 74-წუთიანი (650 მებიბაიტი) და 80-წუთიანი (700 მეგაბაიტი) კომპაქტ-დისკების ძირითადი ტექნიკური მაჩვენებლები. 80-წუთიანი ვერსია 74-წუთიანთან შედარებით ხეიების უფრო მჭიდრო განლაგებით გამოირჩევა.



ნახ. 5.4. კომპაქტ-დისკის ველები

სპირალური ბილიკი დაყოფილია სექტორებად. გარბენის სიჩქარე ჩაწერა/წაკითხვის დროს შეადგენს 75 სექტორი/წმ-ში. ამრიგად დისკზე, რომელზედაც ჩაწერილია 74 წუთი მუსიკალური ინფორმაცია, შეიძლება მაქსიმუმ 333 000 სექტორი არსებობდეს. თითოეული სექტორი 98 საინფორმაციო ბლოკად (ფრეიმად) იყოფა. ყოველი ბლოკი 33 ბაიტს შეიცავს, რომლიდანაც 24 ბაიტი მუსიკალური მონაცემებია, 1 ბაიტი ქვეკოდს (სამომსახურო კოდურ ინფორმაციას) შეიცავს, ხოლო 8 ბაიტი ლუწობაზე კონტროლისთვის და შეცდომების კორექციისთვის (ECC) გამოიყენება.

კომპაქტ-დისკების ძირითადი ტექნიკური მახასიათებლები

კომპაქტ-დისკის სიგრძე (წთ)	74*	80
კომპაქტ-დისკის ზომა (მიბ)	650	700
წაკითხვის სიჩქარე Ix, მ/წმ	1,3	1,3
დაცილება ხეივბს შორის, მიკრონი	1,6	1,48
ხეივბის რაოდენობა 1 მილიმეტრში	625	676
ბილიკის მთლიანი სიგრძე, მეტრი	5772	6240
ღრმულის სიგანე, მიკრონი	0,6	0,6
ღრმულის სიღრმე	0,125	0,125
ღრმულის მინიმალური სიგრძე, მიკრონი	0,9	0,9
ღრმულის მაქსიმალური სიგრძე, მიკრონი	3,31	3,31
ნულოვანი ბილიკის შიგა რადიუსი, მმ	23	23
მონაცემთა ველის შიგა რადიუსი, მმ	25	25
მონაცემთა ველის გარე რადიუსი, მმ	58	58
დამაბოლოებელი ზონის გარე რადიუსი, მმ	58,5	58,5
მონაცემთა ველის სიგანე, მმ	33	33
ბილიკის ველის მთლიანი სიგანე, მმ	35,5	35,5
ბრუნვის მაქსიმალური სიჩქარე Ix, CLV**, ბრ/წთ	540	540
ბრუნვის მინიმალური სიჩქარე Ix, CLV, ბრ/წთ	212	212
მონაცემთა ველში ბილიკის ხეივბის რაოდენობა	20625	22297
ბილიკის ხეივბის საერთო რაოდენობა	22188	23986

* Mib – Mebibite (1 048 576 ბაიტი);

** CLV (Constant Linear Velocity) – მუდმივი წრფივი სიჩქარე.

დისკრეტიზაცია

მუსიკალური კომპაქტ-დისკების ჩაწერის დროს მონაცემთა დისკრეტიზაცია 44100 ტაქტი/წმ სიხშირით სრულდება. ხმოვანი მონაცემების თითოეული ამორჩევა (*Sample*) მარცხენა და მარჯვენა არხების კომპონენტს (სტერეო) შეიცავს. არხის კომპონენტი 16-თანრიგა რიცხვით წარმოდგინდება. ამრიგად, შესაძლებელია 65536 სხვადასხვა მნიშვნელობის მიღება, რომლებიც დროის განსაზღვრულ მომენტში არხის ხმოვანი ტალღების ამპლიტუდას შეესაბამება.

დისკრეტიზაციის სიხშირე ხმოვანი სიხშირეების დიაპაზონს განსაზღვრავს, რომელიც ციფრული ჩაწერის დროს შეიძლება იქნას მიღებული. დისკრეტიზაციის სიხშირე რაც უფრო მაღალია, მიღებული შედეგი ორიგინალთან მით უფრო ახლოსაა. ნაიკვისტ-კოტელნიკოვის თეორიის თანახმად, საწყისი სიგნალის ზუსტი აღდგენისთვის დისკრეტიზაციის სიხშირე ორჯერ მეტი უნდა იყოს ამორჩევაში არსებულ ყველაზე მაღალ სიხშირესთან შედარებით.

ადამიანი მაქსიმუმ 20000 ჰც სიხშირის ხმოვან სიგნალებს აღიქვამს. სწორედ ამიტომ *Sony* და *Philips* კომპანიებმა მუსიკალური კომპაქტ-დისკების ჩაწერისთვის დაახლოებით ორჯერ მეტი – 44100 ჰც დისკრეტიზაციის სიხშირე გამოიყენეს.

ქვეკოდები

ქვეკოდების ბაიტები დამგროვებლის მიერ სპირალურ ბილიკზე სიმღერების, ანუ ხმოვანი ბილიკების (*Tracks*) მოსაძებნად და კომპაქტ-დისკის შესახებ დამატებითი ინფორმაციის გადასაცემად გამოიყენება.

ყოველ სექტორში ქვეკოდები 98 ბაიტს იკავებს (ერთ ფრეიმში – ერთი ქვეკოდის ბაიტი). 2 ბაიტი გამოიყენება როგორც ბლოკის დასაწყისის და დასრულების მარკერი, ხოლო დანარჩენი 96 ბაიტი – ქვეკოდის მონაცემების შესანახად. ეს 96 ბაიტი, თავის მხრივ, რვა 12-ბაიტიან ბლოკად იყოფა, რომელთაგან თითოეულს $P-W$ აღნიშვნა ენიჭება. უმეტესად ქვეკოდის P და Q ბლოკები გამოიყენება.

ქვეკოდის P ბლოკი ხმოვანი ბილიკის დასაწყისის იდენტიფიკაციისთვის გამოიყენება, ხოლო Q ბლოკი სხვადასხვა მონაცემებს შეიცავს:

- მოცემული სექტორი აუდიოა ($CD-DA$), თუ საინფორმაციო ($CD-ROM$). ეს მონაცემი აბლოკირებს $CD-DA$ ფირსაკრავზე საინფორმაციო დისკის გაშვებას, რამაც შეიძლება აკუსტიკური სისტემის დაზიანება გამოიწვიოს.
- აუდიომონაცემები ორარხიანია, თუ ოთხარხიანი (ოთხარხიანი მონაცემები იშვიათად გამოიყენება);
- ნებადართულია თუ არა ციფრული კოპირება. ეს მონაცემი $CD-R$ და $CD-RW$ დამგროვებლებს არ ეხება. იგი მხოლოდ $CD-DA$ დამგროვებლებში გამოიყენება, სიმღერების ციფრულ აუდიოკასატაზე გადაწერის ბლოკირებისთვის;
- სიმღერების ჩაწერის დროს გამოყენებული იქნა თუ არა დამახინჯებების კორექციის მეთოდი. ეს მეთოდი ხმაურს და შიშინს ამცირებს;
- დისკზე აუდიობილიკის (სიმღერის) ადგილმდებარეობა;
- აუდიობილიკის (სიმღერის) ნომერი;

- მიმდინარე სიმღერის დასაწყისიდან გასული წუთები, წამები და ბლოკის (ფრეიმის) ნომერი;
- აუდიობილიკების (სიმღერების) უკუათვლა;
- პირველი სიმღერის დასაწყისიდან გასული წუთები, წამები და ბლოკის (ფრეიმის) ნომერი;
- კომპაქტ-დისკის შტრიხ-კოდი;
- ჩანაწერის საერთაშორისო სტანდარტული კოდი (*International Standard Recording Code - ISRC*). ეს კოდი კომპაქტ-დისკის ყოველი აუდიობილიკისთვის (სიმღერისთვის) უნიკალურია.

R-W ბლოკები გამოიყენება სპეციალიზირებულ, მაგალითად *CD-G* დისკებში, რომლებშიც აუდიოფაილებთან ერთად შეზღუდული მოცულობის ტექსტური და გრაფიკული ინფორმაციაც იწერება.

შეცდომების გასწორება

Red-Book სტანდარტის დამუშავების დროს განსაკუთრებული ყურადღება შეცდომების გასწორებას მიექცა. ამ მიზნით ლუწობაზე კონტროლი და რიდ-სოლომონის კოდები (*CIRC*) გამოიყენება.

შეცდომების გასწორების ტექნოლოგია ბლოკების (ფრეიმების) დონეზე მუშაობს. ინფორმაციის შენახვის დროს მონაცემების 24 ბაიტი რიდ-სოლომონის შიფრატორით მუშავდება, რის შედეგად ლუწობაზე კონტროლის 4-ბაიტიანი *Q*-კოდი იქმნება. მიღებული 28-ბაიტიანი რიცხვი მეორე შიფრატორს გადაეცემა, რომელიც ქმნის დამატებით, 4-ბაიტიან ლუწობაზე კონტროლის *P*-კოდს (კონტროლის *P* და *Q* კოდები არანაირ კავშირში არ არის *P* და *Q* ქვეკოდებთან). ამრიგად, მიიღება 32-ბაიტიანი რიც-

ხვი (24 საწყისი ბაიტი და ლუწობაზე კონტროლის ბაიტები), რომელსაც ქვეკოდის ბაიტი (ინფორმაცია ბილიკის შესახებ) ემატება. საბოლოოდ ყოველი ბლოკისთვის 33-ბაიტიანი რიცხვი მიიღება.

ნაფხაჭნების და ფიზიკური დაზიანების გაელენის მინიმზაციისთვის, რომლებიც, როგორც წესი, მეზობელ ბლოკებს აზიანებს, ბლოკებში ჩაწერა არათანმიმდევრულად, 109 ბლოკის გამოტოვებით სრულდება. ეს ბლოკები არა თანმიმდევრობით, არამედ სხვადასხვა სექტორებში არის განთავსებული, რაც თანმიმდევრობით წასაკითხ მონაცემებზე ნაფხაჭნების და ფიზიკური დაზიანებების გაელენას ამცირებს.

CIRC-ტექნოლოგია როგორც აუდიო, ასევე *CD-ROM*-დისკების ჩაწერის დროს გამოიყენება და 3784 ბიტი (2,6 მმ) შეცდომის გასწორების შესაძლებლობას იძლევა.

მუსიკალურ კომპაქტ-დისკებში დამატებით ინტერპოლაციის მეთოდიც გამოიყენება, რომელიც 13282 ბიტი (8,9 მმ) შეცდომის გასწორების საშუალებას იძლევა. ინტერპოლაცია მონაცემების მიახლოებითი გამოთვლის და გასაშუალოების მეთოდით აღდგენის საშუალებას იძლევა. მუსიკალური ფირსაკრავი კომპაქტ-დისკზე ჩაწერილ ციფრულ ინფორმაციას ანალოგურ სიგნალებად გარდაქმნის, რომელიც სტერეოგამაძლიერებლის მიერ მუშავდება. ამ დროს მსმენელმა მცირე ხარევი შეიძლება ვერც კი შეამჩნიოს.

ინტერპოლაციის მეთოდი *CD-ROM*-დისკებში არ გამოიყენება, რადგან *CD-ROM*-დისკიდან მონაცემთა არასწორი წაკითხვა დაუშვებელია. ამიტომ, *CD-DA* დისკებისგან განსხვავებით, *CD-ROM*-დისკები ძირითად მონაცე-

მებთან ერთად დიდი მოცულობის დამატებით ECC (შეცდომების კორექციის კოდი) ინფორმაციას შეიცავს.

დისკზე მონაცემთა კოდირება

98 ბლოკის ერთ სექტორად გაერთიანების შემდეგ იწყება ინფორმაციის კოდირების პროცესი – EFM (Eight-to-fourteen Modulation) მოდულაცია. მონაცემთა ყოველი ბაიტი (8 ბიტი) 14-თანრიგა კოდად გარდაიქმნება. კოდი ისეთნაირადაა დამუშავებული, რომ რიცხვი არ შეიძლება ზედიზედ შეიცავდეს 2-ზე ნაკლებ და 10-ზე მეტ 0-ს.

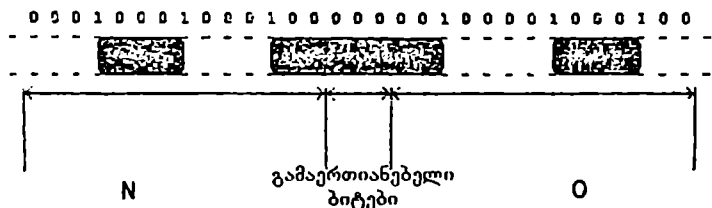
კოდირების მოცემულ წესს, ჩაწერის ველის შეზღუდული სიგრძით (RLL – Run Length Limited), ეწოდება RLL 2,10 (ზოგადად RLL x,y , სადაც x – ნულოვანი ბიტების ველის მინიმალური, ხოლო y – მაქსიმალური სიგრძეა).

ცხრილში 5.2 წარმოდგენილია N და O სიმბოლოების წარმოდგენა კომპაქტ-დისკზე ჩაწერის წინ, ხოლო ნახ. 5.5-ზე – კომპაქტ-დისკზე ჩაწერის შემდეგ.

ცხრილი 5.2

RLL 2,10 კოდირების მაგალითი

სიმბოლო	N	O
ორობითი ASCII კოდი	01001110	01001111
RLL კოდი	00010001000100	00100001000100



ნახ. 5.5. მონაცემების EFM-კოდირება კომპაქტ-დისკზე

5.3. CD-ROM დისკური მოწყობილობების მახასიათებლები

მონაცემების გადაცემის სიჩქარე

მონაცემების გადაცემის სიჩქარე (*DTR*) – მაქსიმალური სიჩქარეა, რომლითაც მონაცემები დისკიდან კომპიუტერის ოპერატიულ მეხსიერებაში გადაიგზავნება. მონაცემების გადაცემის სიჩქარე *CD-ROM*-ების უმნიშვნელოვანესი მახასიათებელია, რომლის მითითებაც ყოველთვის ხდება დამგროვებლის მოდელთან ერთად. მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე უშუალოდაა დაკავშირებული დისკის ბრუნვის სიჩქარესთან.

პირველი *CD-ROM*-ები, ისევე როგორც აუდიო კომპაქტ-დისკების ფირსაკრავები, მონაცემებს 150 კბაიტი/წმ სიჩქარით გადასცემდნენ. *CD-ROM*-ების შემდეგი თაობებისთვის მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე ამ რიცხვის ჯერადია (150 კბაიტი/წმ). მაგალითად, *CD-ROM 50x* აღნიშნავს, რომ გადაცემის მაქსიმალური სიჩქარეა 7500 კბაიტი/წმ. ცხრილში 5.3 წარმოდგენილია *CD-ROM*-ების მონაცემთა გადაცემის სიჩქარის დამოკიდებულება ჯერადობაზე.

N-ჯერადი სიჩქარის *CD-ROM*-ებისთვის მონაცემების გადაცემის სიჩქარე დამოკიდებულია დისკზე ჩაწერილი მონაცემების ტიპზე. თუ ინფორმაციის წაკითხვა აუდიო კომპაქტ-დისკიდან სრულდება, მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე 150 კბაიტი/წმ-ში იქნება (*Normal Speed*). თუ მონაცემების ფაილები იკითხება, მათი გადაცემის სიჩქარე შეიძლება იყოს 300, 450, 600 და ა.შ. კბაიტი/წმ-ში, რაც დამოკიდებულია *CD-ROM*-ის მაქსიმალურ სიჩქარეზე.

CD-ROM-ების მონაცემთა გადაცემის სიჩქარის დამოკიდებულება ამპრავის მუშაობის სიჩქარის ჯერადობაზე

CD-ROM ჯერადობა	მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე, კბაიტი/წმ
1x	150
2x	300
8x	1200
16x	2400
24x	3600
32x	4800
36x	5400
40x	6000
50x	7500
60x	9000

პირველი CD-დისკური მოწყობილობა აუდიოფირსაკრავს წარმოადგენდა, რომლისთვისაც უმთავრესია მონაცემთა მუდმივი სიჩქარით გადაცემა. ამიტომ CD-ROM-ისთვის, ვინჩესტერისგან განსხვავებით, მნიშვნელოვანია არა დისკის ბრუნვის კუთხური სიჩქარე, არამედ წამკითხავი მექანიზმის მიმართ დისკის პიტების გადაადგილების წრფივი სიჩქარე.

სწორედ ამიტომ CD-ROM-ებში თავდაპირველად ინფორმაციის მუდმივი წრფივი სიჩქარით (*Constant Linear Velocity, CLV*) წაკითხვის მეთოდი გამოიყენებოდა. ამ შემთხვევაში დისკის ბრუნვის სიჩქარე ცვლადია და დამოკიდებულია დისკზე ინფორმაციის ადგილმდებარეობაზე (ბრუნვის სიჩქარე მცირდება დისკის ცენტრიდან კიდის მიმართულებით).

თუმცა 2400 კბაიტ/წმ-ში (16x) და უფრო მაღალ სიჩქარეებზე მონაცემების გადაცემისას *CLV* მეთოდის გამოყენება სერიოზულ ტექნიკურ პრობლემებს აწყდება. ბრუნვის სიჩქარის ხშირი ცვლა დისკის მაღალი კუთხური სიჩქარით ბრუნვის დროს რთულდება. ამიტომ *CD-ROM*-ების თანამედროვე მოდელებში დისკის ნაწილობრივ მუდმივი კუთხური სიჩქარით ბრუნვის მეთოდი (*Partial Constant Angular Velocity, PCAV*) გამოიყენება. *PCAV* მეთოდი (ზოგჯერ *CLV-CAV* ტერმინი გამოიყენება) ცენტრიდან კიდის მიმართულებით დისკის ზონებად დაყოფას გულისხმობს. მონაცემთა გადაცემის სიჩქარის საპასპორტო მნიშვნელობა მხოლოდ დისკის კიდეებში არსებული სექტორებიდან ინფორმაციის წაკითხვის დროს მიიღწევა, ხოლო ცენტრთან ახლოს მდებარე სექტორებიდან მონაცემთა გადაცემის სიჩქარე თითქმის ორჯერ უფრო დაბალია.

მიღწევის საშუალო დრო

მიღწევის საშუალო დრო (*Access Time, AT*) არის ის დრო, რომელიც დამგროვებელს დისკზე საჭირო მონაცემების მოძებნისთვის სჭირდება.

მიღწევის დრო შედარებით მცირეა დისკის შიგა სექტორებიდან მონაცემების წაკითხვის დროს და დისკის გარე სექტორებისთვის თანდათანობით იზრდება. ამიტომ დამგროვებლის საპასპორტო მონაცემებში მიღწევის საშუალო დრო მიეთითება, რომელიც დისკის შემთხვევით არჩეული სექტორებიდან მონაცემების წაკითხვის საშუალო დროით განისაზღვრება.

CD-ROM-ების სრულყოფასთან ერთად მიღწევის საშუალო დროც მცირდება, მაგრამ ეს პარამეტრი ვინჩესტერის ანალოგიურ პარამეტრს (100-200 მწმ CD-ROM-ისთვის და 8-12 მწმ ვინჩესტერისთვის) მაინც მნიშვნელოვნად ჩამოუვარდება. ასეთი მნიშვნელოვანი განსხვავება განპირობებულია მათი კონსტრუქციების პრინციპიალური განსხვავებით: ვინჩესტერში რამდენიმე მაგნიტური თავაკი გამოიყენება, რომელთა გადაადგილების დიაპაზონიც შედარებით მცირეა CD-ROM-ის ამძრავის ერთადერთ ოპტიკურ თავაკთან შედარებით.

ცხრილში 5.4. წარმოდგენილია სხვადასხვა CD-ROM-ების ამძრავების მიღწევის საშუალო დრო.

ცხრილი 5.4

CD-ROM-ების ამძრავების მიღწევის საშუალო დრო

ამძრავის სიჩქარის ჯერადობა	მიღწევის საშუალო დრო, მწმ
1x	400
2x	300
3x	200
4x-6x	150
8x-20x	100
24x-34x	80
36-60x	75

5.4. კომპაქტ-დისკების ფორმატები

Red book - CD-DA

სტანდარტი *Red book* 1980 წელს, *Sony* და *Philips* კომპანიების მიერ გამოქვეყნდა და კომპაქტ-დისკების ყველა შემდეგი სპეციფიკაციის საფუძველს წარმოადგენს. სტანდარტი *Red book* დისკის გეომეტრიულ ზომებს, აუდიო-პარამეტრებს, დისკის სტრუქტურას, ოპტიკურ მახასიათებლებს, მოდულაციის და შეცდომების გასწორების სისტემებს განსაზღვრავს.

Red book სტანდარტის საფუძველზე მუსიკალური *CD-DA* კომპაქტ-დისკები დამუშავდა. *Red book* სტანდარტის ბოლო რედაქცია 1999 წელს გამოქვეყნდა.

Yellow book – CR-ROM

სტანდარტი *Yellow book* წარმოდგენილი იქნა *Sony* და *Philips* კომპანიების მიერ 1983 წელს, ხოლო 1989 წელს გაფორმდა, როგორც საერთაშორისო სტანდარტი *CD-ROM*. ამ სტანდარტის მიხედვით შენარჩუნდა *Red book* სტანდარტით განსაზღვრული დისკის გეომეტრიული პარამეტრები და დაემატა შეცდომების კორექციის დამატებითი შესაძლებლობები, რამაც ციფრული მონაცემების საიმედო შენახვა გახადა შესაძლებელი. შემოტანილი იქნა აგრეთვე დამატებითი სინქრონიზაცია და სათაური ინფორმაცია, რამაც სექტორების ადგილმდებარეობის უფრო ზუსტი განსაზღვრა გახადა შესაძლებელი.

Yellow book სტანდარტით სექტორების დაყოფის ორი რეჟიმი განისაზღვრება: *Mode 1*, რომლის დროსაც სექტორი შეცდომების კორექციის სქემას შეიცავს და *Mode 2*,

როდესაც სექტორი შეცდომების კორექციის სქემას არ შეიცავს.

არსებობს ინფორმაციის გარკვეული ტიპი, რომლისთვისაც სავსებით დაუშვებელია შეცდომები, მაგალითად კომპიუტერული ფაილები. ამ შემთხვევაში აუცილებელია შეცდომების აღმოჩენისა და გასწორების აპარატის გამოყენება. თუმცა ამასთან ერთად არსებობს მონაცემების სხვა ტიპებიც, მაგალითად ვიდეოგამოსახულებები და ხმოვანი ფაილები, რომელთა წაკითხვისას შეცდომების გარკვეული რაოდენობა დასაშვებია.

შეცდომების კორექციის არმქონე რეჟიმში ჩაწერის დროს დისკის უფრო დიდ მოცულობა ეთმობა სამომხმარებლო ფაილებს, მაგრამ გამოუსწორებელი შეცდომების გამოჩენის ალბათობაც იზრდება.

Green book - CD-i

სტანდარტი *Green book Sony* და *Philips* კომპანიების მიერ 1986 წელს იქნა წარმოდგენილი. *Green book* არამარტო დისკის ფორმატია, არამედ სრული ინტერაქტიული სისტემის სპეციფიკაციაა, რომელიც ტელევიზორთან შესაერთებელ ფირსაკრავს, აუდიო და ვიდეოგამოსახულების რეალურ დროში შემათანხმებელ პროგრამულ უზრუნველყოფას, მატარებლებს და ფორმატებს შეიცავს. *CD-i* ფირსაკრავი ფაქტიურად ცალკე კომპიუტერია. იგი დამუშავებულია *Motorola 6800* პროცესორის ბაზაზე და *Microware OS/9 Real Time* ოპერაციულ სისტემაში მუშაობს.

CD-i კომპაქტ-დისკებზე იწერება სასწავლო, სათამაშო პროგრამები, ენციკლოპედიები, მუსიკალური ჩანაწერები, კინოფილმები და ა.შ.

პერსონალური კომპიუტერი *CD-i* კომპაქტ-დისკებს ვერ კითხულობს. თუმცა დამუშავებულია სპეციალური დრაივერები, რომელთა გამოყენებითაც კომპიუტერს *CD-i* ფაილების წაკითხვა შეუძლია.

ამჟამად *CD-i* სტანდარტი მოქველებულია.

CD-ROM XA

სტანდარტი *CD-ROM-XA* გამოქვეყნებული იქნა *Sony, Philips* და *Microsoft* კომპანიების მიერ 1989 წელს. *CD-XA* წარმოადგენს *Yellow book* სტანდარტის დამატებას.

CD-ROM XA სტანდარტის მიხედვით *Yellow book* სტანდარტს *Green book* სტანდარტით განსაზღვრული სამი ფუნქცია დაემატა:

- აუდიო და ვიდეომონაცემების მონაცვლეობა;
- *Mode 2* სექტორების განსაზღვრის გაფართოება;
- აუდიომონაცემების შეკუმშვის სტანდარტი – *ADPCM*.

ფრაგმენტების მონაცვლეობა

CD-ROM XA სტანდარტის დამგროვებლები მონაცვლეობით (*interleaving*) მეთოდს იყენებენ. *XA* სტანდარტის მიხედვით ჩაწერილ დისკებში თანმიმდევრობითაა განლაგებული ისეთი ფრაგმენტები, რომლებიც განსხვავებული ბუნების ინფორმაციას შეიცავენ. ყოველი ფრაგმენტის დასაწყისში სპეციალური კოდი იწერება, რომლის მიხედვითაც დამგროვებელი განსაზღვრავს, თუ მონაცემების რომელი ტიპია (აუდიო, ტექსტური, გრაფიკული) ჩაწერილი მიმდინარე სექტორში. ფრაგმენტების თანმიმდევრობა შეიძლება ნებისმიერი იყოს.

მიუხედავად იმისა, რომ მონაცემები სხვადასხვა სექტორებიდან არაერთდროულად იკითხება, მომხმარებელს ისინი სინქრონულად მიეწოდება, როგორც კომპაქტ-დისკის ავტორების მიერ არის განსაზღვრული.

სექტორების რეჟიმები და ფორმები

რეჟიმი 1 (*Mode 1*) *Yellow book* სტანდარტის სექტორის ფორმატია. სექტორი *ECC* და *EDC* კოდებს შეიცავს, რაც სისტემის უშეცდომო მუშაობას უზრუნველყოფს. ცხრილში 5.5 წარმოდგენილია *Mode 1* სექტორის ფორმატი.

ცხრილი 5.5

Mode 1 სექტორის ფორმატი

ლუწობაზე კონტროლის ბაიტები Q და P	784
ქვეკოდის ბაიტები	98
სინქრონიზაციის ბაიტები	12
სათაურის ბაიტები	4
მონაცემთა ბაიტები	2048
<i>EDC</i> ბაიტები	4
ცარიელი ბაიტები	8
<i>ECC</i> ბაიტები	276
ბაიტების საერთო რაოდენობა სექტორში	3234

ორიგინალური *Yellow book* სტანდარტის მიხედვით რეჟიმი 2 (*Mode 2*) სექტორში შეცდომების კორექციის *EDC* და *EDC* კოდების არსებობას არ ითვალისწინებს, ხოლო ერთ აუდიო, ან საინფორმაციო კომპაქტ-დისკზე *Mode 1* და *Mode 2* რეჟიმების მონაცელებითი გამოყენება შეუძლებელია.

Green book სტანდარტით განსაზღვრულია სხვადასხვა ტიპის მონაცემების ერთ დისკზე ჩაწერის შესაძლებლობა. ამ მიზნით სექტორის ფორმატში დამატებითი ქვეჯგუფები (ქვესათაურის ბაიტები) შეიტანება, რომლებიც შემდგომში *CD-ROM XA* სტანდარტშიც იქნა შეტანილი.

ამრიგად, ერთ დისკზე შეიძლება ჩაწერილი იქნას როგორც პროგრამები და სამომსახურო მონაცემები, რომლებშიც დაუშვებელია შეცდომა, ასევე აუდიო და ვიდეომონაცემები, რომელთათვისაც შეცდომების გარკვეული რაოდენობა დაშვებულია.

ამიტომ *Mode 2* მეთოდით სექტორების ჩაწერის ორი ფორმა არსებობს – *Form 1* (ცხრილი 5.6) და *Form 2* (ცხრილი 5.7).

ცხრილი 5.6

Mode 2 Form 1 მეთოდით ჩაწერილი სექტორი

ლუწობაზე კონტროლის ბაიტები <i>Q</i> და <i>P</i>	784
ქვეკოდის ბაიტები	98
სინქრონიზაციის ბაიტები	12
სათაურის ბაიტები	4
ქვესათაურის ბაიტები	8
მონაცემთა ბაიტები	2048
<i>EDC</i> ბაიტები	4
<i>ECC</i> ბაიტები	276
ბაიტების საერთო რაოდენობა სექტორში	3234

Form 2 შეცდომების კორექციის კოდებს არ შეიცავს, ამიტომ ამ ფორმაში იწერება აუდიო და ვიდეომონაცემები. შეცდომების კორექციის კოდების მოცილების

შედგება იზრდება სექტორში ჩაწერილი სასარგებლო მონაცემების მოცულობა და მონაცემების გადაცემის სიჩქარე.

ცხრილი 5.7

Mode 2 Form 2 მეთოდით ჩაწერილი სექტორი

ლუწობაზე კონტროლის ბაიტები Q და P	784
ქვეკოდის ბაიტები	98
სინქრონიზაციის ბაიტები	12
სათაურის ბაიტები	4
ქვესათაურის ბაიტები	8
მონაცემთა ბაიტები	2324
ბაიტების საერთო რაოდენობა სექტორში	3234

Orange Book

სტანდარტი *Orange Book* წარმოდგენილი იქნა *Sony* და *Philips* კომპანიების მიერ 1989 წელს. *Orange Book* სამი ნაწილისგან შედგება. I ნაწილში *CD-MO* (მაგნიტურ-ოპტიკური) ფორმატი აღიწერება, რომლის პრაქტიკული რეალიზაცია არ მომხდარა, II ნაწილში – *CD-R*, ხოლო III ნაწილში – *CD-RW* ტექნოლოგია აღიწერება.

CD-R სტანდარტის აღწერილობა დაყოფილია ორ ტომად. I ტომში ჩაწერის *1x*, *2x*, *4x* სიჩქარეები, ხოლო II ტომში, რომელიც 1998 წელს გამოქვეყნდა – ჩაწერის *8x* და *16x* სიჩქარეები განისაზღვრა.

Orange Book სპეციფიკაციით განსაზღვრული *CD-R* სტანდარტი წარმოადგენს ფორმატს ერთჯერადი ჩაწერით და მრავალჯერადი წაკითხვით (*Write once Read Mostly, WORM*). ჩაწერილი დისკი *Red Book* და *Yellow Book* სტან-

დარტების შეთავსებადია, ანუ *CD-DA* და *CD-ROM* დამგროვებლების მიერ იკითხება.

Orange Book სტანდარტის III ნაწილში აღწერილია *CD-RW* ტექნოლოგია, რომლის მიხედვითაც დისკზე შესაძლებელია მონაცემების წაშლა და ახლი მონაცემების ჩაწერა. I ტომში განისაზღვრა ჩაწერის 1x, 2x, 4x სიჩქარეები, ხოლო II ტომში, რომელიც 1998 წელს გამოქვეყნდა – ჩაწერის 4x-10x სიჩქარეები განისაზღვრა.

Orange Book სპეციფიკაციის მიხედვით კომპაქტ-დისკზე შესაძლებელია მრავალსესიური ჩანაწერის გაკეთება.

მრავალსესიური ჩაწერა

Orange Book სპეციფიკაციის შექმნამდე კომპაქტ-დისკები მხოლოდ ერთ სესიად იწერებოდა. სესია (*session*) ნულოვან ბილიკს წარმოადგენს, რომელსაც ერთი, ან რამდენიმე საინფორმაციო ბილიკი მოყვება. ნულოვანი ბილიკი დისკზე 4500 სექტორს (1 წუთი, ან 9,2 მბაიტი მოცულობის მონაცემები) ადგილს იკავებს. ნულოვან ბილიკზე ჩაწერილი მონაცემები აჩვენებს, არის თუ არა დისკი მრავალსესიური და დისკზე შემდეგი ჩაწერის მისამართს განსაზღვრავს. პირველი (ან ერთადერთი, თუ დისკი ერთსესიურია, ანუ ჩაწერილია *Disk-At-Once* რეჟიმში) დამაბოლოებელი ზონა 6750 სექტორს (1,5 წუთი, ან 13,8 მბაიტი მოცულობის მონაცემები) იკავებს.

მრავალსესიური კომპაქტ-დისკი რამდენიმე სესიას შეიცავს. თითოეულ სესიას საკუთარი ნულოვანი ბილიკი და დამაბოლოებელი ზონა გააჩნია. ნულოვანი ბილიკის და დამაბოლოებელი ზონის არსებობა თითოეული სესი-

ისტვის აუცილებელია, რაც დისკის საინფორმაციო მოცულობას ამცირებს. მაგალითად, 48 სესია მომხმარებლის მონაცემების ჩაწერის გარეშეც კი თითქმის მთლიანად ავსებს 74-წუთიან კომპაქტ-დისკს.

Orange Book სპეციფიკაციის მიხედვით ჩაწერის სამი ძირითადი მეთოდი განისაზღვრება:

- *Disk-At-Once (DAO)*;
- *Track-At-Once (TAO)*;
- პაკეტური ჩაწერა.

Disk-At-Once

Disk-At-Once კომპაქტ-დისკებზე ჩაწერის ერთსესიური მეთოდი. ამ დროს ნულოვანი ბილიკი, მონაცემთა ბილიკები და დამაბოლოებელი ზონა ერთი ოპერაციის განმავლობაში, ლაზერის გამორთვის გარეშე ჩაიწერება. დისკზე ცვლილებების შეტანა შემდგომში შეუძლებელია.

Track-At-Once

მრავალსესიური დისკების ჩაწერისთვის ჩვეულებრივ *Track-At-Once*, ან პაკეტური მეთოდი გამოიყენება.

Track-At-Once მეთოდით ჩაწერისას სესიის ყოველი ბილიკი ცალ-ცალკე ჩაიწერება (ლაზერი გამოირთვება და ჩაირთვება), რის შემდეგაც სესია იხურება. სესიაში დამატებითი ბილიკების შემდგომი ჩაწერა შეუძლებელია. დისკის დახურვის შემთხვევაში შეუძლებელი იქნება ახალი სესიების დამატებაც.

Track-At-Once მეთოდით ჩაწერილი ბილიკები, როგორც წესი, 2 წმ-იანი ინტერვალებით გამოიყოფა. ყოველი ჩაწერილი ბილიკი 150 სამომსახურო სექტორს შეიცავს,

რომლებიც შესვლისთვის, გამოსვლისთვის, ინტერვალის შექმნისთვის და კავშირისთვის გამოიყენება.

პაკეტური ჩაწერა

პაკეტური მეთოდი ერთ ბილიკზე რამდენიმე ჩანაწერის გაკეთების საშუალებას იძლევა, რაც დისკური სივრცის არარაციონალურ გამოყენებას ამცირებს. ყოველ პაკეტში ოთხი სექტორი შესვლისთვის გამოიყენება, ორი – გამოსვლისთვის, ხოლო ერთი – დაკავშირებისთვის. პაკეტის სიგრძე შეიძლება იყოს ცვლადი, ან ფიქსირებული, თუმცა როგორც დამგროვებლების, ასევე პაკეტური ჩაწერის პროგრამების უმეტესობა ფიქსირებულ სიგრძეს იყენებს, რაც პაკეტების დამუშავებას ამარტივებს.

პაკეტების ჩაწერის დროს უმეტესად *UDF (Universal Disk Format)* ფაილური სისტემა გამოიყენება. ამ შემთხვევაში ფაილების წაშლა-ჩაწერა ისევე ხდება, როგორც დრეკად დისკზე. პროცესს მართავს პაკეტური ჩაწერის პროგრამა და ფაილური სისტემა *UDF*.

სამწუხაროდ თანამედროვე ოპერაციულ სისტემებს პაკეტური მეთოდის და *UDF* ფაილური სისტემის მხარდაჭერა არ გააჩნია. ამიტომ ჩაწერის პაკეტური რეჟიმის რეალიზაციისთვის კომპიუტერში საჭიროა სპეციალური დრაივერის და გამოყენებითი პროგრამის (მაგალითად, *DirectCD*) დაყენება.

Photo CD

სტანდარტი *Photo CD* 1992 წელს გამოქვეყნდა. ფოტოფირი კომპანია *Kodak*-ის წარმომადგენლობაში იგზავნება. სურათი სკანირდება და კომპიუტერულად მუშავდე-

ბა. ფერადი სურათი საკამოდ მაღალხარისხიანია და შეიძლება 15-20 მბაიტი მოცულობა გააჩნდეს.

ამის შემდეგ სურათი კომპაქტ-დისკზე იწერება. ჩაწერა *Orange book* სპეციფიკაციის მრავალსესიური ჩაწერის მეთოდით სრულდება. რამდენადაც მონაცემები დისკზე *CD-ROM XA* სტანდარტში *Mode 2, Form 2* მეთოდით იწერება, კომპაქტ-დისკზე მეტი მოცულობის მონაცემების ჩაწერა შესაძლებელია.

Photo CD პროგრამული უზრუნველყოფა ფოტოგრაფიის სხვადასხვა გადაწყვეტუნარიანობით დათვალიერების და სტანდარტული გრაფიკული პროგრამებით (მაგალითად, *Photoshop*) დამუშავების საშუალებას იძლევა.

White Book – Video CD

სტანდარტი *Video CD* 1993 წელს, *Philips, JVC, Matsushita* და *Sony* კომპანიების მიერ გამოქვეყნდა. *Video CD Green Book* და *CD-ROM XA* სტანდარტების საფუძველზე შეიქმნა. ვიდეომონაცემები *MPEG-1*, ხოლო ციფრული აუდიომონაცემები – *ADPCM* ფორმატში ინახება. ინფორმაციის სრული მოცულობა 74 წუთამდეა.

Video CD დისკები *Windows Media Player* პროგრამის საშუალებით იკითხება.

Super Video CD

Super Video CD სპეციფიკაცია 1999 წელს გამოქვეყნდა. იგი *White Book* სტანდარტის გაფართოებულ ვარიანტს წარმოადგენს. *Super Video CD* სპეციფიკაციაში შეკუმშვის *MPEG-2* სტანდარტი, ეკრანის *NTSC 480x480* და *PAL 480x576* გადაწყვეტუნარიანობა გამოიყენება.

Blue Book – CD EXTRA

სპეციფიკაცია *Blue Book – CD EXTRA* 1995 წელს, *Philips* და *Sony* კომპანიების მიერ გამოქვეყნდა. *Blue Book* სპეციფიკაციის მიხედვით კომპაქტ-დისკებში აუდიო და საინფორმაციო ბილიკების განცალკევებისთვის მრავალსესიური ტექნოლოგია გამოიყენება. დისკის აუდიო ნაწილი შედგება 98 *Red Book* სტანდარტის ბილიკისგან, ხოლო მონაცემთა ნაწილი *CD XA, Mode 2* რეჟიმში იწერება.

აუდიო კომპაქტ-დისკების სტანდარტული ფირსაკრავი ერთსესიურია და ამიტომ მხოლოდ აუდიო სესიას კითხულობს, ხოლო პერსონალურ კომპიუტერის *CD-ROM* კითხულობს როგორც აუდიო, ასევე მონაცემთა სესიასაც.

Purple Book

სპეციფიკაცია *Purple Book* 2000 წელს, *Philips* და *Sony* კომპანიების მიერ გამოქვეყნდა. სტანდარტი *Purple Book* განსაზღვრავს დამგროვებლებს ორმაგი სიმჭიდროვით – *CD-ROM (DD-ROM) CD-R (DD-R), CD-RW (DD-RW)*.

DD-RW დამგროვებელი წაკითხვა/ჩაწერის ოპერაციებს სტანდარტულ *CD-ROM, CD-R* და *CD-RW* დისკებზე ასრულებს, თუმცა ჩაწერა ხდება ორმაგი სიმჭიდროვით, რის შედეგადაც დისკის ტევადობა 1,3 გბაიტს აღწევს.

DD დამგროვებლები მხარს უჭერენ საავტორო უფლებების ციფრულ დაცვას – მუსიკალური კომპაქტ-დისკიდან კოპირების ბლოკირებას.

ცხრილში 5.8 წარმოდგენილია *Purple Book/DD-ROM* სტანდარტში, *Mode2, Form2* მეთოდით ჩაწერილი სექტორის სტრუქტურა.

Purple Book/DD-ROM სტანდარტში, *Mode2, Form2*

მეთოდით ჩაწერილი სექტორი

ლუწობაზე კონტროლის ბაიტები Q და P	276
ქვეკოდის ბაიტები	98
სინქრონიზაციის ბაიტები	12
სათაურის ბაიტები	4
ქვესათაურის ბაიტები	8
მონაცემთა ბაიტები	2048
<i>EDC</i> ბაიტები	4
ბაიტების საერთო რაოდენობა სექტორში	2352

მიუხედავად ორმაგი მოცულობისა, *DD* დამგროვებლებმა ფართო გამოყენება ვერ ჰპოვეს, რაც *DVD* დამგროვებლების ფართო გავრცელებითაა განპირობებული.

5.5. კომპაქტ-დისკების ფაილური სისტემები

Yellow Book და შემდეგი სპეციფიკაციები მხოლოდ მონაცემთა სექტორების სტრუქტურას აღწერენ. ისინი საერთოდ არ ეხებიან ფაილურ სისტემას და მონაცემთა ფორმატებს, რომელთა წაკითხვაც სხვადასხვა ოპერაციულ სისტემებში უნდა შესრულდეს. ამიტომ სხვადასხვა მწარმოებლების მიერ გამოშვებული პირველი *CD-ROM* დისკების წასაკითხად შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის ინსტალაცია იყო აუცილებელი.

პერსონალური კომპიუტერების აპარატურული და პროგრამული უზრუნველყოფის მწარმოებლები *CD-ROM* დისკების ფაილური ფორმატის სტანდარტიზაციით იყვნენ

დაინტერესებულნი, რაც შესაძლებელს გახდიდა ისეთი კომპაქტ-დისკების წარმოებას, რომლებიც წაიკითხებოდა ყველა სისტემის მიერ, სპეციალური დრაივერების დამუშავების გარეშე.

1986 წელს რამდენიმე კომპანიის შეთანხმებული მუშაობის შედეგად დამუშავდა პირველი სტანდარტული ფაილური სისტემა *High Sierra*, რომელმაც უზრუნველყო *CD-ROM* დისკების თავსებადობა ფაქტიურად ყველა დამგროვებელთან.

კომპაქტ-დისკებში ამჟამად რამდენიმე ფაილური სისტემა გამოიყენება:

- *High Sierra*;
- *ISO 9660* (*High Sierra*-ს ბაზაზე);
- *Joliet*;
- *UDF* (*Universal Disk Format*);
- *Mac HFS* (*Hierarchical File System*);
- *Rock Ridge*;
- *Mount Ranier*.

High Sierra

High Sierra ფორმატის დისკებთან მუშაობას ოპერაციულ სისტემაში ჩაშენებული დრაივერი (ჩვეულებრივ *Mscdex.exe*) უზრუნველყოფს. ეს დრაივერი *ATAPI* აპარატურული უზრუნველყოფის დრაივერთან ურთიერთქმედებს.

ISO 9660

სტანდარტი *ISO 9660* დამუშავდა *High Sierra* ფორმატის საფუძველზე, 1988 წელს.

ISO 9660 ნაწილობრივ განსხვავდება *High Sierra* ფორმატისგან, თუმცა მისი დრავიერები *High Sierra* ფორმატის დისკებსაც უპრობლემოდ კითხულობს. ISO 9660 სტანდარტს სამი დონე გააჩნია.

ISO 9660 სტანდარტის I დონე ფაილური სისტემების გამაერთიანებელი ფორმატია, რომელიც ფაქტიურად ყველა კომპიუტერულ პლატფორმას უთავსდება (მათ შორის UNIX-ს და Macintosh-ს). ფაილურ სისტემას რამდენიმე უარყოფითი თვისება გააჩნია:

- ფაილების სახელი შეიძლება შეიცავდეს მხოლოდ დიდ სიმბოლოებს (A-Z), ციფრებს (0-9) და ხაზგასმის „_“ სიმბოლოს;
- ფაილის სახელში და გაფართოებაში სიმბოლოების მაქსიმალური რაოდენობაა 8.3 (*Ms-Dos*-ის შეზღუდვის საფუძველზე);
- კატალოგის სახელის მაქსიმალური სიგრძე 8 სიმბოლოა (გაფართოება არ არის ნებადართული);
- დაშვებულია არა უმეტეს 8 ქვეკატალოგისა;
- ფაილის სახელი უნდა იყოს უწყვეტი.

II დონე I დონისგან იმით განსხვავდება, რომ ფაილის სახელის და გაფართოების საერთო სიგრძე შეიძლება 30 სიმბოლოს შეადგენდეს („_“ გამყოფის გარეშე), ხოლო III დონის მიხედვით ნებადართულია ფაილების წყვეტილი სახელები.

ISO 9660 სტანდარტის თანახმად კომპაქტ-დისკის სიერცე სამ ნაწილად იყოფა:

- შემავალი ველი (*Lead in*), რომელშიც მოთავსებულია სათაური (*Volume Table Of Contents, VTOC*), ჩანაწერების

მისამართები, ბილიკების რაოდენობა და ჩანაწერის საერთო დრო (მოცულობა);

- მონაცემთა ველი;
- გამოსვლის ველი (*Lead Out*). მასში სპეციალური ჭდე თავსდება, რომელიც ჩანაწერის დასასრულს აღნიშნავს.

Joliet

Joliet წარმოადგენს *ISO 9660* სტანდარტის გაფართოებას. დამუშავებულია *Microsoft*-ის მიერ *Widows 95* და უფრო თანამედროვე ოპერაციული სისტემებში გამოყენებისთვის. კომპაქტ-დისკზე ჩაწერისას ფაილური ფორმატი *Joliet* ფაილების 64 სიმბოლომდე სიგრძის სახელების გამოყენების საშუალებას იძლევა. იმ პროგრამებისთვის, რომელთაც ფაილების გრძელი სახელების მხარდაჭერა არ გააჩნიათ, სტანდარტით გათვალისწინებულია 8.3 ფორმატის ფსევდოსახელებად გარდაქმნა.

Joliet სტანდარტის ძირითადი თვისებებია:

- ფაილებისა და კატალოგების სახელების სიგრძე შეიძლება მაქსიმუმ 64 სიმბოლოს შეიცავდეს;
- კატალოგის სახელი შეიძლება გაფართოებასაც შეიცავდეს;
- ქვეკატალოგების რაოდენობა შეუზღუდავია;
- მრავალსესიური ჩაწერის მხარდაჭერა.

თუ ოპერაციულ სისტემას (მაგალითად *Ms-Dos*-ის ძველ ვერსიას) *Joilet* სტანდარტის მხარდაჭერა არ გააჩნია, ფაილები წაკითხვისას *ISO 9660* სტანდარტის მიხედვით (მოკლე სახელებით) ინტერპრეტირდება.

უნივერსალური დისკური ფორმატი (UDF)

UDF (Universal Disk Format) შედარებით ახალი ფაილური სისტემაა, რომელიც მიღებული იქნა სამრეწველო სტანდარტის სახით *CD* და *DVD* მოწყობილობებისთვის.

ფაილური სისტემა *UDF* მხარს უჭერს 255 სიმბოლომდე სიგრძის ფაილების სახელებს. *UDF* დამუშავდა პაკეტური ჩაწერისთვის. იგი *CD-R* და *CD-RW* დისკებზე მცირე მოცულობის მონაცემების ჩაწერის სტანდარტს წარმოადგენს.

Mac HFS

Mac HFS გამოიყენება *Macintosh*-ის ოპერაციული სისტემის მიერ და *IBM* სტანდარტის პერსონალურ კომპიუტერთან შეუთავსებელია. თუმცა შესაძლებელია კომბინირებული დისკების ჩაწერაც, რომლებშიც ერთდროულად *Joliet* და *HFS*, ან *ISO 9660* და *HFS* ფაილური სისტემები გამოიყენება.

Rock Ridge

სტანდარტი *RRIP (Rock Ridge Interchange Protocol)* – *UNIX/POSIX* ფაილური სისტემებისთვის დამახასიათებელი დამატებითი ინფორმაციის ჩაწერის საშუალებას იძლევა. *Rock Ridge* სტანდარტს მხარს არ უჭერს *Ms-Dos* და *Windows* ოპერაციული სისტემები.

მიუხედავად ამისა, *Rock Ridge* ფორმატში ჩაწერილი ფაილები ნებისმიერ კომპიუტერში იკითხება. შეუთავსებლობის შემთხვევაში *RRIP* გაფართოებები უბრალოდ იგნორირდება.

Mount Ranier

სტანდარტი *Mount Ranier (Easy Write)* დამუშავებული იქნა *Philips, Sony, Microsoft* და *Compaq* კომპანიების მიერ. პირველი *Mount Ranier* დამგროვებელი (*Philips RWDV1610B*) 2001 წელს გამოუშვეს.

Mount Ranier სტანდარტის საფუძველზე ოპერაციულ სისტემას *CD-RW* დისკებთან ეფექტური მუშაობის საშუალება ეძლევა. *CD-RW* დამგროვებლის ფუნქციები ინტეგრირებულია ოპერაციულ სისტემაში. ამიტომ დისკებზე ჩაწერისთვის აღარ არის აუცილებელი სპეციალური დრაივერებისა და პროგრამების გამოყენება.

Mount Ranier სტანდარტის რეალიზაციისთვის აუცილებელია:

- თანამედროვე *CD-RW* დამგროვებელი, რომელიც მხარს უჭერს *Mount Ranier* სტანდარტს;
- თანამედროვე ოპერაციული სისტემა, მაგალითად *Windows XP*, რომელიც აგრეთვე მხარს უჭერს *Mount Ranier* სტანდარტს. ძველი ოპერაციული სისტემის არსებობის შემთხვევაში უნდა დაინსტალირდეს რომელიმე სპეციალური გამოყენებითი პროგრამა.

სტანდარტი *Mount Ranier* საშუალებას იძლევა *CD-RW* დამგროვებელი გამოყენებული იქნას დრეკადი და სხვა ტიპის (მაგალითად *Zip, Super Disk* და სხვ.) დისკური მოწყობილობების მაღალეფექტური ალტერნატივის სახით.

5.6. CD-R და CD-RW ტექნოლოგიები. კომპაქტ-დისკებზე ჩაწერა

CD-R ტექნოლოგია

CD-R დისკების წაკითხვა შესაძლებელია ფაქტიურად ნებისმიერი სტანდარტული CD-ROM დამგროვებლის საშუალებით.

CD-R დისკები იგივე პრინციპით მუშაობენ, როგორც სტანდარტული CD-ROM დისკები. ლაზერული სხივი ფოკუსირდება დისკის ზედაპირზე, ხოლო ფოტორეცეპტორი არეკლილი სხივის პარამეტრების მიხედვით აფიქსირებს ღრმული/ზედაპირი და ზედაპირი/ღრმული გადასვლების თანმიმდევრობას.

ჩვეულებრივ კომპაქტ-დისკში სპირალური ბილიკი პოლიკარბონატულ მასაში იშტამპება, ანუ ღრმულები და ზედაპირები ფიზიკურადაა ფორმირებული. მისგან განსხვავებით CD-R დისკზე ფიზიკურად დატანილია ერთი ამოღებული სპირალურ ბილიკი, რომელზედაც ამომწვარია ღრმულების სურათი.

CD-R და CD-ROM დისკების დამზადების პროცესი თითქმის ანალოგიურია. ორივე შემთხვევაში ხდება გამლდვარი პოლიკარბონატული მასის დაპრესვა ფორმის მიმცემი მატრიცით. მაგრამ ღრმულების და ზედაპირების ნაცვლად CD-R დისკზე სპირალური ნაღარი (*pregroove*) ფორმირდება. თუ მას ლაზერის მხრიდან შეეხედავთ, ეს ნაღარი სპირალურ ამონაწევს წარმოადგენს. სპირალური ამონაწევის საზღვრებს განივი ღერძის მიმართ მცირე გადახრები გააჩნია (ე.წ. რხევები). რხევების ამპლიტუდა ნაღარის სიგანესთან შედარებით საკმაოდ მცირეა. ნაღარის

ხეივებს შორის მანძილი 1,6 მიკრონია, ხოლო რხევების ამპლიტუდა - 0,03 მიკრონი.

CD-R ნაღარის რხევების საფუძველზე დამატებითი ინფორმაცია მოდულირდება, რომელიც დამგროვებლის მიერ წაიკითხება. სინქრონიზაციის სიგნალი, რომელიც ნაღარის რხევებით განისაზღვრება, დროით კოდთან და სხვა მონაცემებთან ერთად მოდულირდება. მას საწყისი ბილიკის აბსოლუტური დრო (*Absolute Time In Pregroove - ATIP*) ეწოდება. დროითი კოდი „საათი: წუთი: წამი:“ ფორმატში გამოისახება და კადრის *Q*-ქვეკოდებში შეიყვანება. *ATIP* სიგნალი დამგროვებელს საშუალებას აძლევს ჩაწერის წინ დისკური ველის განაწილება მოახდინოს.

CD-R დისკის დამზადების შემდეგი ეტაპია ცენტრი-ფუგირების მეთოდით ორგანული საღებავის დატანა, რომელიც ოქროს ამრეკლი ფენით იფარება. ამის შემდეგ დისკი ულტრაიისფერი სხივებით გამყარებული აკრილის ლაკის დამცავი ფენით იფარება.

აკრილის ლაკის ფენით დაფარულ დისკზე ტრაფარეტული ბეჭდვის მეთოდით საღებავის ფენა დაიტანება, რომელიც დისკის იდენტიფიკაციისთვის და დამატებითი დაცვისთვის გამოიყენება.

გამოკვლევების თანახმად ორგანული საღებავით დაფარული ალუმინი სწრაფად ჟანგდება. სწორედ ამან განაპირობა CD-R დისკებში ოქროს ამრეკლი ფენის გამოყენება.

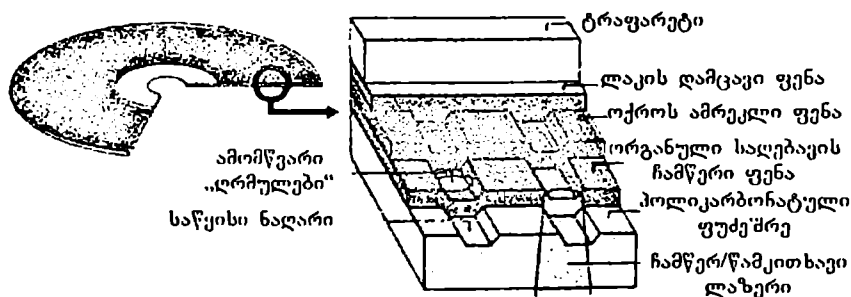
CD-R დისკის ორგანული საღებავის და ოქროს ამრეკლ ფენებს იგივე ოპტიკური მახასიათებლები გააჩნია, როგორც CD-ROM დისკის ზედაპირებს. ერთი და იგივეა

CD-R და *CD-ROM* დისკური მოწყობილობების ლაზერის სხივის სიგრძეც – 780 ნანომეტრი.

ჩაწერის დროს *CD-R* დისკური მოწყობილობის იმპულსურ რეჟიმში მომუშავე ლაზერის სიმძლავრე დაახლოებით 10-ჯერ იზრდება და ორგანული საღებავის ფენას 250-300°C-მდე აცხელებს. ასეთ ტემპერატურაზე ორგანული საღებავის ფენა იწვება და ფაქტიურად გაუმჭვირვალე ხდება.

შემდგომში, დისკის წაკითხვის დროს, შესაბამის მონაკვეთებში ლაზერული სხივი ოქროს ამრეკლ ფენამდე ვეღარ აღწევს და აღარ აირეკლება. ამ დროს იგივე ეფექტი მიიღება, როგორც არეკლილი ლაზერული სხივის ჩახშობისას დაშტამპულ *CD-ROM* დისკებში.

ნახ. 5.6-ზე წარმოდგენილია *CD-R* დისკის ფენები და სპირალური ნაღარი, რომელიც ორგანული საღებავის ფენაში ამომწვარ „ღრმულებს“ შეიცავს.



ნახ. 5.6. *CD-R* დისკის ფენები

ამრიგად, წაკითხვის დროს, ლაზერი არარსებულ ღრმულებს კითხულობს, რომელთა როლსაც დაბალი

არეკვლისუნარიანობის მქონე ამომწვარი მონაკვეთები ასრულებს. ეს მონაკვეთები ორგანული საღებავის გახურებისას ფორმირდება, ამიტომ CD-R დისკზე ჩაწერას ზოგჯერ ამოწვასაც უწოდებენ.

ორგანული საღებავის ფენის ამოწვა ცვლის მის ოპტიკურ თვისებებს, რაც მხოლოდ ერთხელ შეიძლება მოხდეს. ამიტომ CD-R დისკებს მატარებლებს ერთჯერადი ჩაწერითაც უწოდებენ.

CD-R დისკების მოცულობა

CD-R დამგროვებლები როგორც 74-წუთიანი (650 მბაიტი), ასევე 80-წუთიანი (700 მბაიტი) დისკებთან მუშაობენ. თუმცა 80-წუთიანი დისკი ზოგიერთი ძველი მოდელის CD-DA, CD-ROM დამგროვებლების და ავტომობილის აუდიოფირსაკრავის მიერ არ იკითხება. ეს პრობლემა გამომდინარეობს დამატებითი 6 წუთი (50 მეგაბაიტი) ტევადობის მისაღებად სპირალური ბილიკის ხეივებს შორის მანძილის შემცირებიდან.

ამჟამად ზოგიერთი დამამზადებელის მიერ იწარმოება გაუმჯობესებული ოპტიკური მახასიათებლების მქონე 90-წუთიანი (790 მბაიტი) და 99-წუთიანი (870 მბაიტი) დისკები. მათთან თანამედროვე CD-დისკური მოწყობილობების უძეტესობა უპრობლემოდ მუშაობს.

CD-RW

1996 წელს სამრეწველო კონსორციუმმა *Ricoh, Sony, Philips, Yamaha, Hewlett-Packard* და *Mitsubishi Chemical Corporation* კომპანიების შემადგენლობით გამოაქვეყნა ფორმატი CD-RW. იმავე წელს გამოუშვეს პირველი CD-RW დამგრო-

ვებელიც – MP6200S, რომელიც წარმოადგენდა მოდულს 2/2/6 (2x – ჩაწერა, 2x – გადაწერა, 6x – წაკითხვა) ნომინალური სიჩქარეებით. იმავე წელს Orange Book სპეციფიკაციაც გამოქვეყნდა, რომელმაც ოფიციალურად განსაზღვრა CD-RW სტანდარტი.

CD-RW დამგროვებელი ითავსებს CD-R დამგროვებლის ფუნქციებსაც, ანუ ასრულებს CD-R დისკის წაკითხვის და ერთჯერადი ჩაწერის ოპერაციებს. ამიტომ CD-RW დამგროვებლებმა კომპიუტერული ბაზრიდან ფაქტიურად გამოდენა CD-R დამგროვებლები.

CD-RW და CD-R დამგროვებლები დისკზე ჩაწერის ოპერაციას ერთი და იგივე პრინციპით ასრულებენ. თუმცა CD-RW დამგროვებელი CD-RW დისკზე ჩაწერილი ინფორმაციის წაშლის და სხვა მონაცემების ჩაწერის საშუალებასაც იძლევა. პაკეტური ჩაწერის შესაბამისი პროგრამული უზრუნველყოფის არსებობის შემთხვევაში CD-RW დისკებთან ისევე ხდება მუშაობა, როგორც დრეკად დისკებთან: შესაძლებელია ფაილების გადაადგილება, გადაწერა და წაშლა.

CD-RW მატარებლები CD-R მატარებლებისგან ოთხი ძირითადი თვისებით განსხვავდება:

- შესაძლებელია არსებული მონაცემების წაშლა და ახალი ინფორმაციის ჩაწერა;
- უფრო ძვირადღირებულია;
- ჩაწერის უფრო დაბალი სიჩქარე გააჩნია;
- ლაზერული სხივის შედარებით ნაკლები არეკვლისუნარიანობით გამოირჩევა.

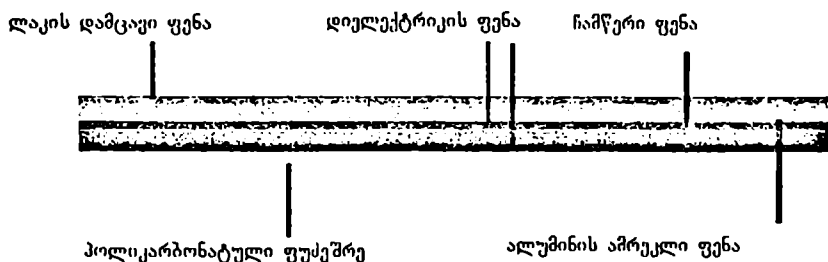
CD-RW დისკი პოლიკარბონატულ ფუძეშერეზე მზადდება, რომელზედაც დატანილია ტალღური ფორმის სპი-

რალური ნაღარი. ნაღარის რხეეები პოზიციონირების ინფორმაციას განსაზღვრავს. პოლიკარბონატული ფენა დიელექტრიკული ფენით (იზოლაციით) იფარება, რომელზედაც ჩამწერი ფენა, კიდევ ერთი დიელექტრიკის ფენა და ალუმინის ამრეკლი ფენა დაიტანება.

მუშა ფენების დასაცავად დისკი ულტრაიისფერი სხივებით გამყარებული აკრილის ლაკით იფარება. ჩამწერი ფენის ზევით და ქვევით მოთავსებული დიელექტრიკის ფენების დანიშნულებაა ჩაწერის დროს პოლიკარბონატული ფუძეშრისა და ლითონის ამრეკლი ფენის ინტენსიური გახურებისგან ეკრანირება.

ნახ. 5.7-ზე ნაჩვენებია *CD-RW* დისკის ფენები და სპირალური ნაღარი.

CD-RW დისკის ჩამწერი ფენა ვერცხლის, ინდიუმის, სტიბიუმის და ტელურის (*Ag-In-Sb-Te*) შენადნობს წამოადგენს, რომელსაც პოლიკრისტალური სტრუქტურა გააჩნია, 20%-იანი არეკვლისუნარიანობით.



ნახ. 5.7. *CD-RW* დისკის ფენები

ჩაწერის დროს ლაზერი ორ – *P*-ჩაწერის და *P*-წაშლის რეჟიმში მუშაობს. *P*-ჩაწერის რეჟიმში ლაზერუ-

ლი სხივი ჩამწერი ფენის ნივთიერებას 500-700°C ტემპერატურამდე ახურებს, რაც იწვევს მის დნობას. თხევად მდგომარეობაში შენადნობის მოლეკულები თავისუფლად გადაადგილდება, ნივთიერება კრისტალურ სტრუქტურას კარგავს და ამორფულ მდგომარეობაში გადადის. ამ დროს ჩამწერი ფენის არეკელისუნარიანობა 5%-მდე მცირდება. დისკის წაკითხვის დროს სხვადასხვა არეკელისუნარიანობის მქონე მონაკვეთები როგორც ღრმულეები და ზედაპირები, ისე აღიქმება.

CD-RW დისკები შემდგომში მხოლოდ წაკითხვისთვის რომ გამოიყენებოდეს, პროცესი ამით დასრულდებოდა. მაგრამ რამდენადაც უნდა არსებობდეს *CD-RW* დისკებზე ახალი ინფორმაციის ჩაწერის შესაძლებლობა, უნდა არსებობდეს ჩამწერი ფენის ნივთიერების პოლიკრისტალური ფორმის აღდგენის საშუალებაც.

ამ მიზნით დაბალი სიმძლავრის *P*-წაშლის რეჟიმი გამოიყენება. წაშლის დროს ჩამწერი ფენის ნივთიერება 200°C-მდე ხურდება, რაც დნობის ტემპერატურაზე ბევრად ნაკლებია, თუმცა ნივთიერების დარბილებისთვის საკმარისია. აქტიური ფენის 200°C-მდე გახურებისა და შემდგომი თანდათანობითი გაცივების დროს ნივთიერების სტრუქტურა მოლეკულარულ დონეზე გარდაიქმნება და ამორფულიდან კრისტალურ მდგომარეობას უბრუნდება. ნივთიერების არეკელისუნარიანობა 20%-მდე იზრდება.

მიუხედავად იმისა, რომ ლაზერის მუშაობის ამ რეჟიმს *P*-წაშლა ეწოდება, უშუალოდ მონაცემების წაშლა არ ხდება. *CD-RW* დისკებში მონაცემების „ზემოდან გადაწერის“ მეთოდი გამოიყენება. სექტორები და მონაცემები კი არ იშლება, არამედ მათზე „ზემოდან“ ხდება

ახალი სექტორების და მონაცემების გადაწერა. ჩაწერის დროს ლაზერი მუდმივად ჩართულია და სხვადასხვა სიმძლავრის იმპულსებს გამოიმუშავებს, რის შედეგადაც დისკზე სხვადასხვა არეკვლისუნარიანობის მქონე ამორფული და პოლიკრისტალური მონაკვეთები მიიღება.

CD-RW დამგროვებლების სიჩქარე

საწყისი *Orange book* სპეციფიკაციის თანახმად *CD-RW* დისკების ჩაწერის მაქსიმალური სიჩქარეა 4x. 2000 წელს გამოქვეყნდა *Orange book* სპეციფიკაციის მეორე რედაქცია – *High-Speed Rewritable*, რომლის მიხედვითაც *CD-RW* დისკების ჩაწერის 4x-10x სიჩქარე განისაზღვრა, ხოლო 2000 წელს – მესამე რედაქცია – *Ultra-Speed Rewritable*, რომლის მიხედვითაც *CD-RW* დისკების ჩაწერის 8x-24x სიჩქარე განისაზღვრა.

High-Speed და *Ultra-Speed* დისკები სტანდარტული დისკებისგან განსხვავდება, ამიტომ მათზე ჩაწერა *High-Speed* და *Ultra-Speed* დამგროვებლებში უნდა მოხდეს.

High-Speed და *Ultra-Speed* დამგროვებლები ჩვეულებრივ *CD-RW* დისკებზეც იწერენ, თუმცა ჩაწერა უნდა მოხდეს დისკისთვის განსაზღვრული სიჩქარით, წინააღმდეგ შემთხვევაში გამოჩნდება შეტყობინება შეცდომის შესახებ.

CD-დამგროვებლების თავსებადობა.

სპეციფიკაცია *Multiread*

კომპაქტ-დისკების ორიგინალური – *Red Book* და *Yellow Book* სტანდარტების თანახმად კომპაქტ-დისკის მინიმალური (28%) და მაქსიმალური (70%) არეკვლისუნარი-

ანობა განისაზღვრა. ეს ნიშნავს, რომ დისკის ზედაპირმა უნდა აირეკლოს სხივების არანაკლებ 70%, ხოლო ღრმულეებმა – არაუმეტეს 28%. ეს სტანდარტები 1980-იანი წლების დასაწყისში დამუშავდა, როდესაც დამგროვებლის ფოტომიმღებში გამოყენებული დიოდები მაღალი მგრძობიარობით არ გამოირჩეოდა. ამიტომ ზედაპირებსა და ღრმულეებს შორის საკმარისი კონტრასტულობის მისაღწევად გამოყენებული მასალის ოპტიკურ თვისებებს საკმაოდ მაღალი მოთხოვნები წაყენებოდა.

CD-RW დისკის ზედაპირების არეკვლისუნარიანობა დაახლოებით 20%-ია, ხოლო ღრმულეებისა – მხოლოდ 5%, რაც ბევრად ნაკლებია საწყის მოთხოვნებთან შედარებით. ამიტომ ძველ (1996 წლამდე გამოშვების) *CD-ROM*-დამგროვებლებში *CD-RW* დისკების წაკითხვისას გარკვეულ პრობლემებს აქვს ადგილი.

თანამედროვე *CD-ROM*-დამგროვებლები აღჭურვილია გაძლიერების ავტომატური რეგულირების სქემით, რომელიც მნიშვნელოვნად ზრდის დეტექტორის სქემის გაძლიერების კოეფიციენტს. ასეთი *CD-ROM* დამგროვებლები უპრობლემოდ კითხულობენ *CD-RW* დისკებს, მიეკუთვნებიან *Multiread* სპეციფიკაციას და მინიჭებული აქვთ შესაბამისი ლოგოტიპი.

5.7. DVD-დისკები

ძირითადი ფორმატის კომპაქტ-დისკები (*CD*) 1980 წლიდან გამოიყენება. თუმცა მას შემდეგ ტექნოლოგიები საკმაოდ განვითარდა. უფრო დიდი მოცულობის კომპაქტ-

დისკები ამჟამად საკმაოდ იაფია და მათზე მოთხოვნილება საკმაოდ მაღალია. ვიდეო, კომპიუტერული და საყოფაცხოვრებო ტექნიკის მოთხოვნებმა DVD-დისკების შექმნა განაპირობა.

თავდაპირველად აბრევიატურა DVD იშიფრებოდა როგორც *Digital Video Disk* (ციფრული ვიდეოდისკი), ხოლო ამჟამად – როგორც *Digital Versatile Disk* (ციფრული მრავალმიზნობრივი დისკი). DVD-დისკი კომპაქტ-დისკისგან გარეგნულად არ განსხვავდება. CD-დისკების მსგავსად, მისი დიამეტრიც 120 მმ-ია, პოლიკარბონატის საფუძველზე მზადდება, ღრმულებს და ზედაპირებს შეიცავს, რომლებიც ლაზერული დიოდით ნათდება და ფოტოდეტექტორის საშუალებით იკითხება. თუმცა განსხვავებებსაც აქვს ადგილი:

- DVD-დისკი ჩვეულებრივ კომპაქტ-დისკთან შედარებით ღრმულების ნაკლები ზომით (0,4 მიკრონი 0,8 მიკრონის ნაცვლად) გამოირჩევა;
- ჩვეულებრივ კომპაქტ-დისკთან შედარებით DVD-დისკს უფრო მჭიდრო სპირალში (0,74 მიკრონი 1,06 მიკრონის ნაცვლად) გააჩნია;
- DVD-ტექნოლოგიაში წითელი ლაზერი (0,65 მიკრონი ტალღის სიგრძით 0,78 მიკრონის ნაცვლად) გამოიყენება;

ზემოთჩამოთვლილმა ტექნოლოგიურმა სიახლეებმა დისკის მოცულობის 7-მაგი ზრდა (4,7 გბ-მდე) განაპირობა. წამკითხავი DVD-1x მოწყობილობა 1,4 მბ/წმ სიჩქა-

რით მუშაობს (ჩვეულებრივი კომპაქტ-დისკური მოწყობილობის წაკითხვის სიჩქარე 150 კბ/წმ-ია).

სამწუხაროდ წითელ ლაზერზე გადასვლამ DVD-წამკითხავეებში ორი ლაზერის და გართულებული ოპტიკური სისტემის გამოყენება განაპირობა, რათა შესაძლებელი ყოფილიყო არსებული მუსიკალური და კომპიუტერული დისკების წაკითხვა. ზოგიერთ ძველ DVD-დამგროვებელს ასეთი სისტემა არ გააჩნია. ამ შემთხვევაში შეუძლებელი ხდება ჩვეულებრივი კომპაქტ-დისკების წაკითხვა. ზოგიერთი DVD-დამგროვებელი CD-DA და CD-ROM დისკებსაც კითხულობს, თუმცა შეიძლება CD-R და CD-RW დისკების წაკითხვის დროს გაჩნდეს პრობლემები.

4,7 გბაიტი მოცულობის DVD-დისკზე შესაძლებელია 133 წუთის ხანგრძლივობის, მაღალი გადაწყვეტის (720X480) მქონე ვიდეოჩანაწერის განთავსება. უმეტეს შემთხვევაში ეს საკმარისია (პოლიუდში გადაღებული ფილმების 92% ხანგრძლივობით 133 წუთზე ნაკლებია). თუმცა ზოგიერთ შემთხვევაში (მაგ. მულტიმედიური თამაშებისთვის, ერთ დისკზე რამდენიმე ფილმის ჩაწერისას, საცნობარო გამოცემებისთვის და ა.შ) შეიძლება საჭირო გახდეს უფრო დიდი მოცულობის მატარებლების გამოყენება. ამის შედეგად DVD-დისკების ოთხი ფორმატი შეიქმნა:

- ერთმხრივი ერთფენიანი დისკები (4,7 გბ).
- ერთმხრივი ორფენიანი დისკები (8,5 გბ).
- ორმხრივი ერთფენიანი დისკები (9,4 გბ).
- ორმხრივი ორფენიანი დისკები (17 გბ).

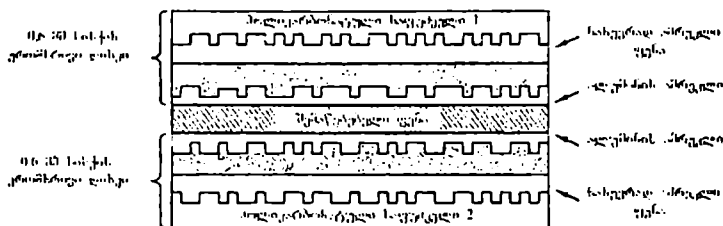
ისმის კითხვა, რა საჭიროა ამდენი ფორმატი? პასუხი მარტივია: *Philips* და *Sony* კომპანიებმა ჩათვალეს, რომ მომხმარებლებისთვის მოუხერხებელი იქნებოდა დისკების გადაბრუნება და შეიმუშავეს ერთმხრივი დისკები ორი ფენით, ხოლო *Toshiba*-მ და *Time Warner*-მა გადაწყვიტეს, რომ ასეთი დისკები ვერ იმუშავებდნენ და გამოუშვეს ორმხრივი ერთფენიანი დისკები.

ორფენიანი ტექნოლოგიის შემთხვევაში ქვედა ამრეკლ ფენაზე ზემოდან ნახევრად ამრეკლი ფენა დაიტანება. იმისდა მიხედვით, თუ სად ხდება ლაზერის ფოკუსირება, ის ან ერთი, ან მეორე ფენიდან აირეკლება. ინფორმაციის საიმედო წაკითხვისთვის ქვედა ფენის ღრმულების და ზედაპირების ზომები ზედა ფენის ღრმულების და ზედაპირების ზომებს ოდნავ აღემატება. ამიტომ ქვედა ფენის საინფორმაციო მოცულობა ზედა ფენის საინფორმაციო მოცულობასთან შედარებით ნაკლებია.

ორმხრივი დისკები ორი ერთმხრივი, 0,6 მმ სისქის დისკის შეწებების შედეგად იქმნება. ყველა სტანდარტის დისკის თანაბარი სისქის უზრუნველყოფისათვის 0,6 მმ სისქის ერთმხრივ დისკს ცარიელ საფუძველზე აწებებენ. ორფენიანი ორმხრივი დისკის სტრუქტურა წარმოდგენილია ნახ. 5.8-ზე.

DVD-დისკი დამუშავებული იქნა პოლიეთილენის მთავარ სტუდიებთან მჭიდრო თანამშრომლობის შედეგად, საყოფაცხოვრებო ტექნიკის მწარმოებელი 10 (მათ შორის 7 იაპონური) კომპანიისგან შემდგარი კორპორაციის მიერ. დამუშავებაში არ იყო ჩართული არც კომპიუტერული და

არც სატელეკომუნიკაციო მრეწველობა. აქცენტი გაკეთებული იყო DVD-დისკებზე ჩაწერილი ფილმების გაქირავებაზე და გაყიდვაზე. ჩამოეთვალათ DVD-ს რამდენიმე სტანდარტული თავისებურება:



ნახ. 5.8. ორმაგი DVD-დისკი ორმაგი ფენით

- ფილმიდან არასასურველი სცენების მოცილების საშუალება;
- ექვსარხიანი აუდიო;
- მასშტაბირების შესაძლებლობა.

ეს უკანასკნელი თავისებურება DVD-ფირსაკრავს საშუალებას აძლევს თავად გადაწყვიტოს, თუ როგორ ჩამოჭრას გამოსახულების ჩარჩოს მარცხენა და მარჯვენა კიდეები ისეთი ფილმებისთვის, რომელთათვისაც სიგანის და სიმაღლის შეფარდებაა 3:2, რათა ხარისხის გაუარესების გარეშე იყოს შესაძლებელი მათი გაშვება თანამედროვე ტელევიზორებზე, რომელთათვისაც სიგანის და სიმაღლის შეფარდებაა 4:3.

DVD-დისკების კიდევ ერთ თავისებურებას წარმოადგენს აშშ-თვის, ევროპული და სხვა კონტინენტების ქვეყნებისთვის დისკების შეგნებული შეუთავსებლობა.

1. ა. ბენაშვილი. კომპიუტერის პერიფერიული მოწყობილობები (I ნაწილი). ტექნიკური უნივერსიტეტი. (2007 – 137 გვ.: ილ.)
2. ა. ბენაშვილი. პერიფერიული მოწყობილობების ინტერფეისები. „ტექნიკური უნივერსიტეტი“. 2006 – 125 გვ.: ილ.
3. Scott Mueller. Upgrading and Repairing PCs. 14th Edition. 2003.
4. Мюллер Скотт. Модернизация и ремонт ПК. 15-е юбилейное издание. Пер. с англ. – М.: издательский дом «Вильямс», 2004.- 1344 с.: ил.
5. Andrew S. Tanenbaum. Structured Computer Organization. 2006
6. Аиден М. Колесниченко О. Крамер М. Аппаратные средства РС. 2-е издание, переработанное и дополненное – ВHV – Санкт-Петербург, 1998. – 608 с.:ил

იბეჭდება ავტორის მიერ წარმოდგენილი სახით

გადაეცა წარმოებას 01.05.2009. ხელმოწერილია დასაბეჭდად
02.06.2009. ქალღღის ზომა 60X84 1/16. პირობითი ნაბეჭდი თაბახი 12.
ტირაჟი 100 ეგზ.

საგამომცემლო სახლი „ტექნიკური უნივერსიტეტი“, თბილისი,
კოსტავას 77



Verbe volant,
scripta manent

ი.მ. „გონა დალაქიშვილი“,
ქ. თბილისი, ვარკეთილი 3, კორპ. 333, ბინა 38