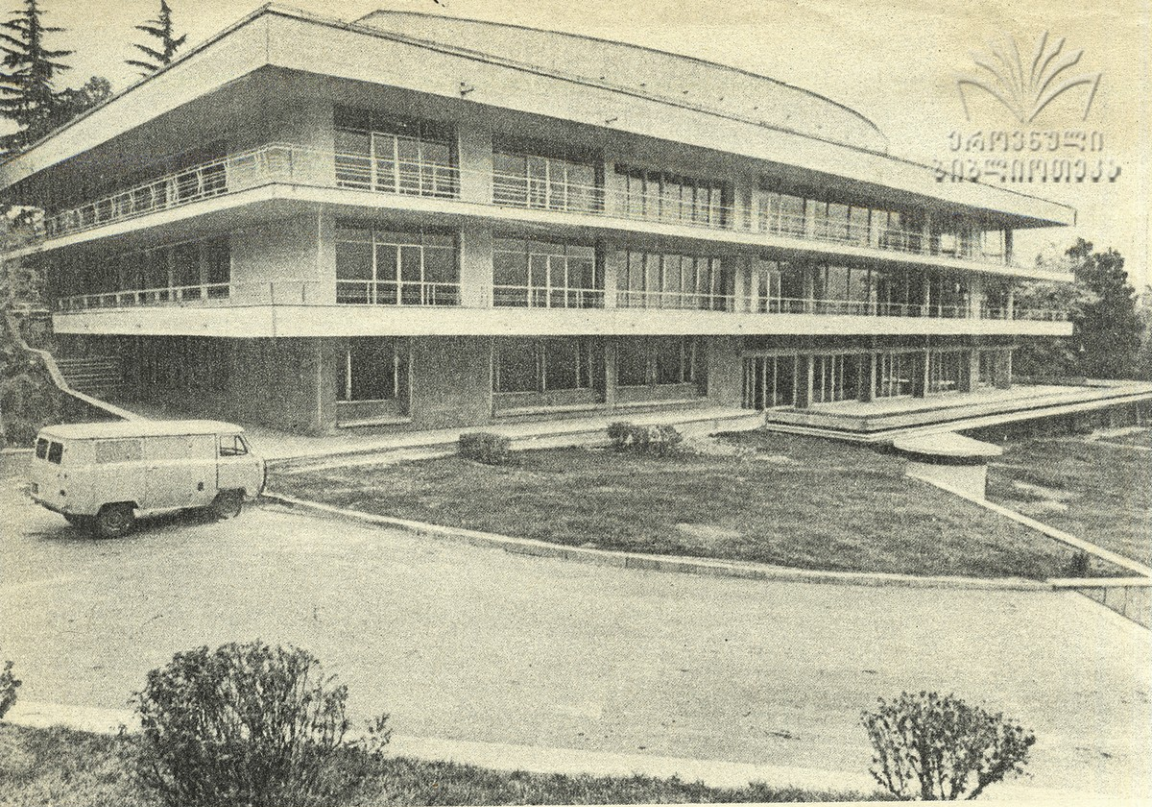


1917
1972

მეცნიერება
და ტექნიკა

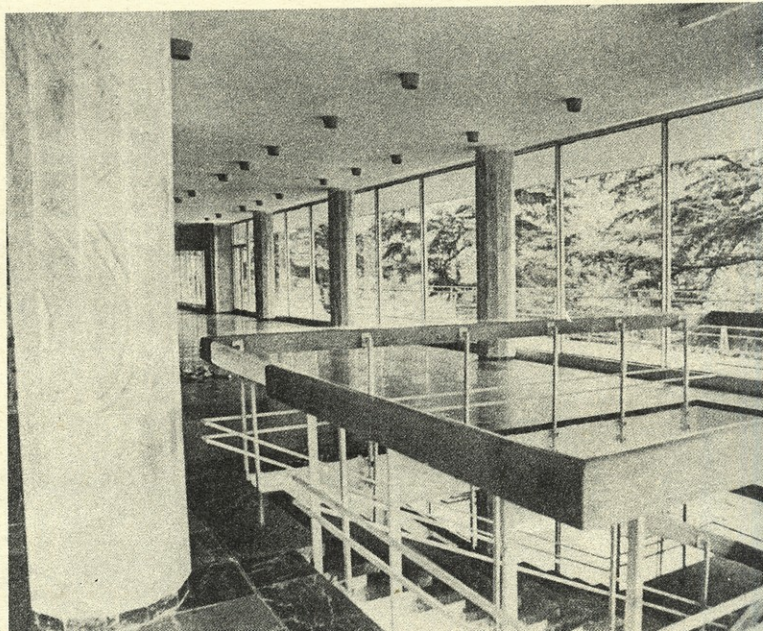
11
1972



თბილისის
სპორტსახლი

ქარგ საჩუქარს მიიღებს ქართველი მოჭადრაკეები და ალბინისტები სსრ კავშირის შექმნის 50 წლისთავის საიუბილეო დღეებში. თბილისში კიროვის სახელობის პარკის ტერიტორიაზე აშენდა და უახლოეს დროში ექსპლუატაციაში შევა მოჭადრაკეთა და ალბინისტთა კლუბის შენობა (პროექტის ავტორია ლ. მესხიშვილი)

სურათზე: თბილისის მოჭადრაკეთა და ალბინისტთა კლუბის ახალი შენობა (ზემოთ) და კლუბის ერთ-ერთი პოლიფუნქციური მ. კვირიკაშვილისა



მეცნიერება და ტექნიკა

საქ. სსრ მეცნიერებათა
აკადემიის ყოველთვიური
მეცნიერულ-პოპულარული
ჟურნალი

1972

ბათუმის 1949 წლიდან

ფასი 50 ჰაპ.

ს ა რ ზ ე ნ ი

ჯ. ჰარნაზა	2
ქიმიის პერსპექტივები	
ბ. სალუჟაძე	4
1972 წლის 10 ივლისის შვის სრული დაბნელება	
ბ. პანელაძე, ნ. გელაშვილი	7
ილუმინა-ოპერატორის მდგომარეობის ავტომა- ტური ანალიზი	
ი. ვინიკოვი	11
პოლის ეფექტი და მისი გამოყენება ტექნიკაში	
ბ. რაზმაძე	14
ქართული და გერმანული მანქანათმშენებლობა ზე- მოქმედებითი თანამეგობრობა	
ლ. ბარუაშვილი	17
კარსტისფერო და მისი საკვირველებანი	
საბჭოთა ტექნიკა	20
ბ. ბარუაშვილი, ლ. ბარუაშვილი	22
კრისტალური ნივთიერებათა დეფექტები და მათ- თან ბრძოლა	
ბ. გორისკოვი	24
ექსპერტის გრძელდება	
თ. მაღრაძე	25
თბილისის დასახლებისა და დამცველი მინა „ზატონი“	
ბ. ბარუაშვილი	27
საქართველოს სსრ საზღვაო ტრანსპორტი	
ბ. გორისკოვი, ბ. პარაძე	30
ატომის ბირთვის საბჭოთაო მოდელი	
მსოფლიოს მეცნიერებისა და ტექნიკის მიღწევები	32
რატომ უნდა ვიფიქროთ გავრცელებულ...	34
ქაფისაგან „შობილი“	39
ბ. ალექსიძე	41
პერონის ფორმულა	
მეცნიერებისა და ტექნიკის კალენდარი	43
ი. ანდრონიკი	44
ტრანსპორტი?.. ეს ხომ ძალზე მარტივია!	
ბ. ნიძიძე	48
ჭადრაკის მოყვარულთა კლუბი	

მთავარი რედაქტორი პროფ. ზ. წილოსანი

სარედაქციო კოლეგია: ტენ. მეც. კანდ. ბ. ავა-
ლიანი, საქ. სსრ მეც. აკადემიის წევრ-კორესპონ-
დენტი ბ. ბაღვაში, პროფ. ბ. ბარაბიძე, პროფ.
შ. ბაბიშვილი, საქ. სსრ მეც. აკადემიის წევრ-კო-
რესპონდენტი ნ. ბაბაშვილი, საქ. სსრ მეც. აკად-
ემიის წევრ-კორესპონდენტი ბ. გომელაშვილი, ქიმიის
მეც. კანდ. მ. ზაალაშვილი, საქ. სსრ დამ. ინჟ.
ბ. ლელუაშვილი, თ. ლორთქიფანიძე (პასუხისმე-
გელი მდივანი), საქ. სსრ მეც. აკადემიის აკადემი-
კოსი ბ. მახალაძე, დოც. ბ. ნიჭიშვილი (მთავარი
რედაქტორის მოადგილე), პროფ. ბ. პარაძე,

ქრული გაფორმა ბ. პანელაძე

მისამართი: თბილისი-380060, კუტუხოვის 19,
ტელ. 37-14-93

Ежемесячный научно-популярный журнал Академии наук Грузинской ССР «Мечниереба да техника» (на груз. яз.).

ფიზიკური ფურცელი 3, საარტიკულო-საგამომცემლო ფურცელი 5,5, ნაბეჭდი ფურცელი 6
ხელმოწერილია დასაბეჭდად 26.10.72 წ., შე 07270, შეკ. № 2492, ტირაჟი 15050
საქ. სსრ მეცნიერებათა აკადემიის სტამბა, თბილისი-380060, კუტუხოვის ქ. № 19





ქიმიურ მრეწველობაში

საქართველოს
მწერთა კავშირი

წ. მარაშა

„სახალხო მეურნეობის ქიმიზაცია საზოგადოებრივი წარმოების ეფექტიანობის გადიდების მძლავრი ბერკეტი. ქიმიის პროდუქციის ფართოდ იყენებენ მეტ წილ დარგებში, იგი ცვლის ძვირადღირებულ ბუნებრივ ნედლეულს, ხელს უწყობს ნაწარმის ხარისხის გაუმჯობესებას, შრომის ნაყოფიერების გადიდებას“, — აღნიშნა ამხ. ლ. ი. ბრეჟნემა ცენტრალური კომიტეტის საანგარიშო მოხსენებაში სკკპ XXIV ყრილობაზე.

ქიმიური მრეწველობისა და ქიმიის, როგორც მეცნიერების, მაქსიმალური განვითარება ხელს შეუწყობს მეცხრე ხუთწლედის მთავარი ამოცანის წარმატებით განხორციელებას, ე. ი. ხალხის ცხოვრების მატერიალური და კულტურული დონის მნიშვნელოვან ამაღლებას.

აღსანიშნავია, რომ მიმდინარე ხუთწლედში ქიმიური მრეწველობის პროდუქცია გაიზარდა თითქმის 2-ჯერ, მაშინ, როცა სამრეწველო პროდუქციის საერთო მოცულობა — მხოლოდ 42—46% -ით.

ქიმიური მრეწველობის წინაშე დასმული ასეთი გრანდიოზული ამოცანების გადაჭრა მოითხოვს უდიდეს სახსრებს — დაახლოებით 2-ჯერ მეტს წინა ხუთწლედის სათანადო კაპიტალდაზანდებასთან შედარებით. ქიმიკოსთა უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა ამ კაპიტალდაზანდებათა ეფექტური გამოყენება. ქიმიური მრეწველობის ასეთი არჩაწეული განვითარება უნდა მოხდეს არა მარტო ახალი საწარმოების მშენებლობით, არამედ მოქმედ საწარმოთა რეკონსტრუქციისა და გაფართოების გზით. ეს კი შესაძლებელია მხოლოდ შიგნითი რეზერვების უფრო სრული გამოყენებით. მრავალსიმეტყველია ის გარემოება, რომ მიმდინარე ხუთწლედში ქიმიურ მრეწველობაში კაც-გამომუშავება უნდა გაიზარდოს 1,6-ჯერ. ამასთან ცხადია, რომ მრეწველობის ასეთი ზრდა შეუძლებელია წარმოების უზარალო გაფართოებით; საჭიროა წარმოების ტექნიკური რეორგანიზაცია უახლეს მიღწევათა ფართოდ გამოყენებით, მოქმედი ავრეგატებისა და ტექნოლოგიური ხაზების სიმძლავრეთა საგრძნობი გაზრდა, უფრო სრულყოფილი ტექნოლოგიური პროცესების დანერგვა წარმოების ინტენსიფიკაციის მიმართულებით, პერიოდული პროცესების შეცვლა უწყვეტი პროცესებით, საწარ-

მოთა მართვის ავტომატური სისტემების გამოყენება. ქიმიური მრეწველობის ზრდის ეს შინაგანი ფაქტორები ურთიერთკავშირშია და, ცხადია, მათი წარმატება დამოკიდებულია წარმოებაში მეცნიერებისა და ტექნიკის უახლეს მიღწევათა დროულ დანერგვაზე. თავის მხრივ სწორედ ამ გზით შეუწყობს ქიმიური მრეწველობა ხელს სამეცნიერო-ტექნიკურ პროგრესს სახალხო მეურნეობის ყველა წამყვან დარგში.

მრეწველობის სხვა დარგებთან შედარებით ქიმიური მრეწველობა უფრო სრულად იყენებს გადასამუშავებელ ნივთიერებებს, ენერგორესურსებსა და საზოგადოებრივ შრომას. ქიმიური პროდუქციის გარეშე გამოირიცხულია სამეცნიერო-ტექნიკური პროგრესი. ეს განპირობებს ქიმიური მრეწველობის უპირატესი განვითარების აუცილებლობას. ქიმიური პროდუქცია მტკიცედ იკიდებს ფეხს ადამიანთა ცხოვრების ყველა სფეროში. 1980 წლისათვის პლასტმასების წარმოება მსოფლიო მასშტაბით გაუსწრებს ისეთ ლიდტანაყიან წარმოებებს, როგორიცაა ალუმინისა და სხვა ფერადი ლითონების მეტალურგია, და დაუახლოვდება თუჩისა და ფოლადის გამომუშავებას; გაიზარდება სინთეზური სარეცხი საშუალებების მოცულობა, ქიმიური ბოჭკოების წარმოება ბუნებრივ ბოჭკოებთან შედარებით. პოლიმერული მასალების წარმატებით გამოყენება ლითონებისა და ბუნებრივი მასალების ნაცვლად ამცირებს შრომის დანახარჯს 410 კაც-საათით, პროდუქციის თვითღირებულებას — 421 მანეთით, ხოლო კაპიტალურ დანახარჯებს — 1200 მანეთით.

მიმდინარე ხუთწლედის ბოლო წელს მინერალური სასუქების წარმოებამ უნდა შეადგინოს 90 მლნ ტ, რაც 60%-ით სჭარბობს გასული ხუთწლედის ბოლო წლის სათანადო მაჩვენებელს. მეცნარეთა დაცვის ქიმიურ საშუალებათა წარმოება გაიზარდება 1,5-ჯერ, სინთეზური ფისებისა და პლასტმასების — 2-ჯერ, ქიმიური ბოჭკოებისა — 1,7-ჯერ და მეტად. უფრო მაღალი ტემპებით განვითარდება ლაქ-საღებავების, ქიმიური რეაქტივების და სხვა მნიშვნელოვან ნივთიერებათა წარმოებები.

ქიმიური მრეწველობისათვის, კერძოდ მინერალური სასუქების წარმოებისათვის, გადაწყვეტი მნიშვნელო-

ბა აქვს ისეთ ნაერთთა წარმოებას, როგორიცაა ამიაკი, აზოტმეავა, გოგირდმეავა, ფოსფორმეავა და სხვ. მათი წარმოების ინტენსიფიკაცია უნდა მოხდეს უმთავრესად მოქმედ სიმძლავრეთა მწარმოებლობის გაზრდით. განსაკუთრებით მნიშვნელოვანი როლი ეკუთვნის კატალიზატორების მეცნიერულ შერჩევას და უნარიან გამოყენებას. ამიტომაც, რომ მიმდინარე ხუთწლედში მეტი ყურადღება ეთმობა ახალი, მაღალაქტიური კატალიზატორების შერჩევას, რამაც უნდა უზრუნველყოს სათანადო პროცესების ინტენსიფიკაცია და შრომისნაყოფიერების ზრდა მაღალი ტემპერატურისა და წნევის გამოყენების გარეშე.

მინერალურ სასუქთა წარმოებაში უმნიშვნელოვანესი ამოცანაა ხარისხის შემდგომი გაუმჯობესება მათში სასარგებლო კომპონენტთა გაზრდით. მიმდინარე ხუთწლედში უპირატესობა მიეცემა ისეთ კომპლექსურ სასუქებს, როგორიცაა ამოფოსი, ნიტრამოფოსი და ამონიუმის ფოსფატები, რომლებიც 60%-მდე სასარგებლო კომპონენტს შეიცავენ. აღსანიშნავია, რომ მინერალური სასუქების წარმოების ზრდის საშუალო ტემპს 2,7-ჯერ სჭარბობს კომპლექსური სასუქების წარმოების ზრდის ტემპი, რის შედეგადაც მინერალურ სასუქებში სასარგებლო კომპონენტთა საშუალო პროცენტული წილი 32%-დან 37%-მდე გაიზარდება.

სახალხო მეურნეობის უმნიშვნელოვანესი დარგების ქიმიზაცია მჭიდრო კავშირშია პოლიმერული მასალების გამოუმუშავებასთან.

მიმდინარე ხუთწლედში ქიმიური მრეწველობა გამოუშვებს მაღალი სიმძლავის, კოროზიამდებ, თერმოდგრად და აგრეთვე ელექტროსაიზოლაციო თვისებების მქონე პლასტმასებს; განვითარდება პოლიოლეფინების, პოლივინილქლორიდის და პოლისტიროლის წარმოება, გაფართოვდება ლითონთა კონკრეტული საკონსტრუქციო მასალების — პოლიამიდების, პოლიაცეტატების, პოლიკარბონატებისა და ფტორპლასტების — წარმოება.

ქიმიური ბოჭკოების წარმოება გამოუშვებს ახალ მაღალხარისხოვან პროდუქციას პოლიპროპილენის, პოლივინილქლორიდისა და პოლიუროთანული ბოჭკოების სახით. კიდევ უფრო გაიზარდება პოლიამიდური და პოლიეთერული კორდების სიმძლავე; შეიქმნება კაპრონისა და პოლიეთერული ბოჭკოების წარმოების უწყვეტი და მთლიანად ავტომატიზებული ტექნოლოგიური ხაზები.

მნიშვნელოვანდ გაიზარდება ქიმიური რეაქტივებისა და ზესუფთავი ნივთიერებათა წარმოება: ყოველწლიურად გამოვა 500—600 თანახეობის ახალი პრეპარატი.

მეცხრე ხუთწლედში ქიმიური მრეწველობის წინაშე დასახული ამოცანების წარმატებით გადაჭრაში დიდი როლი უნდა შეასრულოს სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტებისა და საკონსტრუქტო ბიუროების უფრო ეფექტურმა მუშაობამ, რისთვისაც უმჯობესდება და უფრო სრულყოფილი ხდება სამეცნიერო-კვლევითი მუშაობის დაგეგმვის სისტემა, მტკიცდება სამეცნიერო და

წესებულებებისა და უმაღლესი სასწავლებლების უშუალო კავშირი სათანადო პროფილის წარმოებებთან, უფრო სრულყოფილი ხდება მაღალკვალიფიკირებული მომზადება. სამეცნიერო-კვლევითი და საპროექტო სამუშაოების ჩატარებისას ფართოდ იყენება ექსპერიმენტული ელექტრონული გამოთვლითი ტექნიკა და ქიმიურ პროცესთა მათემატიკური მოდელირება.

სამეცნიერო-კვლევების ეფექტურობის შემდგომ ამაღლებაში, ახალ ტექნოლოგიურ პროცესთა უფრო სწრაფად ათვისებაში მნიშვნელოვან როლს ასრულებს სოციალისტური თანამეგობრობის ქვეყნების სამეცნიერო-ტექნიკური თანამშრომლობა. ამჟამად ჩვენი ქვეყნის 50-ზე მეტი ქიმიური-ტექნოლოგიური პროდუქტის ინსტიტუტი და საწარმო ახორციელებს ორმხრივ თანამშრომლობას ჩეხოსლოვაკიის სოციალისტური რესპუბლიკის, გერმანიის დემოკრატიული რესპუბლიკის, ბულგარეთისა და სხვა ქვეყნების სათანადო ორგანიზაციებთან.

დიდი ამოცანებია დასახული ჩვენი რესპუბლიკის ქიმიკოსთა და მეტალურგთა წინაშე. განსაკუთრებულ ყურადღებას იქცევს ქიათურის უნიკალური მადნები. მართალია, მათი მარაგი რამდენადმე შემცირებულია, მაგრამ მით უფრო აქტუალურია ასისებრების მადნების მადნების უფრო ეფექტური გამოყენება ლითონური მანგანუმის, თუ მანგანუმის სხვადასხვა შენაერთის (მანგანუმის ორქანგი, კალიუმის პერმანგანატი და სხვ.) მისაღებად. აქ გადამწყვეტი სიტყვა ქართველ ქიმიკოსებსა და ელექტროქიმიკოსებს ეკუთვნის. ჩვენს რესპუბლიკაში მიმდინარე ხუთწლედში ელექტროენერგიის გამოუმუშავება 1,7-ჯერ გაიზარდება და 15,5 მლრდ კვტს-ს მიაღწევს. ელექტროენერგია კი ელექტროქიმიურ წარმოებათა განვითარების საფუძველია.

ჩვენი რესპუბლიკის ერთ-ერთი მნიშვნელოვანი ობიექტია აგრეთვე მშენებარე მადნეულის სამთო-გამამდიდრებელი კომბინატი, რომელიც ქიმიური და ელექტრო-ქიმიური მეთოდებით გადაამუშავებს ადგილობრივ პოლიმეტალურ მადნებს და ქვეყანას მოამარაგებს სპილენძით, თუთიით და ბევრი სხვა დეფიციტური მასალით.

რუსთავეს ქიმიური კომბინატი მიმდინარე ხუთწლედის ბოლოს გამოუშვებს 2-ჯერ მეტ სასუქს, ვიდრე 1970 წელს. რუსთავეს ქიმიური ბოჭკოს ქარხნის მიერ გამოუმუშავებული პროდუქცია 9 მლნ ცხრისაგან მიღებული მატყლის ევკვივალენტური იქნება.

მიმდინარე ხუთწლედში საგრძნობლად გაიზარდება საყოფაცხოვრებო ქიმიის როლი ყოველდღიურ ცხოვრებაში.

ჩვენი რესპუბლიკის ქიმიკოსები მნიშვნელოვან წვლილს შეიტანენ სსრ კავშირის ქიმიური ინდუსტრიის წინაშე დასახული გრანდიოზული ამოცანების შესრულებაში, ხალხის კეთილდღეობის შემდგომი ამაღლების დიდმნიშვნელოვან საქმეში.

3. სალშუაპაბი

ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

მზის სრული დაბნელება ბუნების ერთ-ერთი ყველაზე ლამაზი მოვლენაა.

ლაქვარდ ცის სივრცეში ბრწყინვალე მზე ერთმართველურად ბატონობს დედამიწაზე — მატერიკებსა და ოკეანეებზე. მის სიბოხსა და სინათლესთან მჭიდროდაა დაკავშირებული ადამიანი და, საერთოდ, მთელი სიცოცხლე დედამიწაზე. ჩვეულებრივ, მზე ხან ანათებს ცაზე, ხან კი ღრუბლებს ეფარება და როდესაც მთელი ცა ღრუბლებით დაიფარება, დღის სინათლე საგრძნობლად კლებულობს. ბუნების ამ მოვლენას ჩვენ შეჩვეული ვართ. მაგრამ ისეც ხდება, რომ ამინდი სრულიად მშვიდია, ცა მოწყმენილი, მზე უხედალ აფრქვევს თავის კაშკაშა სხივებს და თითქოს მოსალოდნელი არაფერია... უცებ იწყება დაბნელება. თუ ამ დროს შევხედავთ ცას, დავინახავთ მკვეთრად გამოკვეთილ შავ წრეს, რომელიც თანდათანობით ეფარება მზის მოვლვარე დისკოს. კიდევ ცოტა და მზე წვრილ ნამგალს დაემსგავსება. სინათლე კლებულობს, შესამჩნევად აცივდება. ცოტაც და მზე მთლიანად გაუჩინარდება. მოხდება მზის სრული დაბნელება! ირვკლივ სიბნელეა, ცხოველებს, განსაკუთრებით კი ფრინველებს, ეტყობათ მოუხსენებლობა.

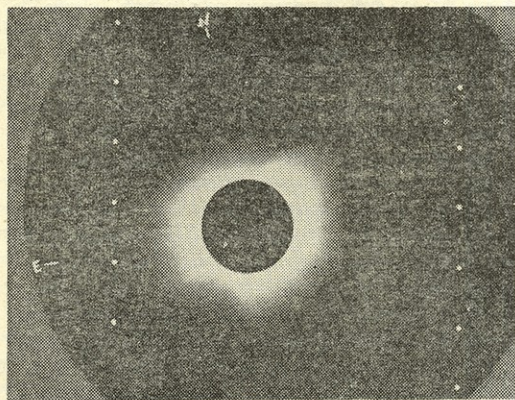
ჩამოხშვლებულ ცაზე აინთება ვარსკვლავები ისე, როგორც ბინდისას და დაბლა, პირიზონტთან, ყოველი მხრიდან აბრიალდება მოვარდისფრო აისი. ცაზე იმ ადგილას, სადაც ცოტა ხნის წინათ ანათებდა მზე, დავინახავთ ვერცხლისებრი შარავანდედით გარემორტყმულ ბნელ დისკოს, რომელსაც გვირგვინი ეწოდება. რამდენიმე წუთის შემდეგ შავი დისკოდან აინთება მზის ნათელი სხივი. მზე ჯერ ახალი მთვარის სახეს მიიღებს, შემდეგ გადიდდება და ბოლოს კვლავ გაანათებს სრული სინათლით. ასე მთავრდება მზის სრული დაბნელების ეს საკვირველი ციური სპექტაკლი.

ძველ დროში მზის დაბნელება თავზარს სცემდა ადამიანებს. ეს გამოწვეული იყო იმით, რომ ადამიანთა უმრავლესობისათვის ცნობილი არ იყო ბუნების ამ უჩვეულო მოვლენის მიზეზი და მისი დადგომის დრო. ამის გამო მას სასწაულად მიიჩნევდნენ.

ამჟამად მზის არც ერთი დაბნელება არ ხდება, რომ მის შესახებ მოსახლეობას წინასწარ არ გეგმობს. მეცნიერებას დღევანდელ დონეზე შეუძლია ზუსტად და დაწვრილებით აღწეროს, სად, როდის და რა დროს ხდება გამოჩნდეს დაბნელება.

დაბნელება ხდება არა შემთხვევით, არამედ დავიკრებება გარკვეული დროის შუალედების შემდეგ: ადრეც, ათასწლეული წლების წინათაც, ასე ხდებოდა. მზის ხედი ალწერდნენ მათ დროს მომხდარ დაბნელებებს. ბევრმა ჩანაწერმა ჩვენამდეც მოაღწია. წინა წლების ჩანაწერების დაპირისპირებით შეინიშნებოდა ამ მოვლენის განმეორებადობა. ამის საფუძველზე ხდებოდა წინასწარმეტყველება, მაგრამ რადგან არ იცოდნენ დაბნელების მიზეზი, ამიტომ დადგომის დროც არ შეეძლო ზუსტად განესაზღვრათ.

დაბნელების დღისა და საათის წინასწარმეტყველებისათვის საჭიროა ვიცოდეთ კანონები, რომელთა მიხედვითაც ხორციელდება დედამიწის ბრუნვა მზის გარშემო და მთვარისა — დედამიწის გარშემო. დედამიწის ბრუნვაში მეცნიერები დარწმუნდნენ ოთხი საუკუნის წინათ პოლონელი მეცნიერის ნ. კოპერნიკის შრომების

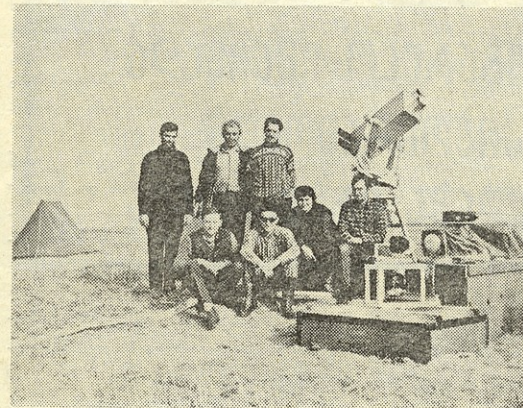


ნახ. 1. მზის გვირგვინის ფოტოგრაფია, გადაღებული აბასთუმის ასტროფიზიკური ობსერვატორიის ექსპედიციის მიერ 1972 წლის 10 ივლისს

წყალობით. ცის ობიექტის მოძრაობის ჭეშმარიტი კანონები დადგენილი იყო მხოლოდ XVII საუკუნეში კეპლერისა და ნიუტონის მიერ.

მათემატიკის, მექანიკისა და სხვა მეცნიერებათა განვითარება საშუალებას იძლევა ზუსტად გამოვთვალოთ დედამიწის, მთვარისა და მზის ურთიერთგანლაგება სივრცეში ყოველი დღისა და საათისათვის.

თანამედროვე გამოთვლითი მანქანების საშუალებით ძალზე სწრაფად და ზუსტად ხდება დაბნელების წინასწარმეტყველებისათვის საჭირო ყველა გაანგარიშება. ამჟამად დაბნელების წინასწარმეტყველების ცდომილება არ აღემატება რამდენიმე წამს.



ნახ. 2. ექსპედიციის მონაწილენი. დგანან (მარცხნიდან მარჯვნივ): ი. მათეშვილი, თ. ტორიშვილი, გ. სალუქვაძე; სხედან: ა. მაიერი, ვ. ლოხოვი, ე. თეთრუაშვილი, ა. ხატისოვი

რას წარმოადგენს დედამიწა, მთვარე, მზე და როგორ მოძრაობენ ისინი?

დედამიწის დიამეტრი შეადგენს 12740 კმ-ს. ჩვენი პლანეტა მზიდან დაცილებულია 150 მლნ კმ-ით. იმის გამო, რომ დედამიწის გზა მზის გარშემო, ანუ, როგორც ამბობენ, დედამიწის ორბიტა, არ არის ზუსტი წრე, მანძილი დედამიწიდან მზემდე წლის სხვადასხვა დროს სხვადასხვაა. საშუალო მანძილთან შედარებით ზაფხულობით მზე 2 500 000 კმ-ით უფრო მოსასა ჩვენგან, ზამთრობით კი — ამდენზეთი ახლოს.

მზეს, როგორც დედამიწას, სფეროსებრი ფორმა აქვს, მზის დიამეტრი 109-ჯერ მეტია დედამიწის დიამეტრზე და შეადგენს 1 391 000 კმ-ს.

დედამიწა, როგორც მზის სისტემაში შემავალი ერთ-ერთი ცხრა პლანეტაიდან, გარს უვლის მზეს.

მთვარე ბრუნავს დედამიწის გარშემო და დაცილებულია მისგან 384 000 კმ-ით. მთვარე 400-ჯერ უფრო ახლოსაა დედამიწასთან, ვიდრე მზე. მთვარის დიამეტრი 4-ჯერ ნაკლებია დედამიწის დიამეტრზე, მზისაზე კი — 400-ჯერ. იმის გამო, რომ დედამიწიდან მთვარემდე მანძილი 400-ჯერ ნაკლებია, ვიდრე მზემდე, და ამავე დროს მთვარის დიამეტრი 400-ჯერ ნაკლებია მზის დიამეტრზე, ამიტომ მზე და მთვარე ცაზე თითქმის ერთნაირი დიამეტრის ჩანს.

მზის დაბნელება დაკავშირებულია სამი ციური სხეულის — მზის, მთვარისა და დედამიწის — ურთიერთგანლაგებაზე. დედამიწა ბრუნავს მზის ირგვლივ, ხოლო მთვარე გარს უვლის დედამიწას. ისეც ხდება, როცა მზე, მთვარე და დედამიწა აღმოჩნდება ერთ სწორ ხაზზე. თუ მთვარე აღმოჩნდება დედამიწასა და მზეს შუა, მაშინ (რადგან მთვარეც ბნელი სხეულია და იგი, ისევე, როგორც მზის ოქაზში შემავალი ცხრა ცთომილი, სი-

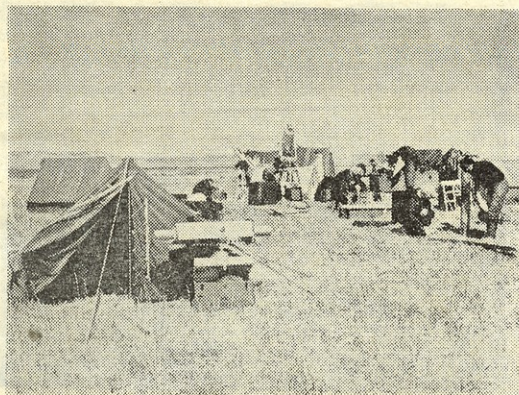
ნათეს მზისაგან დებულობს და ანათებს მზის სხივებს არეკვლის შედეგად) იგი ჩამოედარება მზიდან შემოსულ სხივებს და „დაბნელებს“ მას.

დედამიწიდან მზემდე და მთვარემდე მანძილის ცვალებადობის გამო იცვლება მზისა და მთვარის ხილული დიამეტრები. როცა მანძილი დედამიწიდან მთვარემდე მინიმალურია, ხოლო დედამიწიდან მზემდე — მაქსიმალური, მთვარის დიამეტრი მზის დიამეტრზე დიდი აღმოჩნდება და შეიძლება მთვარემ მთლიანად დაფაროს მზე. ამ დროს მოხდება მზის სრული დაბნელება. როცა მანძილი დედამიწიდან მთვარემდე მაქსიმალურია, დედამიწიდან მზემდე კი — მინიმალური, მთვარის დიამეტრი მზის დიამეტრზე ნაკლები აღმოჩნდება და მოხდება მზის რგოლისებრი დაბნელება. როცა მთვარე ნაწილობრივ ფარავს მზეს, ნაწილობრივი დაბნელება ეწოდება.

მთვარე, როგორც ყველა გაუმჭვირი სხეული, იძლევა ჩრდილს. მზის დაბნელებისას დედამიწაზე გადმოვივლის მთვარის ჩრდილი. მთვარის ჩრდილი ორნაირია: ცენტრალურ ნაწილში სრული ჩრდილია, ხოლო მის გარშემო — ნაწილობრივი. მთვარის სრულ ჩრდილში მყოფნი დაინახვენ მზის სრულ დაბნელებას, ნახევარ-ჩრდილში მყოფნი კი — ნაწილობრივ დაბნელებას. მთვარე ძალიან დიდი სიჩქარით (1 კმ/წმ) უვლის გარს დედამიწას, ამის გამო მთვარის ჩრდილი დედამიწის ზედაპირზე ძალიან სწრაფად მოძრაობს და ვინაიდან ცენტრალური ჩრდილის მაქსიმალური სიგანე დაახლოებით 270 კმ-ია, დაბნელების სრული ფაზის ხანგრძლივობა არ აღემატება 8 წუთს, ნაწილობრივი დაბნელება კი 2—3 საათს გრძელდება.

წლის განმავლობაში შესაძლებელია მოხდეს 2—5 დაბნელება. ისმება კითხვა: რატომ ვხედავთ დაბნელებას ასე იშვიათად? საქმე ისაა, რომ ყველა დაბნელების დაახლოებით ერთი მესამედი სრულია, ერთი მესამე-

ნახ. 3. ტელესკოპების მომზადება დაკვირვებისათვის



დი — რგოლისებრი და ერთი მესამედი — ნაწილობრივი. გარდა აღნიშნულისა, თითოეული დაბნელება დაიკვირვება არა მთელ დედამიწაზე, არამედ მისი ზედაპირის პატარა ნაწილზე. სრული დაბნელების ზოლი ერთსა და იმავე ადგილას 400 წლის მანძილზე საშუალოდ ერთხელ გადის. მოსკოვსა და ლენინგრადში მომავალ 600 წელიწადში მოხდება მხოლოდ ერთი დაბნელება — 2126 წლის 16 ოქტომბერს.

დედამიწის ზედაპირის ზოგიერთ პუნქტში დროის პატარა შუალედში შეიძლება დაიკვირვოს მზის რამდენიმე სრული დაბნელება. მაგალითად, საქართველოში, დაბა გალში, 25 წლის განმავლობაში შეიძლება დაიკვირვოს მზის ორი სრული დაბნელება (1981 წლის 31 ივლისს და 2006 წლის 29 მარტს). მეტად საინტერესოა, რომ ზავილოვის კუნძულზე (ოხოტის ზღვის ჩრდილოეთი ნაწილი) 16 წლის განმავლობაში შეიძლება დაიკვირვოს მზის ოთხი სრული დაბნელება (2408 წლის 22 აგვისტოს, 2415 წლის 10 აპრილს, 2417 წლის 13 აგვისტოს და 2424 წლის 31 მარტს).

მზის სრული დაბნელება დიდი მოვლენაა მეცნიერებაში, რადგან მასზე დაკვირვებები წარმოადგენს მზის შესწავლის უდიდეს საშუალებას. ჩვენი პლანეტური სისტემის ცენტრალური სხეულის — მზის ფიზიკური მოვლენების გამოკვლევას კი დიდი მეცნიერული და პრაქტიკული ინტერესი აქვს.

მზეზე სისტემატური დაკვირვებების შედეგად ასტრონომები შეისწავლიან იმ მოვლენებს, რომლებიც მზის ატმოსფეროს ქვედა ფენებში მიმდინარეობს, მაგრამ მზეზე მიმდინარე ყველა მოვლენა არ შეიძლება შესწავლილ იქნეს ჩვეულებრივ პირობებში. ის ვერცხლისებრი ნათება, რომელიც გარს აკრავს მთვარის შუე ბაღრის მზის სრული დაბნელებისას და რომელსაც გვირგვინი ეწოდება, წარმოადგენს მზის ატმოსფეროს სუსტი საკუ-

თარი ნათების მქონე ყველაზე გარე ნაწილს. ამიტომ ჩვეულებრივ დღეებში მისი დანახვა ცის ნათულ ფონზე შეუძლებელია. მხოლოდ სრული დაბნელების დროს, როდესაც მთვარის გაუმკვირი სხეული ჩამოფარება მზის ბაღრის და ცა დაბნელება, გვირგვინი წარმოგვიდგება მთელი თავისი დიდებული სანახარობით.

ამიტომაც, რომ ასტრონომები მოუთმენლად მოელოან მზის სრულ დაბნელებას და აწყობენ ძვირსა და რთულ სამეცნიერო ექსპედიციებს, ხშირად შორეულ ქვეყნებშიც კი, მოუხედავად იმისა, რომ უამინდობის შემთხვევაში შეიძლება შეუძლებელი გახდეს დაკვირვების ჩატარება.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აბასთუმნის ასტროფიზიკური ობსერვატორია თითქმის დღიდან დაარსებისა სისტემატურად შეისწავლის მზეს. ამ მიზნით ობსერვატორიის მეცნიერმა მუშაკებმა მოიარეს აღმოსავლეთ საქართველო, ყაზახეთის სსრ, კარელიის ავტონომიური სსრ, დონის როსტოვის ოლქი, დასავლეთ ციმბირი, ბრაზილია. მათ 80 ათასზე მეტი კილომეტრი დაფარეს საერთო ხანგრძლივობით 17-წუთიანი დაკვირვებებისათვის, რის შედეგად აღმოაჩინეს და შეისწავლეს მზის გვირგვინის მთელი რიგი ფიზიკური მახასიათებლები.

აბასთუმნის ასტროფიზიკურმა ობსერვატორიამ დღი ხნით ადრე დაიწყო მზადება 1972 წლის 10 ივლისის მზის სრულ დაბნელებაზე დასაკვირვებლად. შეიქმნა სპეციალური სამეცნიერო ექსპედიცია (ნახ. 2).

ობსერვატორიის ოპტიკურ-მექანიკურ სახელოსნოში დამზადდა ორიგინალური კონსტრუქციის სამი ტელესკოპი: ორკამერაიანი ფოტოგრაფიული პოლარიმეტრი, სამმეტრიანი კორონოგრაფი და ფოტოელექტრული პოლარიმეტრი. ექსპედიციის აღჭურვილობა შეივსო აგრეთვე არსებული სპეციალური სპექტროგრაფით.

აბასთუმნის ექსპედიცია მზის დაბნელების დრომდე ორი კვირით ადრე გაემგზავრა ჩუკოტკაზე, ანადირის რაიონში, ე. წ. „რუსკაია კოშკას“ შვერილზე, სადაც ძირითადად დაწესდებოდა იყო საბჭოთა ობსერვატორიებისა და უნივერსიტეტების ექსპედიციები.

„რუსკაია კოშკას“ შვერილზე, ბერიგის ზღვის ნაპირას, შეიქმნა დროებითი ობსერვატორიები, სადაც დღეღამად წარმოებდა მუშაობა. სწრაფად ვდგამდით და ვაწყობდით ინსტრუმენტებს, ვამოწმებდით მზეზე და ვატარებდით საცდელ დაკვირვებებს.

ექსპედიციის მონაწილეები მუშაობდნენ და ცხოვრობდნენ რთულ კლიმატურ პირობებში. დამეს ათე-

ნახ. 4. ბერიგის ზღვის ნაპირი „რუსკაია კოშკას“ მიხედვით



(დასასრული იხილეთ 80-16 გვ.ზე)

აღამიანი-ოპერატორის მდგომარეობის აპრობაციური ანალიზი

ა. კანდლაძე, ნ. გელაიაშვილი

ცნობილია, რომ ფსიქიკის ყოველგვარი გამოვლინება ან მერყეობა გავლენას ახდენს ევგენიკურ ნერვულ სისტემასა და ფიზიოლოგიურ ფუნქციებზე; ეს კი შესაძლებელს ხდის მათი რეგისტრაცია მოხდეს ელექტრონული აპარატურის საშუალებით (ევგენიკური ნერვული სისტემა წარმოადგენს ცენტრალური ნერვული სისტემის ნაწილს და იმყოფება მისი კონტროლის ქვეშ. ის არეგულირებს შინაგანი ორგანოების მოქმედებას და ნივთიერებათა ცვლის პროცესს ორგანიზმში). რადგან არსებობს კავშირი ფსიქიკის მერყეობასა და ფიზიოლოგიურ ფუნქციებს შორის, რომლებიც იზომება სხვადასხვა მარეგისტრირებელი აპარატურით, შესაძლებელი ხდება ადამიანი-ოპერატორის მდგომარეობის განსაზღვრა, როცა ეს უკანასკნელი წარმოადგენს რთული კომპლექსის — „ადამიანი-მანქანის“ ერთ-ერთ რგოლს.

თანამედროვე ტექნიკის უმაღლესი განვითარებამ, მართვის, ნავიგაციისა და გამოცნობის სისტემების გართულებამ გამოიწვია ის, რომ ადამიანის ფსიქოფიზიოლოგიურ შესაძლებლობათა და იმ მოთხოვნათა შორის, რომლებსაც უყენებენ ადამიანს გარემომცველი ტექნიკური მოწყობილობანი, მოხდა არსებული შესაბამისობის აშკარა დარღვევა.

ფაქტები გვიჩვენებს, რომ ოპერატორის მოქმედებაში დარღვევები,

რომლებიც გამოწვეულია ყურადღების გაფანტვით, ემოციური დაძაბულობით, თვლემით ან გადაღვიწხვით, შეიძლება წარმოადგენდეს რთული სისტემების მუშაობის დარღვევის ერთ-ერთ მთავარ მიზეზს. აქ ივლისებება, რომ რთული სისტემების მუშაობას მთლიანად ან ნაწილობრივ მართავს ადამიანი-ოპერატორი. ამიტომ განსაკუთრებული ყურადღება ენიჭება ოპერატორის მდგომარეობის ავტომატურ კონტროლს, რაც სისტემის „ადამიანი-მანქანის“ საიმედოობის გაზრდის პრობლემის გადაჭრას გვპირდება. ეს კი დღეისათვის ერთ-ერთი აქტუალური პრობლემაა...

ადამიანი-ოპერატორის მდგომარეობის ავტომატური ანალიზის იდეის რეალიზება შეიძლება განხორციელდეს შემდეგნაირად:

სპეციალიზებული მანქანის ან ავტომატური მოწყობილობის „მასივობაში“ (მასივობის ბლოკში) შეიძლება მოთავსდეს ე. წ. „სახე-ერთ-ლონი“ — ადამიანის ნორმალური მდგომარეობის ნიშნების ერთობლიობა. ასეთი მანქანა უნდა წარმოადგენდეს სახეთა გამოცნობისათვის აგებულ ტიპურ მანქანას, რომელშიც ხდება ოპერატორის ნერვულ-ფსიქიკური მდგომარეობის სიგნალების ანალიზი. თუ ანალიზის შედეგად აღმოჩნდა, რომ გარდამქმნელობისაგან (რომლებიც უერთდებიან ოპერატორს) მიღებული უწყვეტი

სიგნალები მკვეთრად განსხვავდება ეტალონურისაგან, მანქანა გასცემს ბრძანებას ოპერატორის შეცვლის შესახებ. ასეთ მოწყობილობას შეუძლია აგრეთვე უმწიფელო სიგნალი-ნიშნების მიხედვითაც კი იმსჯელოს ოპერატორის მომავალი მდგომარეობის შესახებ. თუკი ავტომატური ანალიზის შედეგები მიეწოდება თვით ოპერატორს, მივიღებთ თვითონტროლის ტიპურ სურათს. თვითონტროლი კი მთლიან სისტემას გაცილებით საიმედოს გახდის, რასაც შეიძლება მოჰყვეს სისტემა „ადამიანი-მანქანის“ არსებული პრინციპული სქემების გადასინჯვა და გაუმჯობესება. ოპერატორის არასასურველ მდგომარეობათა სიმრავლე შეიძლება დაიყოს ორ ძირითად ჯგუფად. პირველს მიეკუთვნება ისეთი მდგომარეობა, რომელსაც პრაქტიკულად გამოჰყავს ოპერატორი მწყობრიდან (გონების დაკარგვა, ძილი, უკიდურესი გადაღლილობა), მეორეს კი ძლიერი ემოციური დაძაბულობა, ყურადღების გაფანტვა და სხვ.

ამ შემთხვევებში ოპერატორი განაგრძობს მუშაობას, მონაწილეობს მართვის პროცესში, მაგრამ მისი ყველა მოქმედება ნაკლებეფექტურია; მკვეთრად იზრდება იმის საშიშროება, რომ ოპერატორი გამოტოვებს რაიმე მნიშვნელოვან სიგნალს ან, პირიქით, გასცემს ცრუ, არამოტივირებულ ბრძანებას. ეს ჭკუფი მართვის პროცესების ნორმალური ფუნქციონირებისათვის გაცილებით მეტ ინტერესს იწვევს.

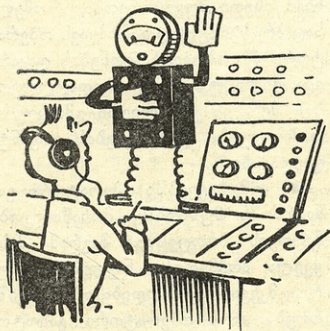
ამასადავმ, საჭიროა მოხდეს ადამიანის ემოციური დაძაბულობისა და ყურადღების ობიექტური დიაგნოსტიკა.

გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ ყოველი სხვის საქმიანობისათვის არსებობს ემოციური დაძაბულობის განსაზღვრული ოპტიმუმი, როდესაც რეაქციები ყველაზე სრულყოფილი და ეფექტურია.

ემოციური ტონუსის დაქვეითება, რაც შეიძლება გამოწვეული იყოს სუბიექტის ინფორმირების სისრუ-

ლით ან სუსტი მოთხოვნებით, იწვევს სიფხიზლის დაკარგვას, თვლემას, შენელებულ რეაქციებსა და მნიშვნელოვანი სიგნალების გამოტოვებას; უჟიღურესი ემოციური დაძაბულობა კი — არასასურველ მოვლენებს: ნაღრვე რეაქციებს, რეაქციებს გარეშე და უმნიშვნელო სიგნალებზე, პრიმიტიულ რეაქციებს და სხვ.

ამიტომ მიზანშეწონილია ოპერატორის ემოციური დაძაბულობის ხარისხის დინამიკური (უწყვეტი) კონტროლი. მხოლოდ ასეთი კონტროლით შევძლებთ ოპერატორის შრომისუნარიანობის დაქვეითების წინასწარმეტყველებას და ავცილებთ მართვის პროცესის შესაძლო დარღვევას.



მეორე მდგომარეობა — „ყურადღება“ განისაზღვრება როგორც ტვინის ამორჩევითი მზადყოფნა — გამოიმუშაოს განსაზღვრული რეაქციები მკაცრად განსაზღვრული სიგნალების მიმართ. ეს მდგომარეობა ხასიათდება იმით, რომ ხდება ყველა იმ არხის უგულვებელყოფა, რომლებითაც ტვინს მიეწოდება უმნიშვნელო სიგნალები. გარდა ამისა, ადგენილი აქვს მგრძნობიარობის მომატება იმ არხით, რომლითაც მოსალოდნელია მნიშვნელოვანი სიგნალის მიღება.

თუ ოპერატორი არ უშვებს შეცდომებს, ე. ი. არ ხდება მნიშვნელოვანი სიგნალების გამოტოვება, თუ

ის რეაგირებს ამ სიგნალებზე სწრაფად და სწორად, შეიძლება ვთქვათ, რომ ადგილი აქვს „ყურადღების“ მაღალ ხარისხს. თუკი მუშაობა ხასიათდება ნელი რეაქციებით, შეცდომებითა და ყურადღების გაფანტვით, რა თქმა უნდა, გვაქვს „ყურადღების“ დაბალი დონე. „ყურადღება“ დამოკიდებულია სიგნალების მნიშვნელობაზე, მათ „ფასზე“. ამავე პარამეტრებზეა დამოკიდებული ემოციებიც, რაც ძალიან აახლოებს ამ ორ მდგომარეობას და ხშირად ძნელია მათ შორის ზღვარის გაგება.

ემოცია მით უფრო ძლიერია, რაც უფრო ნაკლებად იცის ადამიანმა, თუ როგორ დაეკავიფილოს არსებული მოთხოვნილება (რაიმეს მიმართ). „ყურადღება“ კი მით უფრო კონცენტრირებულია, რაც უფრო მეტი იცის ოპერატორმა იმის შესახებ, თუ სად, როდის და როგორი სიგნალი უნდა იქნეს მიღებული და როგორ უნდა ირეაგიროს ამ სიგნალზე. ეს არის სხვაობა ამ ორ მდგომარეობას შორის.

ადამიანი-ოპერატორის იდეალური მდგომარეობაა, როდესაც „ყურადღება“ შერწყმულია ემოციური აღგზნების განსაზღვრულ დონესთან. „ემოციური დაძაბულობის“ და „ყურადღების“ ხარისხზე შეიძლება ვიმსჯელოთ თვით ოპერატორის მოქმედებებზე დაკვირვებით. მაგრამ ასეთ დაკვირვებას არა აქვს არავითარი აზრი, რადგან იგი დიდ დანაკარგებთან არის დაკავშირებული.

ამიტომ განსაკუთრებული ყურადღება ენიჭება ისეთ მეთოდებს, რომლებიც საშუალებას გვაძლევს გამოვიყენოთ ოპერატორის ფიზიოლოგიური ფუნქციების ანალიზი; ასეთი ანალიზი გამოირჩევა ობიექტურობით და ხელს არ უშლის ოპერატორს მუშაობაში.

ადამიანი-ოპერატორის მდგომარეობის შესახებ არსებული ინფორმაციის ყველა წყაროდან რეალურად ხელმისაწვდომია შემდეგი ბიოელექტრული პროცესები: ელექტროენცეფალოგრამა, ელექტროკარდიოგრამა

და ელექტრომიოგრამა; აგრეთვე სუნთქვის, წნევის, სხეულის ტემპერატურის და სხვა არაელექტრული ხასიათის პროცესები.

ელექტროენცეფალოგრამა (ემეგ) წარმოადგენს თავის ტვინის ბიოელექტრული პოტენციალების გრაფიკულ რეგისტრაციას. ეს პოტენციალები წარმოიქმნება ნერვულ უჯრედებში მათი მოქმედების დროს და გამოწვეულია იმით, რომ ქსოვილის აღგზნებული ნაწილი ელექტრულად უარყოფითია არააღგზნებული ნაწილის მიმართ. ელექტროენცეფალოგრამა თავის ტვინის მოქმედების გამოკვლევის მეთოდს წარმოადგენს; ხელსაწყოს კი, რომლის საშუალებითაც ხდება რეგისტრაცია, ელექტროენცეფალოგრაფი ეწოდება. ელექტროენცეფალოგრამას უმთავრესად იღებენ ადამიანის თავის ქალის კანზე მოთავსებული ელექტროდების საშუალებით. ელექტროკარდიოგრამა წარმოადგენს გულში მიმდინარე ელექტრული მოვლენების გრაფიკულ გამოსახულებას, ელექტრომიოგრამა კი — კუნთებში არსებული ბიოელექტრული პოტენციალების გრაფიკულ რეგისტრაციას.

ზემოხსენებულ სიგნალოთა ორი ძირითადი ჯგუფიდან უფრო პრაქტიკული და მოსახერხებელია ელექტრული სიგნალები, თუმცა ხშირია შემთხვევები, როდესაც არაელექტრული სიგნალები შეიცავს ამა თუ იმ ცდისათვის გაცილებით მეტ ინფორმაციას. ოპერატორის ემოციუ-



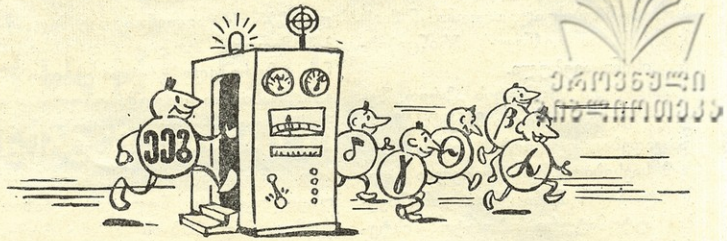
რი დაძაბულობის ან ყურადღების ხარისხის შესაშინებლად ჩატარებულმა მრავალმა ექსპერიმენტმა გვიჩვენა, რომ ბიოელექტრული სიგნალებიდან ყველაზე ინფორმაციულია მძპ.

შემთხვევითი არაა, რომ სწორედ მძპ-ულ გამოკვლევებში ხედავდა ცნობილი გერმანელი ფსიქიატრი, ელექტროენცეფალოგრაფიის ფუძემდებელი ჰანს ბერგერი ფსიქიკური მოვლენების გააზრების ერთ-ერთ საშუალებას.

მართალია, სამეცნიერო წრეებში არსებობს საწინააღმდეგო შეხედულებანი მძპ-სა და ფსიქოლოგიურ მოვლენებს შორის დამოკიდებულებაზე, მაგრამ ეს უთანხმოებანი ნაწილობრივ შეიძლება დაუკავშირეთ მძპ-ის რეგისტრაციისა და შეფასების სხვადასხვა მეთოდის თავისებურებას და მათ შორის განსხვავებას, ნაწილობრივ კი — ფსიქოლოგიური მოვლენების განსაზღვრისა და შეფასების სხვადასხვა მეთოდის შორის არსებულ განსხვავებას.

მკვლევართა უმეტესობა ჯერ კიდევ ეყრდნობა მძპ-ის ვიზუალურ და არა ავტომატურ ანალიზს.

დღეს უკვე არსებობს მძპ-ის ანალიზის არა მარტო ზუსტი მეთოდის გამოყენების მკვეთრი აუქციუმობა, არამედ ამის ტექნიკური შესაძლებლობაც. ასეთ შესაძლებლობათა შორის, პირველ რიგში, უნდა დავასახელოთ სპეციალური ავტომატური გამოთვლითი მანქანის გამოყენების შესაძლებლობა. ასეთი მანქა-



ნა იმუშავებდა წინასწარ შედგენილი ალგორითმის მიხედვით და მოახდენდა მძპ-ის მეორად დამუშავებას.

ადამიანის მძპ შედგება პოტენციალთა სხვადასხვა სიხშირის რხევებისაგან. ყველა ეს რხევა ერთად ქმნის ბიოელექტრული აქტივობის მთლიან რთულ სურათს.

ჯანმრთელი მოზრდილი ადამიანის მძპ-ში გამოიყოფენ შემდეგი სიხშირის რითმებს: 1,5—4 ჰერცი — δ -რიტმი; 4—7 ჰერცი — θ -რიტმი; 8—13 ჰერცი — α -რიტმი; 14—30 ჰერცი — β -რიტმი და 30—70 ჰერცი — γ -რიტმი.

მძპ-ის სხვადასხვა რითმი, ფიქრობენ, გამოწვეულია იმით, რომ ტვინის სხვადასხვა სტრუქტურა წარმოადგენს თავისებურ ზოლოვან ფილტრებს მათში შემავალი იმპულსებისათვის. რითმებს შორის განსაკუთრებული ადგილი უჭირავს α -რიტმს. იგი დამახასიათებელია მოზრდილი ჯანმრთელი ადამიანის მძპ-ისათვის, როცა ეს უკანასკნელი რეგისტრირებულია სიფხიზლის (და არა ძილის) დროს.

უმთავრესად იკვლევენ α -რიტმის ამპლიტუდის ცვალებადობას. შემჩნეულია, რომ გონებრივი მუშაობის დროს α -რიტმის ამპლიტუდა და სიხშირე მცირდება.

საბჭოთა მეცნიერების დ. გრინბერგისა და ა. ზუბოვის ცდებში გონებრივი მუშაობის დროს შეიმჩნეოდა აგრეთვე β და γ -რიტმების ამპლიტუდების და სიხშირეთა ზრდა.

ავტომატიზაციის სქემის ამორჩევისას უდიდესი მნიშვნელობა ენიჭება მონაცემთა დამუშავების ალგო-

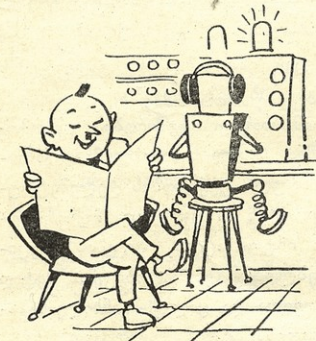
რიტმს (მოქმედებათა თანმიმდევრობას, პროგრამას).

პირველ რიგში საჭიროა, რომ მძპ წარმოდგენილ იქნეს ციფრთა სერიების სახით. მხოლოდ ამის შემდეგაა შესაძლებელი მისი ანალიზი გამოთვლითი მანქანების მიერ ამა თუ იმ ალგორითმის საშუალებით.

საბჭოთა მეცნიერების ვ. პარინისა და რ. ბაევცის მიერ დამუშავებულია მძპ-ის ფიზიოლოგიური პარამეტრების კოდირების ეფექტური ხერხი. იგი რეალურად მოქმედი მაქცის სახით. კოდირების პრინციპი მდგომარეობს პროცესის ამპლიტუდური და სიხშირული მახასიათებლების განსაზღვრაში და ამ მახასიათებლების შესაბამისი სიგნალების ფორმირებაში. მძპ-ის კოდირების პროგრამა ითვალისწინებდა α , β , γ და δ — სიხშირეების (რიტმების) ინტეგრალური მნიშვნელობების განსაზღვრას.

საერთოდ, პროგრამებისა და ანალიზის ალგორითმების დამუშავება სამედიცინო ინფორმაციისათვის წარმოადგენს მეტად რთულ და სერიოზულ პრობლემას, რადგან აქ ადგილი აქვს კლინიკურ-ფიზიოლოგიურ, ბიოლოგიურ-კიბერნეტიკულ და მათემატიკურ-სტატისტიკური ასპექტების მჭიდრო ურთიერთდამოკიდებულებას.

საზღვარგარეთის პრესაში გამოქვეყნდა პუბლიკაციები სამედიცინო მიზნებისათვის განკუთვნილ საბორტო მინიატურული ლოკური მოწყობილობების შექმნის შესახებ. მაგრამ მათში არ არის მოცემული კონკრეტული ცნობები იმის შესახებ, თუ როგორ ხდება ამ სისტემებ-



ში ინფორმაციის შეყვანა, როგორია მათი მუშაობის ალგორითმი ან მოქმედების რა ტექნიკურ პრინციპებზეა ისინი აგებული.

ზოგიერთი მეცნიერის აზრით, შეუძლებელია საბორტო მანქანის მიერ დაავადების დიაგნოზის დასმა, მაგრამ საესებით შესაძლებელია ფიზიოლოგიურ მონაცემთა დამუშავების ავტომატური საბორტო სისტემის მიერ ოპერატორის მდგომარეობის დადგენა და დაკვირვების ცენტრში ან თვით ოპერატორისთვის დროული ინფორმაციის მიწოდება.

მონაცემთა ავტომატური შეფასების სისტემებს (რომლებიც მოთავსებულია უშუალოდ შესასწავლ ობიექტთან) განსაკუთრებული მნიშვნელობა ენიჭება კოსმოსურ ფრენასთან დაკავშირებულ ექსპერიმენტებში. კოსმოსური ექსპერიმენტების დროს უმოთვარესად იყენებენ ელექტრონეცეფალოგრაფიულ სისტემებს, რომელთა სიხშირული არხი რამდენადმე შეზღუდულია (იკვლევენ ცალკე α , β ან δ -რიტმებს).

საერთოდ კი, ელექტრონეცეფალოგრაფიაში არსებული მეთოდებიდან უმოთვარესია მემ-ის „მომვლელის“ ჩაწერა და ბიოპოტენციალების შეგამება. მოცემული დროის განმავლობაში ყველა ამპლიტუდის საშუალო არითმეტიკულის განსაზღვრა; ე. წ. ასიმეტრიის კოეფიციენტის განსაზღვრა; ავტოკორელაციური ანალიზი და სხვ.

ყველაზე ფართოდ გავრცელებულია მემ-ის რაოდენობრივი შეფასების მეთოდი, რომელიც თავის ტვინის ქაშური ელექტრული აქტივობის გაზომვასთანაა დაკავშირებული. ქაშური ელექტრული აქტივობის სიდიდე განისაზღვრება იმ ფართობით, რომელიც შემოსაზღვრულია ოსცილოგრაფის ნულოვანი ხაზით ქვემოთ და მემ-ის ან მისი რომელიმე რითმის გამართული ძაბვით ზემოდან რაღაც დროის განმავლობაში.

პრაქტიკულად შეიძლება ჩანაწერების მხოლოდ მოკლე მონაკვეთების გაზომვა შედარებით ნაკლები სიზუსტით. სწორედ ასეთ გაზომვათა ავტომატიზაციისთვისაა განკუთვნილი ე. წ. ინტეგრატორები. ინტეგრატორები საშუალებას იძლევა დროის გარკვეულ მონაკვეთში გაიზომოს დისკრეტული პროცესი.

მართალია, ამით იკარგება საშუალება — ფვალყური ვადვენთ ბიოპოტენციალების ცვლილებების დინამიკას, მაგრამ ბევრ შემთხვევაში ეს არც არის საჭირო.

ინტეგრატორებისა და სიხშირის ანალიზატორების (ფილტრების) საშუალებით სავსებით შესაძლებელია ბიოპოტენციალების სპექტრული სიმკვრივის განსაზღვრა. ინტეგრატორებისა და სიხშირის ანალიზატორების კრებულის კომბინაცია წარმოადგენს მემ-ისათვის გან-

კუთვნილ ავტომატურ ანალიზატორს.

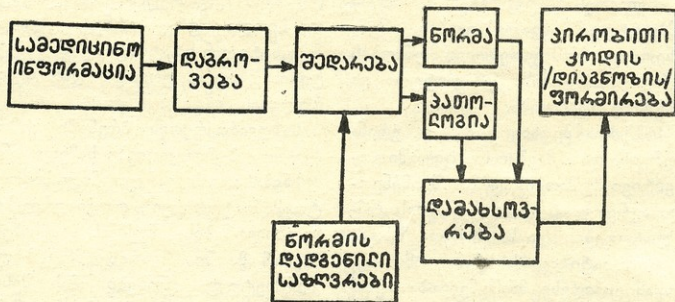
ზოგი ავტორის აზრით, ინტეგრირების შედეგად მიღებული „სიდიდეები ელექტრონის რაოდენობისაა, მაშასადამე, ტვინის მიერ პროდუცირებული ენერგიის ზომასაც წარმოადგენს; მაგრამ ეს აზრი სწორი არ არის, რადგან მხოლოდ ელექტრული ძაბვების განსაზღვრა არ იძლევა წყაროს (ტვინის) მიერ გამო-მუშავებული ენერგიის შეფასების შესაძლებლობის საშუალებას.

ოპერატორის მდგომარეობის ავტომატური ანალიზატორი უნდა მუშაობდეს შემდეგი ალგორითმით: პირველ რიგში, მოცემული დროის განმავლობაში უნდა გაიზომოს საკონტროლო პარამეტრები; შემდეგ საჭიროა მიღებული მნიშვნელობები ს და ნორმის წინასწარდადგენილი მნიშვნელობების შედარება; ბოლოს, უნდა მოხდეს პირობითი კოდის, ანუ „დიაგნოზის“, ფორმირება-გამომუშავება.

ამ ალგორითმის შესაბამის ოპერაციათა მიმდევრობა, რომლის მიხედვითაც მუშაობს ავტომატური ლოგიკური ანალიზატორი, ნაჩვენებია ბლოკ-სქემაზე.

თუ ოპერატორი კოსმონავტი, ამოცანა ბევრად უფრო რთულდება, ვიდრე ჩვეულებრივ, „მიწიერ“ პირობებში. კოსმოსური ფრენის ხანგრძლივობისა და სიშორის ზრდა იწვევს ინფორმაციის გადმოცემის საგრძნობ შეზღუდვებს.

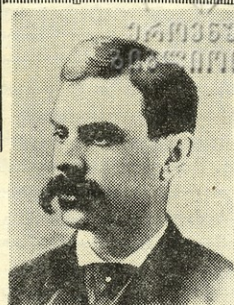
ამასთან დაკავშირებით წარმოიქმნა ახალი პრობლემა — განსაზღვრული ტევადობის ტელემეტრული არხის საშუალებით მაქსიმალური ინფორმაციის მიღების აუცილებლობა. ეს პრობლემა მეტად რთულია და ცალკე განხილვას საჭიროებს.



ჰოლის ეფექტი

და მისი გამოყენება ტექნიკაში

ინჟინერი ი. პინკოვი



ამერიკელმა ფიზიკოსმა ედვინ ჰოლმა ქ. ბალტიმორის (აშშ) უნივერსიტეტთან არსებულ ლაბორატორიაში ცდების ჩატარებისას 1879 წელს აღმოაჩინა საინტერესო მოვლენა, რომელსაც მის პატივსაცემად ჰოლის ეფექტი ეწოდა.

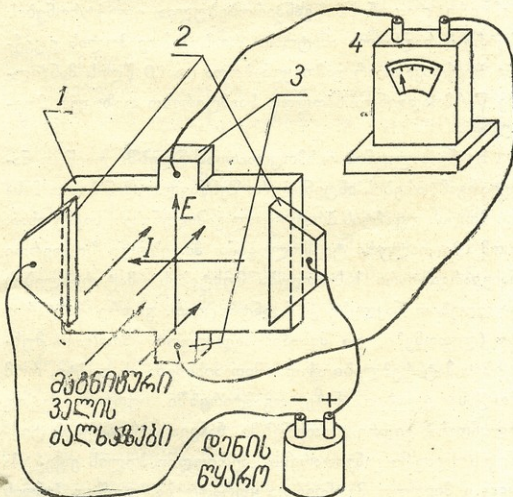
ჰოლის ცდა შემდეგში მდგომარეობდა: ჯვრის ფორმის ძალზე თხელი სიმეტრიული ლითონის ფირფიტის (ნახ. 1, 1) ორ მოპირდაპირე მხარეს მაგრდებოდა მომჭერები (2), რომელთა საშუალებით ფირფიტა უერთდებოდა მუდმივი დენის გარე წყაროს, ფირფიტის განივი შვერილები (3) კი — ვრძნობიერ გალვანომეტრს (4) — ხელსაწყოს, რომელსაც უნარი აქვს შეიგრძნოს უმცირესი ელექტრომაგნიტური ძალა (მმძ). ფირფიტის სიმეტრიულობის გამო დენის გატარებისას გალვანომეტრი არ იძლეოდა ჩვენებას, რადგან შვერილები ერთნაირი პოტენციალის ქვეშ იმყოფებოდა. შემდეგ ამ ფირფიტას ათავსებდნენ მუდმივ მაგნიტურ ველში ისე, რომ მისი ზედაპირი მაგნიტური ძალხაზებისადმი მართობო ყოფილიყო. მაგნიტური ველის ზემოქმედება ფირფიტაზე იწვევდა გალვანომეტრის ისრის გადახრას, ე. ი. მაგნიტური ველის გავლენით ფირფიტის შვერილებს შორის გაჩნდა პოტენციალთა სხვაობა (E), რომელიც (I) დენის გავლის მიმართულების მართობულად მოქმედებს.

მაგნიტური ველის გავლენით მმძ-ის წარმოქმნის ამ მოვლენას ეწოდება ჰოლის ეფექტი, პოტენციალთა სხვაობას — ჰოლის მმძ, ხოლო აღნიშნულ ოთხელექტროდიან ფირფიტას — ჰოლის გადამწოდი.

ეს მოვლენა პირველად ახსნა ფიზიკოსმა გ. ლორენტცმა 1884 წელს. მისი წარმოდგენით, ჰოლის ეფექტი წარმოიქმნება მაგნიტურ ველში მოძრავე ელექტრულ მუხტზე მექანიკური ძალის ზემოქმედებით, რის შედეგადაც ფირფიტის გრძივ გვერდებზე (დენის გავლის გასწვრივ) გროვდება სხვადასხვანაირი ელექტრული მუხტები. დაგროვილი მუხტები თავის გარშემო აღძრავს

ელექტროსტატიკურ ველს. ამ ველისა და მოძრავე მუხტის ურთიერთქმედებით წარმოიქმნება მეორე ძალა, რომელიც მოქმედებს პირველი (ე. ი. მუხტისა და მაგნიტური ველის ურთიერთქმედების) ძალის საპირისპირო მიმართულებით. მუხტების დაგროვება ფირფიტის გვერდებზე მანამდე ხდება, სანამ მეორე ძალა არ გაუთანაბრდება პირველს. დაგროვილი მუხტები განაპირობებს ჰოლის მმძ-ის სიდიდეს. ეს ახსნა, რომელიც ჩატარებულია ელექტრონების აღმოჩენამდე, იძლევა ჰოლის ეფექტის მხოლოდ ზოგად სურათს. მისი სრული განმარტება შესაძლებელი გახდა კვანტური თეორიით.

წარმოქმნილი მმძ-ის სიდიდის განსასაზღვრად ჰოლმა ექსპერიმენტების საფუძველზე გამოიყენა ფორმულა, რომელიც გვიჩვენებს, რომ ჰოლის მმძ მაგნიტური

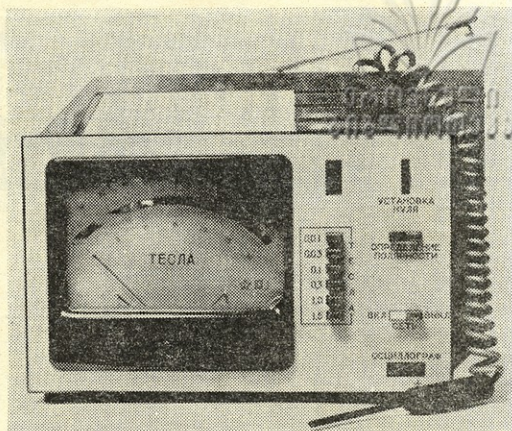


ნახ. 1

ინდუქციისა (სიდიდე, რომელიც ახასიათებს მაგნიტური ველის ინტენსივობას, ე. ი. მაგნიტური ძალხაზების სიმკვრივეს) და ფირფიტაში გამავალი დენის პირდაპირპროპორციულია, ხოლო ფირფიტის სისქის — უკუპროპორციული. აშკარაა, რომ ჰოლის მმ-ის გასაზრდელად საჭიროა დავამზადოთ რაც შეიძლება თხელი ფირფიტა, გავზარდოთ დენი ფირფიტაში და აგრეთვე მაგნიტური ველის ინდუქცია, რომელიც მოქმედებს ჰოლის გადაწვრდზე. მაგრამ ამ სიდიდეების ცვლილება დასაშვებია მხოლოდ გარკვეულ ფარგლებში. თუ ჰოლის გადაწვრდში დენს ძალზე გავადიდებთ, გადაწვრილი გადახურდება და დაიწვება; არც დიდი მაგნიტური ინდუქცია და ფირფიტის მცირე სისქეა ადვილად მისაღწევია. მიუხედავად ამ პირობების გათვალისწინებისა, ლითონისაგან დამზადებულ ჰოლის გადაწვრდში იმდენად მცირე სიდიდის მმ წარმოიქმნება, რომ მისი ტექნიკური გამოყენება პრაქტიკულად თითქმის შეუძლებელია.

უნდა აღინიშნოს, რომ ლითონი არ წარმოადგენს საუკეთესო ნივთიერებას ჰოლის ეფექტის გამოსავლინებლად. ჰოლის მმ-ს დამოკიდებულია მუხტების მატარებლების ელექტრონების ძვრადობაზე (ელექტრონის სიჩქარის ფარდობა ელექტრული ველის დაძაბულობასთან); ლითონში კი მუხტების მატარებლების ძვრადობა მაღალი არ არის. ეს იმით აიხსნება, რომ სხვა ამგვარ პირობებში ელექტრონების ძვრადობა მით უფრო მცირე იქნება, რაც უფრო მეტია ელექტრონების კონცენტრაცია (ე. ი. თავისუფალი ელექტრონების რაოდენობა ნივთიერების მოცულობის ერთეულში). ლითონებში თავისუფალი ელექტრონების კონცენტრაცია განსაკუთრებით მაღალია, ხოლო მათი ძვრადობა — შესაბამისად მცირე. აქედან აშკარაა, რომ ჰოლის მმ-ის სიმცირე ლითონებში განპირობებულია ელექტრონების მცირე ძვრადობით. ამიტომ, რომ აქამდე ჰოლის ეფექტი პრაქტიკაში არ გამოიყენებოდა და 70 წლის მანძილზე წარმოადგენდა მხოლოდ საინტერესო ფიზიკურ მოვლენას.

ჩვენი საუკუნის ორმოცდაათიან წლებში დაიწყო ნახევარგამტარების ინტენსიური შესწავლა. ამან ბიძგი მისცა ჰოლის ეფექტის პრაქტიკულ გამოყენებას. საქმე ისაა, რომ სპეციალური ტექნოლოგიით მიღებული ზოგადი ნახევარგამტარი ხასიათდება მუხტების მატარებლების გაცილებით ნაკლები კონცენტრაციით, ვიდრე გამტარები (ლითონები) და შესაბამისად უფრო მოძრავი მუხტების მატარებლები აქვთ. ამით აიხსნება ის ფაქტი, რომ ჰოლის ეფექტი ნახევარგამტარებში უფრო მეტად ვლინდება, ვიდრე ლითონებში. ნახევარგამტარების ტექნიკის ძლიერი განვითარების პერიოდში ჰოლის ეფექტმა კვლავ მიიპყრო მეცნიერთა ყურადღება. დაიწყო ჰოლის გადაწვრდების დამზადებასთან დაკავშირებული საკი-



ნახ. 2

თხების ინტენსიური შემუშავება. ფირფიტის დასამზადებლად უმთავრესად იყენებენ გერმანიუმს, ინდიუმის არსენიდს ან ინდიუმის არსენიდ-ფოსფიდს და სხვ. ნახევარგამტარის კრისტალისაგან გამოჭრილი გადაწვრდის ფირფიტის (რომლის სისქეა 0,1—0,2 მმ, სიგრძე და სიგანე რამდენიმე, ვთქვათ, 1×2 მმ) მოპირდაპირე წახნაგებზე მიმაგრებულია ელექტროდების ორი წყვილი: ერთი — დენის მისაცემად (მოპირდაპირე ვერო წახნაგების მიუღ სივანზე), მეორე — ჰოლის მმ-ის მოსახსენებლად (ორი სხვა წახნაგის შუაში).

ნახევარგამტარებისაგან დამზადებულ ჰოლის გადაწვრდებში მაგნიტური ინდუქციის ზემოქმედებით წარმოიქმნება რამდენიმე ათეული მე ჰოლის მმ-ს. ასეთი სიდიდის მმ-ს საკმარისია ტექნიკურ მოწყობილობებში გამოსაყენებლად.

უნდა აღინიშნოს, რომ ჰოლის ეფექტის გამოყენებისას თავს იჩენს ხელშემშლელი მოვლენებიც, მაგალითად: პარაზიტული სიგნალი, რომელიც წარმოიქმნება მაგნიტური ველის გარეშე; ჰოლის მმ-ის ტემპერატურასთან დამოკიდებულება; ჰოლის მმ-ის ინდუქციასთან არაწრფივი დამოკიდებულება და სხვ. შემუშავებულია და პრაქტიკაში წარმატებით იყენებენ სხვადასხვა საშუალებებს ამ არასასურველი მოვლენების ნეიტრალიზაციისათვის.

ზემოხსენებული დამოკიდებულებების (რომელიც არსებობს, ერთი მხრივ, ჰოლის მმ-სა და, მეორე მხრივ, გადაწვრდში გამავალ დენსა და მაგნიტურ ინდუქციას შორის) საფუძველზე შესაძლებელი ხდება უნიკალური თვისებების მქონე სხვადასხვაგვარი ტექნიკური მოწყობილობისა და ხელსაწყოების შექმნა. თუ ჰოლის გადა-

მწოდის მოვათესვით მაგნიტურ ველში და მასში გავატარებთ უცვლელი სიდიდის მუდმივ დენს, ჰოლის მძამაგნიტური ინდუქციის სიდიდის პირდაპირპროპორციული იქნება. ამ პრინციპზეა შექმნილი მუდმივ და ცვალებად მაგნიტურ ველთა ინდუქციის ძალზე მარტივი საზომები, ე. წ. ტესლამეტრები. მე-2 ნახ-ზე ნაჩვენებია ტესლამეტრი, რომელიც შეიმუშავეს საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მართვის სისტემების ინსტიტუტში. ტესლამეტრს შეუძლია ჰაერის პატარა ღრეჩოში გაზომვის როგორც მუდმივი, ისე ცვლადი (პერიოდული) მაგნიტური ველების ინდუქცია 0,0001-დან 1,5 ტესლამდე.

ჰოლის გადამწოდის საშუალებით ელექტრულ წრედში უშუალოდ ჩარევის გარეშე შეიძლება გაიზომოს მნიშვნელოვანი სიდიდის (რამდენიმე ასეული კილოამპერი) მუდმივი დენი. დენის გაზომვის ასეთ მარტივ საშუალებას არც ერთი ცნობილი მეთოდი არ იძლევა. ამ შემთხვევაში დენის საღრის გარშემო დაიდგმება მაგნიტური უღელი, რომლის ჰაერის ღრეჩოში თავსდება ჰოლის გადამწოდი. გადამწოდი ზომავს მაგნიტურ ინდუქციას, რომელიც ამ დენის პირდაპირპროპორციულია, ე. ი. დენის საზომად მიიღობ ინდუქცია, რომლის გაზომვა ჰოლის გადამწოდის საშუალებით დიდ სიძნელეს არ წარმოადგენს.

განვიხილოთ მოწყობილობა, რომელიც შედგება ჰაერის ღრეჩოიანი ელექტრომაგნიტისაგან და ამ ღრეჩოში მოთავსებული ჰოლის გადამწოდისაგან. ინდუქცია ღრეჩოში პირდაპირპროპორციულია აგზნების დენისა, რომელიც გადის ელექტრომაგნიტის გრაგნილში. ამრიგად, ჰოლის მძამ როგორც გრაგნილში, ისე გადამწოდში გამავალი დენების, ე. ი. ამ დენების ნამრავლის, პირდაპირპროპორციული იქნება. ეს კი იმას ნიშნავს, რომ ჰოლის გადამწოდისა და ელექტრომაგნიტის შესამება წარმოადგენს მამრავლებელ მოწყობილობას (რომელიც ასრულებს დენის სახით მოცემული ორი სიდიდის გამრავლების მათემატიკურ ოპერაციას), ხოლო მიღებული ნამრავლი — მძმ-ს.

თუ ჰოლის გადამწოდს მიმდევრობით შევავრთებთ ელექტრომაგნიტის აგზნების გრაგნილთან და მათში დენს გავატარებთ, ჰოლის მძამ ამ დენის კვადრატის პირდაპირპროპორციული იქნება. ამრიგად, შეიძლება მივიღოთ მოწყობილობა, რომელიც შესრულებს დენის სახით მოცემული სიდიდის კვადრატში აყვანის მათემატიკურ ოპერაციას, ე. ი. კვადრატორი. მამრავლებელი მოწყობილობა ჰოლის ეფექტის საფუძველზე შეიძლება გამოყენებულ იქნეს ელექტრული წრედის სიმძლავრის (რომელიც წარმოადგენს დენისა და ძაბვის ნამრავლს) გასაზომად. ამ შემთხვევაში აუცილებელია ურთიერთპროპორციული იყოს, ერთი მხრივ, ძაბვა და

დენი, მეორე მხრივ, გადამწოდისა და ელექტრომაგნიტის აგზნების დენები. თანამედროვე ელექტრონების გამოყენებით შესაძლებელია ჰოლის მძმ-ის გაძლიერების შემდეგ იგი გარდასახოთ იმპულსებად, რომელთა სიხშირე ამ მძმ-ის, ე. ი. გაზომილი სიმძლავრის მნიშვნელობის, პირდაპირპროპორციული იქნება. ამ იმპულსების რიცხვითა შევამებით შეიძლება მივიღოთ ინტეგრალური დახარჯული ელექტროენერგიის რაოდენობის შესახებ. ასეთი ელექტროენერგიის მრიცხველს არა აქვს მოძრავი ნაწილები და იგი გამოირჩევა მაღალი საიმედოობით.

თუ მოვათესვით ჰოლის გადამწოდს არავრთვაროვან მაგნიტურ ველში, რომელსაც ჰაერის ღრეჩოს გასწვრივ აქვს ინდუქციის მნიშვნელობათა დიდი ვარდნა მცირე სიგრძეზე, მაშინ ასეთი მოწყობილობა შეიძლება გამოყენებულ იქნეს როგორც ძალიან გრძნობიერი გადამწოდი. ასეთი მოწყობილობით გაიზომება გადაადგილება, რომელიც 0,001 მმ-ის ტოლია. ჰოლის ეფექტით შეიძლება აგრეთვე ელექტრული სიგნალების სპექტრის ანალიზი, მაგნიტური ჩანაწერების ათვლა, ელექტრული სიგნალების დამასხვრება, ფერომაგნიტური მახასიათებლების აღება, ორი ელექტრული სიდიდის შეფარდების მიღება, ფესვის ამოღება, ფაზების სხვაობის გაზომვა, სხვადასხვა სახის სარგეო დაცვის მოწყობილობათა შექმნა, მუდმივი დენის უკოლექტროო ძრავის აგება და ა. შ.

ჰოლის გადამწოდთა გამოყენების სხვადასხვა საკითხი ინტენსიურად შეისწავლება როგორც სამამულო, ისე უცხოეთის კვლევით დაწესებულებებში.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მართვის სისტემების ინსტიტუტმა წარმადებით გადაჭრა ჰოლის ეფექტის თანამედროვე საინჟინრო პრაქტიკაში დანერგვის საკითხები. ხსენებული ტესლამეტრის გარდა, ჰოლის ეფექტზე დაყრდნობით მრავალი მოწყობილობა და ხელსაწყო (მუდმივი დენის ენერგიის მრიცხველი, დაბალი სიხშირის სინუსოიდური ძაბვის გენერატორი, ინფრადიდალი სიხშირის სიგნალთა სპექტრის ანალიზატორი და სხვ.) შემუშავდა. ამ საკითხის გარშემო როგორც ჩვენში, ისე საზღვარგარეთ გამოქვეყნებულია მრავალი ნაშრომი და გამოგონებებზე მიღებულია რამდენიმე საავტორო მოწმობა.

ჰოლის ზემოხსენებული ეფექტის საფუძველზე აგებული სხვადასხვა მოწყობილობა, რა თქმა უნდა, არ ამოწურავს ამ ეფექტის ტექნიკური გამოყენების შესაძლებლობებს. როგორც ჩვენში, ასევე საზღვარგარეთ სისტემატურად ქვეყნდება ცნობები ამ მოვლენის ახალი ეფექტური გამოყენების შესახებ.

Würdigung der wissenschaftlichen Arbeit
von Prof. Dr. A. Tech. Wiss. A. R. Dvali



Der 50. Jahrestag der Arbeit von Prof. Dr. A. Tech. Wiss. A. R. Dvali wird in der Fachzeitschrift "KFT" gewürdigt. Der Autor ist ein hervorragender Wissenschaftler und Ingenieur, der sich der Entwicklung und Verbesserung von Kraftfahrzeugen gewidmet hat. Seine Arbeiten haben zu bedeutenden Fortschritten in der Technik geführt.

Wichtigste Aufgaben der Kraftfahrzeuge beim Fahren auf Gelände
K. M. Pashchinskaya

Besonderheiten der Berechnung des Drosselbetriebs im Vergasermotor
V. V. Mochaldiani

Soetsomija akademii nauk gruzinskiy
XIII-3, 1966, Maschinentechnik, S. 65
Referiert von Dipl.-Ing. Wiss. Oberassistent am Lehrstuhl für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrzeuge der TU Dresden

der Luftdichte zur Sicherstellung der Normalleistung in unterschiedlichen Höhen zweckmäßig ist, die jeweils erforderliche Luftdichte experimentell zu bestimmen.

Untersuchung des Automobil-Vergasermotors SIL 130 mit Abgas-Turbolader unter realen Höhenbedingungen
K. S. Gigaure / B. A. Darbaidse; D. G. Mtschedlishvili; S. H. Purzeladse
Mechanische Maschinen, Teil 1, S. 73, Verlag M.

Lenkkinematik eines Fahrzeugs
R. R. Dvali und N. J. Aleksisvili
Mitteilungen der Akademie der Wissenschaften der Gruzinschen SSR, XLIV Nr. 3, 1966, S. 693
Referiert von Dr.-Ing. P. Zeranski, Wiss. Assistent am Lehrstuhl für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrzeuge der TU Dresden

Die Untersuchungen der Verfasser beziehen sich auf die einfache Lenktrapez mit einer ungetriebenen Achse, die über zwei Spurstangenhebel an den Lenktrapez angelenkt ist. Die Lenktrapez wird über zwei Spurstangenhebel an den Lenktrapez angelenkt ist.

Es war notwendig, spezielle Führungen zu entwickeln und herzustellen. Für die Fertigung der Turbinenräder des Turboladers wurde ein nickelfreier Stahl verwendet, der bei Temperaturen bis 800 °C einsetztauglich ist. Das Schmierungssystem des Turboladers ist an das System der Motorschmierung angeschlossen. Die Untersuchung und Erprobung des Abgas-turboladers erfolgte an vier unterschiedlich hoch über dem Meeresspiegel gelegenen Orten. Zur Ermittlung des notwendigen Luftdruckes wurde die Einleitung des notwendigen Luftdruckes durch verschiedene Messungen festgestellt.

Untersuchung der Luftdämpfung in pneumatischen Feder-elementen für Automobildraufhängungen
G. O. Oschchede
Mechanika mashin, Verlag Mezniereba, 1969
Referiert von Dr.-Ing. H. Dietrich, Assistent am Lehrstuhl für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrzeuge der TU Dresden

Es ist bekannt, daß sich bei konstanter Geschwindigkeit v in Abhängigkeit von der Verringerung der Federhärte k vergrößert.

ქართულ და გერმანულ მანქანათმშენებელთა შეჯამებულ თანამშრომლობა

ბ. რაზმაძე
ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატი

მეცნიერებისა და ტექნიკის განვითარების თანამედროვე ეტაპისათვის დამახასიათებელია სამეცნიერო ცენტრების, მეცნიერთა დიდი ჯგუფებისა და კოლექტივების მჭიდრო ურთიერთობა. ამჟამად პირადი კონტაქტების, გამოცდილების გაზიარებისა და ურთიერთინფორმაციის გარეშე შეუძლებელია მეცნიერებისა და ტექნიკის შემდგომი განვითარება.

ძნელია დავასახელოთ თანამედროვე მეცნიერების ისეთი დარგი, რომელშიც მოკავშირე რესპუბლიკების სამეცნიერო ცენტრებთან თანამშრომლობით ქართველ მეცნიერებს მოპოვებული არ ჰქონდეთ მნიშვნელოვანი თეორიული და პრაქტიკული შედეგები. ქართველ მეცნიერთა გამოკვლევები დიდი ხანია გასცდა ჩვენი ქვეყნის საზღვრებს და დიდი ინტერესი და აღიარება პოვა საზღვარგარეთის მეცნიერულ წრეებში.

ჩვენი მიზანია შეითხევს მოვუთხოვრობით იმის შესახებ, თუ როგორ

გამოხმაურებას ბოულობს საზღვარ-გარეთ ჩვენი წარმოებული გამო-ავლევები მობილურ მანქანათა მე-ქანიკის დარგში და როგორი ურთი-ერთობაა ქართველ და გერმანიის დემოკრატიული რესპუბლიკის მეც-ნიერთა შორის.

საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსის რ. დვალის გამოკვლევები საფუძვლად დაედო ახალი სამეცნიერო მიმართულების ფორმირებას, მობილური მანქანების მექანიკის ზოგადი საკითხების კვლე-ვის. ამ მიმართულებამ პრობლემის დასმისა და მისი გადაწყვეტის სწო-რი გზის დასახვის გამო ფართო აღი-არება ბოვა და დღეს მას მრავალ-რიცხოვანი მიმდევრები ჰყავს ჩვენი ქვეყნის თითქმის ყველა რესპუბლი-კაში. მან ყურადღება მიიქცია ავ-რეთვე საბჭოთა კავშირის ფარგლებს გარეთაც, განსაკუთრებით გდრ-ში.

ამის მკაფიო დადასტურებაა ის, რომ საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის აკადემიკოსი რ. დვა-ლი 1971 წელს აირჩიეს გერმანიის მეცნიერებათა აკადემიის (ბერლი-

ნის) საზღვარგარეთელ წევრად, ხო-ლო 1972 წელს დრეზდენის ტექნი-კური უნივერსიტეტის საპატიო დოქ-ტორად.

ამასთან დაკავშირებით 1972 წელს გდრ-ის სამეცნიერო-ტექნიკურ ჟურ-ნალებში: „Kraftfahrzeug technik“ (KFT) ივლისის ნომერში და „Deut- sche Agrartechnik“ მაისისა და ივ-ლისის ნომერებში მოთავსებულია სტატიები რ. დვალის მოღვაწეობის შესახებ, მისი რამდენიმე შრომის რეფერატი და იმ ქართველ მეცნი-ერთა შრომების რეფერატები, რომ-ლებიც ნაყოფიერ მუშაობას ეწე-ვიან ამ მიმართულებით.

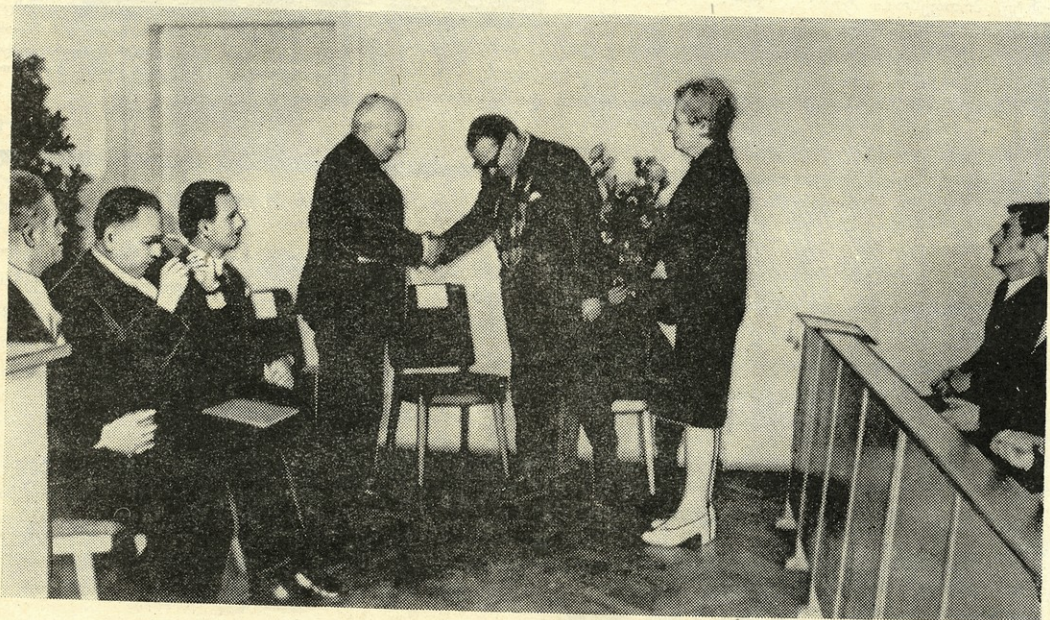
აი რის წერს ჟურნალ „KFT“ რე-დაქცია ამ ფაქტთან დაკავშირებით: „1972 წლის 24 აპრილს დრეზდენის ტექნიკურ უნივერსიტეტში საზეი-მოდ ჩატარდა პროფ. დვალისათვის სამეცნიერო წოდების მინიჭება. ამ ფაქტთან დაკავშირებით, პროფ. დვალმა მიიღო მილოცვა უმაღლესი

განათლების მინისტრის პროფესორ ბომესგან. ჩვენ ეს ფაქტი იმის სა-ბაზად მიგვაჩნია, რომ ჟურნალ „KFT“-ის საშუალებით გავაცნოთ გერმანელ სპეციალისტებს, შრომე-ბი და პრობლემები, რომლებზეც ქართველი კოლეგები მუშაობენ“.

რედაქცია აღნიშნავს, რომ ქარ-თველ მეცნიერთა შრომები შეაგრო-ვა და რეფერირება გაუყეთა დრეზ-დენის ტექნიკური უნივერსიტეტის შიგაწვის ძრავებისა და ავტომობი-ლების კათედრის წევრებმა. ამით მათ უნდათ აჩვენონ ქართველ მეც-ნიერებთან ურთიერთობა და თავისი წვლილი შეიტანონ საბჭოთა კავში-რისა და გდრ-ის მეგობრობაში.

ჟურნალ „KFT“-ში რეფერირებუ-ლია ქართველ მეცნიერთა: საქარ-თველოს სსრ მეცნიერებათა აკადე-მიის აკადემიკოსის ვ. მახალაიანის, საქართველოს პოლიტექნიკური ინ-სტიტუტის ავტომობილებისა და ტრაქტორების კათედრის გამგის,

დრეზდენის ტექნიკური უნივერსიტეტის რექტორი, პროფესორი დოქტორი ლიბშერი საზეიმო სხდომაზე რ. დვალს ულოცავს დრეზდენის ტექნიკური უნივერ-სიტეტის საპატიო დოქტორის წოდების მინიჭებას



პროფესორ რ. ფარცხალაძის, კათედრის ლოცენტების: გ. ჯოხაძისა და ა. რატმანის, აგრეთვე საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის თანამშრომლების, ტექნიკის მეცნიერებათა კანდიდატების ა. მუხიანის, ნ. ჯაფარიძის, კ. გიგაურის და ნ. ალექსიშვილის შრომები.

მართლაც, საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ავტომობილებისა და ტრაქტორების კათედრის, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის მანქანების მექანიკის ინსტიტუტისა და დრეზდენის ტექნიკური უნივერსიტეტის შიგაწვის ძრავებისა და ავტომობილების კათედრის შორის დამყარებულია მტკიცე საერთაშორისო მეცნიერული კავშირი. წარმოებს მეცნიერ თანამშრომელთა და სტუდენტთა გაცვლა, რითაც საფუძველი ჩაეყარა ერთობლივი კვლევის სასარგებლო პრაქტიკას.

1971 წლიდან დღემდე საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტისა და მანქანათა მექანიკის ინსტიტუტის სტუმრები იყვნენ: პროფესორი იანტე, პროფესორი ტურნი, პროფესორი სოუჩიკი და სხვ. პირველი ღვეკმბრიდან ერთი თვით ჩამოვა პროფესორი ბორმანი, რომელიც იმუშავებს ქართულ მეცნა-

ერებთან ერთად. დრეზდენის ტექნიკური უნივერსიტეტის სტუმრები იყვნენ აკადემიკოსი რ. დვალი, პროფესორი რ. ფარცხალაძე, ასისტენტი ა. ბალიაშვილი. დრეზდენის ტექნიკურ უნივერსიტეტში 10 თვის განმავლობაში მუშაობდა ასისტენტი ნ. ბარბიშაშვილი (სტაჟიორად).

ამჟამად გერმანულ კოლეგებთან ერთად მუშავდება ავტომობილის გვერდღენისა და რთულ საგზაო პირობებში მომუშავე ავტომობილების პარამეტრების დადგენის საკითხები.

1971—1972 წლებში დრეზდენის უნივერსიტეტის სტუდენტთა ორი ჯგუფი გადიოდა პრაქტიკის თბილისში საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის ავტომობილებისა და ტრაქტორების კათედრის საქართველოს პოლიტექნიკური ინსტიტუტის სტუდენტთა ორი ჯგუფი იყო გდრ-ში და პრაქტიკას გადიოდა დრეზდენის ტექნიკური უნივერსიტეტის ხელმძღვანელობით.

ამრიგად, მეცნიერთა და სამეცნიერო დაწესებულებათა კავშირმა კიდევ ერთი გზა გაუხსნა გერმანიის ღვეკმბრატულ რესპუბლიკასა და საბჭოთა საქართველოს შორის ურთიერთგაგებასა და მეგობრობას.

სამყაროს ირგვლივ... დროისათვის

მოთლი მსოფლიოს გაზეთები იუწყებოდნენ, რომ ფინიკოპემა დ. ხეფელმა და რ. კიტინმა რეაქტორული თვითმფრინვით ორჯერ შემოუფრინეს ლდამაქსონს და ოთხი ატომური ქრონიმეტრით გაზოგნ დრო. პირველად შემოუფრინეს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ, ხოლო მეორედ — აღმოსავლეთიდან დასავლეთისაკენ.

აინშტაინი თავის დროზე ამტკიცებდა, რომ მიძრავი სხეულის ზორტზე გაზომილი დრო დიდდება ან მცირდება ამ სხეულის მოძრაობის სიჩქარისა და სხვა სხეულების, მაგალითად ვარსკვლავების, მიმართ მისი შედგარების მიხედვით.

სანამ ზორტზე ეს უჩვეულო ექსპერიმენტი ტარდებოდა, დედამიწაზე ოსტერვატორიაში საკონტროლო ატომური ქრონიმეტრი ნორმალურ პირობებში ზომადა დროს.

როგორც ცნობილია, დედამიწა თავისი ღერძის გარშემო ბრუნავს დასავლეთიდან აღმოსავლეთისაკენ. თუ აინშტაინის გამოთვლა სინამდვილეს შეესაბამება, მაშინ დასავლეთისაკენ მოძრაობა საათი წინ უნდა მიდრეკეს, ხოლო აღმოსავლეთისაკენ მოძრაობა უნდა ჩამორჩეოდეს დედამიწაზე ნორმალურ პირობებში მომუშავე საათს.

ექსპერიმენტის დამთავრების შემდეგ ოსტერვატორიის დირექტორმა განაცხადა, რომ წინასწარი მონაცემები საშუალებას იძლევა ვეგაიზდოთ აინშტაინის მტკიცების სისწორე. საათი ნამდვილად წინ მიდის დასავლეთისაკენ ფრენისას და ჩამორჩება აღმოსავლეთისაკენ ფრენისას.

გაცნობებ დ. ხეფელსა და რ. კიტინს ცდის დადგევებს: საათი წინ მიდის და ჩამორჩება სკეზად დიდი სიდიდით, თუცა იგი წამებში გამოისახება. საათი წინ მიდის წამის დასრულებით 1/300 მეტილარდული და ჩამორჩება 1/100 მეტილარდული ნაწილთ.

(დასასრული. დასაწყისი იხილეთ გვ. 4 ზვ-ზე)

დნენ კარვებში და ეძიანთ საძილე ტომრებში. მუშაობდნენ მთელი დატვირთვით და მონღოლებით, თუმცა დაკვირვების ჩატარების იმედო ძალიან მცირე იყო, ვინაიდან, მეტეოროლოგიური საღებურების ცნობით, 11 ივლისს უქანასკნელი 15 წლის განმავლობაში აქ ცა არც ერთხელ არ ყოფილა მოწმენდილი!

დაკვირვების დღის წინა ღამეს თითქმის არავის ეძინა, ყველა დღეაღდა.

დადგა დაკვირვების დღე — 11 ივლისი. დღის 5 საათიდან (ადგილობრივი დროით) მზე საკმაოდ ამოაწია ჰორიზონტიდან, ტელესკოპები საბოლოოდ მოვაშაბდეთ დაკვირვებისათვის. როგორც კი გაქრა მზის სინათ-

ლის უქანასკნელი სხივები, მაშინვე დაიწყო დაბაბულის მუშაობა. ისმინდა ტელესკოპებისა და ფოტოაპარატების მუშაობა. დამკვირვებლები სწრაფად და მარჯსაკეტების ჩხაუნენ. დამკვირვებლები სწრაფად და მარჯსაკეტების ჩხაუნენ. დამკვირვებლები სწრაფად და მარჯსაკეტების ჩხაუნენ. დამკვირვებლები სწრაფად და მარჯსაკეტების ჩხაუნენ.

აბასთუმნის ექსპედიციამ დაკვირვების დასახულ პროგრამა სრულად შეასრულა და ფოტოფირფიტების და აფსკების სახით მიიღო მდიდარი დაკვირვებითი მასალა, რომელთა დამუშავება, ექვს გარეშეა, გამოამკლავნებს გვირგვინის აქამდე უცნობ ფიზიკურ მახასიათებლებს.



ქარსტოსფერო და მისი საკუთრებელი

პროფესორი ლ. მარშაშვილი

ჩვენი პლანეტის მრავალფეროვან ბუნებრივ ხასიათში თვალსაჩინო როლს ასრულებს კარსტი — ქანებზე წყლის ქიმიურ ზემოქმედებასთან დაკავშირებული მოვლენებისა და წარმონაქმნების ერთობლიობა.

დედამიწის ქერქის შედგენილობაში შემავალი ზოგიერთი ქანი (კირქვა, დოლომიტი, თაბაშირი, ქვამარილი და სხვ.) საკმაოდ ადვილად იხსნება წყალში. ეს გარემოება იწვევს სპეციფიკურ მოვლენებს და ქმნის პლანეტის ზედაპირზე და ქერქის წიაღში რელიეფის ფრიალ თავისებურ ფორმებს, რომლებსაც აღტაცებაში მოჰყავს ადამიანი და ზოგჯერ გაოცებასა და გაუგებრობას იწვევს მასში.

გარდა ქანების ხსნადობისა, კარსტის დიამაზონის გაზრდას ხელს უწყობს ტექტონიკური მოვლენები (დედამიწის ქერქის გადაადგილებანი და ა. შ., რომლებიც ქმნის წყლის მუდმივი და მიმართული ცირკულაციის შესაძლებლობას ლითოსფეროში) და რელიეფის კონტრასტულობა (დედამიწის ალბუმი ოროგენული ეტაპის დამახასიათებელი თვისება).

დედამიწაზე კარსტის გავრცელების არეს წარმოადგენს კარსტოფერო, რომელიც შეადგენს ნაღვეს ქანებში აგებული გარსის — სტრატისფეროს მნიშვნელოვან ნაწილს. როგორც ცნობილია, სტრატისფერო ფარავს გრანიტებითა და ბაზალტებით შედგენილი სუბსტრატის უმეტეს ნაწილს (ხმელეთის 75—80%-ს და ოკეანის ფსკერს, გარდა „ოკეანური კალაპოტებისა“, სადაც ნაღვეს ქანების ფენა ძლიერ თხელია). კარსტოფეროს ფართობი და სისქე რამდენადმე ნაკლებია სტრატისფეროსაზე, რადგან ეს უკანასკნელი ყველგან როდი შედგება ხსნადი ქანებისაგან, თანაც წყლის ცირკულაციას მის ზოგიერთ ხსნად ნაწილში ხელს უშლის სხვადასხვა პირობები (მაგალითად, რელიეფის არასაკმარისი კონტრასტულობა, ტექტონიკური ნარღვევები, უხსნადი ქანების შიგაშრეები, ინტრუზიული სხეულები და სხვ.). გამოანგარიშებულია (პერმელი კარსტმცოდნის გ. მაქსიმოვიჩის მიერ), რომ კარსტული მოვლენების გავრცელების არე მოიცავს ხმელეთის მესამედს (დაახლოებით 50 მლნ კმ²-ს). ოკეანისა და ზღვების ფსკერქვეშ კარსტის გავრცელების ასეთი ზუსტი გაანგარიშება ჭრჭერებით არ ჩატარებულია და შეუძლებელია, მაგრამ თუ ვიმსჯელებთ დღემდე შემჩნეული სუბმარინული (ზღვისქვეშა) კარსტული გამოვლინებების მიხედვით, ამ მოვლენებს მნიშვნელოვანი ფართობი უკავიათ კონტინენტურ საფეხურზე, კონტინენტის ძირში და აგრეთვე კონტინენტებსა და ოკეანურ ღრმულებს შორის გარდამავალ (სუბოკეანურ) ზონებში. შეიძლება ვივარაუდოთ, რომ კარსტოფეროს ერთობლივი (წყალზე და წყალქვეშა) სივრცე დედამიწის ზედაპირის ფართობის დაახლოებით 20—25%-ს შეადგენს.

რაც შეეხება კარსტოფეროს სისქეს (როგორც გეოლოგები იტყვიან — სიმძლავრეს) იგი ცვალებადია და მერყეობს რამდენიმე ათეული მ-დან რამდენიმე კმ-მდე. მთლიანი ხსნადი (უმათავრესად კირქვული) წყებების სიმძლავრე ოროგენულ მხარეებში აღწევს 2—3 კმ-ს, ხოლო პლატფორმულ მხარეებში — 1—1,5 კმ-ს. გასათვალისწინებელია ისიც, რომ სტრატისფეროს ვერტიკალურ პრილიში ხშირად აღემატება აქვს ხსნადი და უხსნადი წყებების მონაცვლეობას, ე. ი. კარსტოფერო იყოფა რამდენიმე (2—3 და შეიძლება მეტ) საერთოდად, რის გამოც ერთიანობის თავზე გასწავებულია კარსტული წყლების ცირკულაციის დამოუკიდებელი არეები. თუ ამ გარემოებას მხედველობაში მივიღებთ, შეიძლება დავუშვათ, რომ კარსტოფეროს ჯამური სიმძლავრე დედა-

მიწის განსაზღვრულ ნაწილებში ბევრად უნდა აღემატებოდეს ზემომოყვანილ რიცხვებს.

კარსტოფეროში წარმოდგენილი წარმონაქმნები, ანუ ე. წ. კარსტული ფენომენები, შეიძლება სამ ჯგუფად დაიყოს: ზედაპირული წარმონაქმნები, მღვიმეები, სიღრმული (ადამიანისათვის შეუღწევია) სიღრმეები.

კარსტის განვითარების არეთა ზედაპირს ბევრი რამ განასხვავებს ჩვეულებრივი (უკარსტო) არეებისაგან. თუ უკარსტო მხარეების რელიეფის დაბალი უარყოფითი ფორმები (გაუდინარი ქვაბულ-ტაფობები) მხოლოდ არიდული (მშრალი) ჰავის პირობებში არსებობს, კარსტული არეები კლიმატური რეჟიმის განურჩევლად მდიდარია ამგვარი ფორმებით. ზედაპირულ განადენს მოკლებული, მეტ-ნაკლებად ვრცელი ტაფობები აღინიშნება „პოლიე“-თი (იუგოსლავიური ტერმინი). მათ ფსკერზე გამოდინარე წყლის ნაკადები ტაფობიდან გასასვლელ გზას კარსტული ზერელების (მღვიმეების) საშუალებით პოულობენ. უდიდესი „პოლიეები“ ცნობილია იუგოსლავიაში (ლივანსკო პოლიე 380 კმ²). საქართველოს უდიდესი პოლიეები (შაორის 130 კმ², ახალსოფლისა 30 კმ²) ამჟამად ხელოვნურ წყალსაცავებს უკავია, ხოლო უფრო ადრე უკავშირდებოდნენ მდ. შარეულსა და მდ. ძეგრულს 2 კმ სიგრძის მღვიმეებით.

კარსტული არეების ჰიდროლოგიურ თავისებურებად გვევლინება ზედაპირული ჰიდროგრაფიული ქსელის იშვიათობა, რასაც ანაზღაურებს კირქვული მასივების ქვედა ნაწილებში (პერიფერიაზე და ღრმად ჩაჭრილ ხეობებში) გამოძვარილი მლავერდებრივი წყაროები ე. წ. ვოკლუზები. ასის მასივის ზედაპირულ მდინარეთა ქსელის სიხშირე სამჯერ ნაკლებია ირგვლივ მდებარე უკარსტო რაიონების ქსელის სიხშირეზე. მსოფლიოს ერთ-

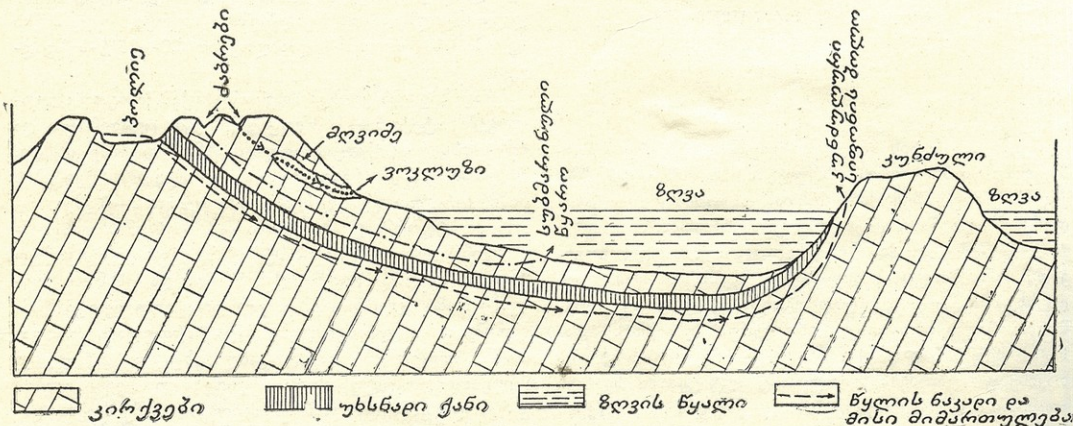
ერთი უდიდესი ვოკლუზი მდებარეობს აფხაზეთში — მდ. შავწყალს (მეიშთას) სათავეში; იგი წყალუხვობისას წამში 200 მ³-მდე წყალს იძლევა.

კარსტული მხარეებისათვის დამახასიათებელია ე. წ. „მევიწთავი მდინარეები“. ისინი შთაინთქმებიან კარსტული ზერელების მიერ და მიწისქვეშ განსაზღვრულ მანძილზე დინების შემდეგ ისევ გამოდიან ზედაპირზე: ამგვარი მდინარეების მიწისქვეშა მონაკვეთების სიგრძე იუგოსლავიაში 35 კმ-ს აღწევს. საქართველოს უგრძეს მევიწთავ მდინარეს (ამტყელს) 7 კმ სიგრძის ამგვარი მონაკვეთი აქვს. თურქეთ-ტობის მიწისქვეშა დინების სიგრძე 3 კმ-ს უდრის.

კარსტის განვითარების არეები განირჩევა ბუნებრივ ლანდშაფტის სხვა კომპონენტების თავისებურებითაც: დამახასიათებელია, მაგალითად, ზამთრის ცივი ჰაერის ჩაგუბება კარსტულ ქვაბულებში, რაც იწვევს თოვლის საფრის გაზანგრილობას და მცენარეულობის ინვერსიულ განლაგებას. ჩვენში ამის შესანიშნავი მაგალითია შაორის ტაფობი. შაორის წყალსაცავის შექმნამდე ამ ტაფობს ახასიათებდა ამიერკავკასიის მასშტაბით უდაბლესი ტემპერატურული მინიმუმები (—35—40°), თოვლის საფრის მდგრადობის ანომალიურად გრძელი ვადა და ამასთან დაკავშირებით თავის ფსკერზე (ტყიანი ფერდობების ქვემოთ) ისეთი მცენარეულობის არსებობა, რომელიც დამახასიათებელია მთელი კილომეტრით უფრო მაღლა მდებარე ალპური სარტყლისათვის.

კარსტული მღვიმეები — ჩვენი პლანეტის მიწისქვეშა სამყაროს ყველაზე მომზიბვლელი ნაწილი — უკანასკნელი 70—80 წლის მანძილზე მკვლევართა გაძლიერე-

კარსტული წყლის ცირკულაციის ტიპები



ბულ ყურადღებას იპყრობს და მეცნიერული ცოდნის განსაკუთრებული დარგის — სპელეოლოგიის საგანს შეადგენს. მსოფლიოს სამ უდიდეს მღვიმეს (ფლანტის ქედის სისტემას და მამონტისას — აშშ-ში, ჰელოზისას — შვეიცარიაში) ას-ას კილომეტრზე მეტი ჯამური სიგრძე აქვს. საბჭოთა კავშირის უდიდეს ოქტომბრის მღვიმეს (დას. უკრაინა), რომელიც თაბაშირში გამომუშავებულ ლაბირინთს წარმოადგენს, 72 კმ ჯამური სიგრძე აქვს. კავკასიაში უდიდესი, ვორონცოვკის მღვიმე 7 კმ სიგრძისაა, ხოლო საქართველოს უგრძესი, აბრსკილის მღვიმე — 3 კმ. სიღრმის* მიხედვით მსოფლიოში პირველი ადგილები უკავია საფრანგეთის კარსტულ უფსკრულებს (დალმავალ მღვიმეებს) — ბერჟეს და პიერ-სენ-მარტენს (1300—1400 მ), რომლებიც გავლილია სპელეოლოგების მიერ ბოლომდე. საქართველოს უფსკრულებში, კერძოდ, ზზიფის ქედზე მდებარე „თოვლიან უფსკრულში“ მიღწეულია 530 მ სიღრმე, რაც დღეისათვის სრულად საკავშირო რეკორდს წარმოადგენს. კარსტული მღვიმეების შემადიტი სიღრმე გაცილებით მეტია (კერძოდ, აფხაზეთში მდებარე არაბიკას მასივში 2000—2200 მ-ს აღწევს) და თუ ჩაღწევის რეკორდი მსოფლიო მასშტაბით არ აღემატება 1360 მეტრს, ამის მიზეზია დედამიწის სპელეოლოგიური შესწავლის დაბალი დონე და უფსკრულთა უმრავლესობის გადაკეტილობა**.

მღვიმეებში ადამიანი საკვირველსა და თვალწარმატყ წარმონაქმნებს ხედება. ბევრი მღვიმე უზგადაა შემკული კალციტის ან თაბაშირის გამოკრისტალების შედეგად გაჩენილი ფორმებით, ე. წ. ნალენთებით. ზევიდან ჩამოვებული სტალაქტიტები და იატაკიდან აწვდილი სტალაგმიტები ზოგან ერთიმეორეს უერთდება და ქმნის სვეტებს, რომელთა სიმაღლე იუგოსლავიის მღვიმეებში (პოკლენიცასა და პოსტოინსკა-იამში) 30—45 მ-ს აღწევს. თავისებური მოყვანილობის ნალენთებს სპელეოლოგები „ნაოლავენ“ საკუთარი სახელებით, რომლებიც ასახვენ მათთვის დამახასიათებელ თვისებებს. საქართველოს მღვიმეებში ცნობილია, მაგალითად, ნალენთები „ჩოხა“, „ბუდისტური ტაძარი“, „ტყუპები“, „შეთქმულები“, „სოკოები“ და მრავალი სხვ. ჩვენი მღვიმეებიდან ნალენთი მორთულობის სიუხვით განირჩევა ანაკოფიის, აბრსკილის, სათაფლიას, ცოტნე დადიანის მღვიმეები. მღვიმეებში ხშირია ტბები, რო-

მელთაც ჩვეულებრივად დიდი სიგრძე და უმნიშვნელო სიგანე აქვთ. უდიდესი მღვიმური ტბების სიგრძე 300—500 მ-ს აღწევს (აბტულეკის მღვიმე — უზგაეთში, მაღლენისა — საფრანგეთში, უბიბი — ავსტრალიაში). საქართველოს უდიდეს მიწისქვეშა ტბას, რომელიც კარიანი კლდის მღვიმეშია, 90 მ სიგრძე აქვს. კეთილმოწყობილ მღვიმეებში ტურისტები ტბებზე ნაგებით სეირნობენ. მღვიმეებში გამდინარე ნაკადები ხშირად აჩენენ ჩანჩქერებს; ჰენ-მორტის უფსკრულში (საფრანგეთი) ერთ-ერთი ჩანჩქერის სიმაღლე 135 მ აღწევს.

კარსტულ მღვიმეთა კიდევ ერთ შესანიშნავ თავისებურებას შეადგენს მათში პირველყოფილი ადამიანის ბინადრობის კვალი. ადამიანისა და მისი საქმიანობის ნაშთები მეტწილად ჩამარხულია მღვიმურ ფხვიერ ნაფენებში, რომელთა სისქე ნიაპის მღვიმეში (კუნძ. კალიმანტანი) 30 მ-ს აღწევს, წითელ მღვიმეში (იუგოსლავია) — 20 მ-ს, საგვარჯილში (იმერეთი) — 13 მ-ს. ეს ნაშთები წარმოდგენილია ძველი ადამიანის მიერ დამზადებული ქვისა და ძვლის იარაღებით, ნანადირევი ცხოველების ძვლებით და სხვ. ამგვარი მღვიმეები ბლომადაა გათხრილი საქართველოში (საკაჯია, დევის-ხერელი, საგვარჯილე, გვარჯილას-კლდე, ჯრუშულა და სხვ.). ცუცხვათის მრავალსართულიანი მღვიმონის X სართულში 1971 წ. გათხრისას აღმოჩნდა ნეანდერტალიოიდების* სალოცავი. 50—100 ათასი წლის წინათ მონადირეები აქ ათავსებდნენ მღვიმური დათვის თავის ქალებს, ბარძაყისა და წვივის მთლიან ძვლებს, მიჰქონდათ მსწვრპლი, ღრეობდნენ. მღვიმეებში ნაპოვნი პირველყოფილი ადამიანის კულტურის ნაშთები ამდიდრებდნენ და დღესაც ამდიდრებენ არქეოლოგიურ მეცნიერებას.

კარსტული წყლების სიღრმელი ცირკულაციის შედეგად, დედამიწის ბევრ ნაწილში ადგილი აქვს შესანიშნავ ჰიდროლოგიურ მოვლენებს. მათ რიცხვს ეკუთვნის ზღვისქვეშა მტკნარი წყაროები, რომლებიც ცნობილი იყო უკვე სტრაბონისათვის (ახალი ერის დასაწყისში). ერთ-ერთი ასეთი წყარო იუგოსლავიის ნაპირთან ამოღის ადრიატიკის ფსკერზე, ზღვის დონიდან 700 მ სიღრმეში. ჩვენში სუბმარინული წყაროები გვხვდება კურორტ გავრასთან. ამგვარი წყაროების პრაქტიკულად გამოყენების ხერხები ანტიკური ხანიდანვეა გამომუშავებული. მათ შორის აღსანიშნავია მეზ-

* მღვიმის სიღრმე ეწოდება სხვაობას მისი უმაღლესი და უდაბლესი წერტილების სიმაღლეთა შორის.

** ხშირად მღვიმის ბოლომდე გავლას ხელს უშლის მათში ჩამონარგევი ქვიერი მასალის ან თოვლ-ყინულის დაგროვება.

* ნეანდერტალიოიდები ეწოდება ადამიანების ძველ ტიპს, რომელიც გაღაშნდა 40 000 წლის წინათ. მათი ნაშთი პირველად აღმოჩენილ ნეანდერტალის ხეობაში (გერმანია).

ღვაურებისა და მეთევზეების მიერ ავსტრალიასთან ხმარებული ბამბუკის მღებები. მათ უშვებენ კარბენტარიის უბის ფსკერიდან ამომავალ წყაროებში: დიდი წნევით ამომავალი მტკნარი წყალი შადრევნებად იღვრება მილებიდან.

მსოფლიოს რამდენიმე ადგილას შემჩნეულია ზღვის წყლის შედგენა ხმელეთის კარსტულ სიღრუეებში. საბერძნეთის კუნძულ კეფალინიას ნაპირზე არსებული ორი მღვიმე ისე სწრაფად ნთქავს ზღვის წყალს, რომ მის ორ ნაკადზე წისქვილებია გამართული. ამ საოცრებას განმარტავენ იმით, რომ მღვიმეები შეიქმნა ხმელთა-შუა ზღვის დაბალი დონის დროს; შემდეგ დონე ამაღლდა და ზღვამ მღვიმეებში შედგენა იწყო. იმ გარემოებას, რომ მღვიმეები ზღვის წყლით არ ივსება, ხსნიან კუნძულის ამგები ფოროვანი ქანების მიერ წყლის შეწოვით. ფლორიდის ნახევარკუნძულის სამხრეთ-აღმოსავლეთით ანდროსის კუნძულებთან ზღვის წყალი ტრიალით ჩადის ფსკერში და იწოვს მოტევიტზე საგნებსაც. მკვლევრები ფიქრობენ, რომ აქ წინათ არსებობდა დაკარსტული ხმელეთი, იგი დაიძირა და სიღრუეებმა იწყეს ზღვის წყლის შთანთქმა. მოვლენის ხანგრძლივობის ასახსნელად აქაც ფოროვანი ქანების შემწოვუნარიანობას მიმართავენ.

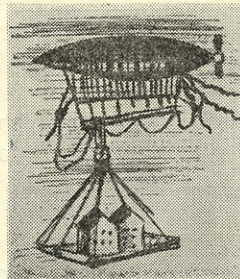
კიდევ უფრო ძლიერ შთაბეჭდილებას ახდენს ე. წ. „კუნძულური სიღონები“. კვიპროსის, ბაჰრეინის, გრამბუსის, ცრესის კუნძულებზე გამოსასვლელს პოულობს მტკნარი წყლის ნაკადები, რომლებიც ჩნდება მეზობელი კონტინენტების მაღალ კარსტულ პლატოებში, ხერხელებით გადის ზღვის სრუტეების ფსკერქვეშ და ამოდის კუნძულების ზედაპირზე, კვიპროსის კარსტული ვოკალუზები საზრდოობს მცირე აზიის სამხრეთ ნაწილში (კილიკიაში) წარმოშობილი კარსტული წყლებით, რომლებიც გაივლიან პორიფერული მიმართულებით 135—140 კმ (აქედან 80 კმ ხმელთაშუა ზღვის ფსკერქვეშ) და ამოდიან კუნძულზე. არაბეთის ნახევარკუნძულის მთიან რაიონებში (ხიჯაზში, ასირში, ნეჯდში, იემენში) ჩაყონილი მუსონური წვიმების წყლები მიწისქვეშ 500—700 კმ (მათ შორის 35—40 კმ სრუტის ქვეშ) გადიან და აქცევენ ბაჰრეინის კუნძულებს სპარსეთის უბეში მიმომავალი გემების მტკნარი წყლით მომარაგების ძირითად ბაზად.

ბევრი სხვა საოცრების ნახვა შეიძლება კარსტოსფეროში. თუ გავითვალისწინებთ იმას, რომ დედამიწის ეს თავისებური გარსი არასაკმაოდ შესწავილი, ახალ სინტერგოს აღმოჩენებს უნდა მოველოდეთ.



დირიჟაბლი აშენებს სახლს

ექსპერიმენტული დაპირებების კიევის ზონალური სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტი შეუდგა მსხვილბლოკიანი შენობების დამუშავებას, რომელთა დამონტაჟებაც უნდა მოხდეს დირიჟაბლების საშუალებით. ამ შენობათა (4—5 ბინა ერთად) ბლოკ-სექციებს გამოუშვებს ბინათმშენებლობის კომბინატი (ბინები შიგნით და გარეთ მოპირკეთებულია). დირიჟაბლი მოყვანიდება კომბინატში, აიღებს ბლოკს, დაბრუნდება მშენებლობაზე და დადგას მას თავის ადგილზე.



კოსმოსური მაგნიტოზმი

მეტეორიტებს აქვთ თავისებური „მაგნიტური მახსოვრობა“ — იმ დროის შესახებ, როცა ისინი იყვნენ ერთი ან რამდენიმე დაშლილი პლანეტის ნაწილები. ასე, ფიქრობენ ლენინგრადელი მაგნიტოლოგები, რომლებმაც „იციურ სტუმრებზე“ აღმოაჩინეს და გამოიკვლიეს კოსმოსური წარმოშობის პირველადი მაგნიტოზმის მოვლენები.

სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის დედამიწის მაგნიტოზმის, იონოსფეროსა და

რადიოაქტივების გაერთიანების ინსტიტუტის (Г.И.И.И.РАН) ლენინგრადის ფიზიკის ინსტიტუტის თანამშრომლებმა შეისწავლეს ათასზე მეტი რკინისა და კვანძების მტეორიტი. მათი „ნარჩენი“ მაგნიტოზმი აღმოაჩინეს სპეციალურ კამერებში კოსმოსური პირობების მოდელირებისას, როცა ნიმუშები აცხვებდნენ —196° ტემპერატურამდე.

მიღებული მონაცემების საფუძველზე მეცნიერები ვარაუდობენ, რომ წარსულში მთვარესაც დედამიწის მსგავსად ჰქონდა საკუთარი მაგნიტური ველი ან ძლიერ დამაგნიტებად განიცდიდა კოსმოსიდან.

ხსნის სახლი მითოდ

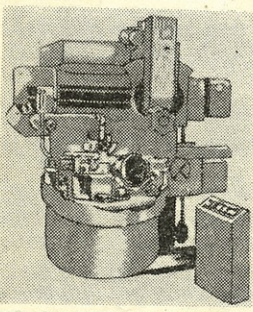
დაახლოებით 1000 000 000 კილონა თვალი დასჭირდება ჩვენს მანქანათმშენებლობას 1975 წლისათვის. მათ გამოიყენებენ სათიბებსა და ავტომობილებში, ხელსაწყოებსა და ტრაქტორებში, ჩარხებსა და შეუდუმურებში. დღეისათვის საბჭოთა კავშირში გამოშვებული ჩარხებით მზადდება რამდენიმე ათეული მშ-დან 20 მ-მდე დამატრის კბილანა თვალი.

თავისებური „მომავლის განცხადი“ შეიძლება უწოდოთ ლითონსაქრელი ჩარხების ექსპერიმენტული სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის (ЭНМС) კონსტრუქტორების მიერ ახლანახან შექმნილ კბილანაზე „БС86“ ავრეგატს. იგი არა მარტო ყველაზე მსხვილია ჩვენს ქვეყანაში გამოშვებულ მსგავსი ტიპის ჩარხებთან შედარებით, არამედ ყველაზე უფრო მწარმოებელიც. კბილების მუშა ზედაპირის ზეხა წარმოესწავებოდა მოვარგვის მეთოდით, ხოლო საჭრელ იარაღად გამოყენებულია ჭიანჭის ფორმის აბრაზიული ქარგოლი. იარაღის ასეთი ფორმა რამდენიმე ზედაპირის ერთდროულად ხეხის საშუალებას იძლევა, გამოირცხვას უმცხვას აბრაზივის ორივე მი-

მართულებით მოძრაობისას. საბოლოოდ, „Б886“ ჩარხი 4—5-ჯერ უფრო მწარმოებლურია იმ მოწყობილობებთან შედარებით, რომლებიც სხვა მეთოდით აწარმოებს კბილანა თვლის ხეხას.

ახალი მოწყობილობა

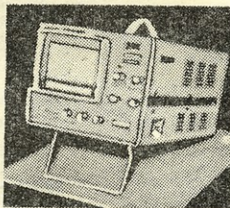
ხარატისთვის ორი ხელი ექვრებათ „ენერგომაშინ“ სტეილიტების და მექანიკურ სახარატო-კარუსულურ ჩარხს დაუმატებს მექანიკური „ხელი“. იგი 20-ჯერ უფრო სწრაფად მოქმედებს აღმანისაზე, თანაც წუნდულებელი სიხუსტით აუნებს ნამზადს (რომლის წონა ცვალებადობს 10 კგ-დან ნახევარტონამდე) და აწარმოებს დეტალების როგორც შიგა, ისე გარე ზედაპირების დაცენტრებას. მექანიკური „ხელი“ ჩარხის ტრასზე მაგრდება ბრყენით და შეუძლია როგორც შევული სიბრტყით შემობრუნება, ისე ტრავერსთან ერთად გადაადგილება (უხლოვდება და შორდება დასამუშავებელ დეტალს, რომელიც დაყენებულია პლანაზე დაამაგრებულ მოწყობილობაში). „ხელი“ იქნის მუშა მდგომარეობას, მისი მუშტები შედის დეტალის ღრუში, იშლება და დეტალის ნახევრების ღერძს უთავსებს პლანაშიბის ღერძს. როცა დეტალი ჩაეჭირება მოწყობილობაში, ცენტრთან მუშტები შეერთდება და „ხელი“ გაიწევა — ათავისუფლებს ადგილს საქრელი იარაღისთვის.



ბაღსატანნი მომანემაშალმობრავი

ტინის დაავადებათა (მაგალითად, ინსულტი, სისხლჩაქცევა ტრავმის დროს, სიმსივნე, აბსცესი) გასარკვევად არსებობს ულტრაბგერითი ხელსაწყო — ექოენცეფალოგრაფი „ექო-11“, რომელიც მხოლოდ სტაციონარულ პირობებში გამოიყენება.

ახლანა შეიქმნა ახალი გადასატანი აპარატი „ექო-12“ (წონა — 10 კგ), რომლის სა-



შუალებითაც ექოენცეფალოგრაფია შეიძლება ჩატარდეს არასტაციონარულ დაწესებულებებშიც. ხელსაწყოში მიღებენ გაღაულებელი და სასწრაფო დიამეტრების სინათლე რიული ავიაციის ექიმები. ექოენცეფალოგრაფიით შესაძლებელია ზუსტად გამოვლინდეს დაზიანების ხასიათი, რაც განსაკუთრებით საჭიროა კვალფიციტურებით დაზიანების აღმოჩენისათვის.

„ექო-12“ შექმნილია სამედიცინო ხელსაწყოთშენებლობის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ულტრაბგერითი ხელსაწყოებისა და აპარატურების ლაბორატორიაში. ხელსაწომ წარმატებით გაიარა კლინიკური გამოცდები. მიმდინარე წელს მოსკოვის ელექტროსამედიცინო აპარატურების ქარხანა გამოუშვებს პირველ სამრეწველო პარტიას. სერიული გამოშვება დაიწყება 1978 წელს.

ახალი მრგვალსაწოში

მაღალი სიხუსტის (რამდენიმე ასეთე მტკრანამდე) ავტომატიზებული მგავლსაწოში შემწეს ლითონსაქრელი ჩარ-

ხების საკავშირო ექსპერიმენტული სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის (ЭНМЦ) ვილნიუსის ფილიალის სპეციალისტებმა. მრგვალსაწომის ავტომატიზაცია მნიშვნელოვნად აჩქარებს ჯანჯანის ოპერაციებს, ამსუბუქებს ოპერატორის შრომას.

ვილნიუსელი კონსტრუქტორების მიერ შექმნილი საილე უზრუნველყოფს პროდუქციის მაღალ ხარისხსა და ლითონსაქრელი ჩარხების ხანგამძლეობას.

მაღალდი, რომელსაც არ მუშინია ობის

თბილისში „აღმზრდელ უშაკოვის“ გეგმანზე, რომელიც ოლენიდან აფრიკაში მიემგზავრებოდა, გამოფენილი იყო სტენდი ქაღალდის ცენტრალურ სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტში (მოსკოვში) დამზადებული ქაღალდის ნიმუშებით. ქაღალდის ბიომედიკა, არ ზიანდება ობის სოკოების და ტენის მოქმედების შედეგად. ქაღალდის ცენტრალურ სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტმა შეიმუშავა რამდენიმე სახის ბიომედიკა ქაღალდისა და მუყაოს დამუშავების ტექნოლოგია. ინიშობს ტორად გამოყენებულია მეტანინტრობენზოილის ჰექსამეთილენიმიდი. დამატებები იცავს ნაკეთობის ობის სოკოებისა და კოროზიისგან.

„მოლნა-2“

ახალი აპარატი ფიზიოთერაპიისათვის

„ვოლნა-2“ პირველი საბჭოთა აპარატი, რომელიც გამოიყენება დეცემტრირანს დიაპაზონის ელექტრომაგნიტური ტალღებით სხეულის ქსოვილის გასაბოხად.

დეცემტრირანი ტალღებით თერაპიის დროს უზრუნველყოფილია საკმაოდ დრმა ზემოქმედება — ქსოვილის ზედაპირული ფენების (კანისა და ქანქვეშა ცხიმოვანრდის) გადამტბურების საშოშროების გარეშე.



ასეთივე საზღვარგარეთული აპარატებისაგან განსხვავებით „ვოლნა-2“ აღჭურვილია სიმძლავრის საშოშრო, რომელიც საათთან (ავტომატურად აკონტროლებს პროცედურების დროს) ერთად უკმის საშუალებას აძლევს ზუსტად აწარმოოს დეცემტრირანი ტალღების ზემოქმედების ინტენსივობისა და ხანგრძლივობის დოზვა.

„ვოლნა-2“, კერძოდ, გამოყენებას პოვებს სახსრებისა და ხერხეშმის დაავადებათა სამკურნალოდ. ასეთი აპარატები დიდგდება საავადმყოფოებისა და პოლიკლინიკების ფიზიოთერაპიულ კაბინეტებში.

„ვოლნა-2“ შექმნილია სამედიცინო ხელსაწყოთშენებლობის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის ელექტროსამკურნალო აპარატურების განყოფილების ინჟინერებისა და კონსტრუქტორების მიერ. ახალი აპარატის სერიული გამოშვება დაიწყო მოსკოვის ელექტროსამედიცინო აპარატურების ქარხანამ.



კრისტალურ ნივთიერებათა

და მათთან ბრძოლა

გ. ბარამიანი, ლ. ბარამიანი

კრისტალური ნივთიერებები (ქვე-ბი, ლითონები, შენადნობები, მარი-ლები და სხვ.) უხსოვარი დროიდანაა ცნობილი. მრავალი თაობები მოუყვანია ალტაცებაში მათ არა-ჩვეულებრივად ლამაზ ფორმებსა და შესანიშნავ თვისებებს, მაგრამ მხოლოდ რენტგენოგრაფიისა და ელექტრონული მიკროსკოპის გან-ვითარების შედეგად შეძლო ადამიანმა ღრმად ჩაწვდომოდა კრისტა-ლურ ნივთიერებათა ბუნების საი-უშლოს. ამჟამად დადგენილია, რომ კრისტალურ ნივთიერებათა თვისე-ბები მათი ატომების, მოლეკულების ან იონების განსაკუთრებული კა-ნონზომიერი განლაგებით, ანუ ე. წ. კრისტალური მესერის არსებობით, არის განპირობებული.

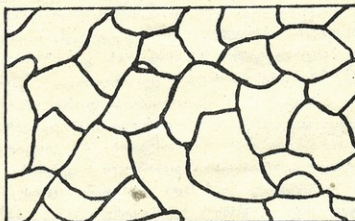
კრისტალურ ნივთიერებათა აღნა-გობის დადგენამ მეცნიერებს მათი თეორიული სიმტკიცის გამოთვლის საშუალება მისცა, ამ გამოთვლებმა კი საოცარი შედეგები უჩვენა. აღ-მოჩნდა, რომ კრისტალურ ნივთი-ერებათა თეორიული სიმტკიცე 10—30-ჯერ და მეტად აღემატება იმავე ნივთიერებათა რეალურ სიმ-ტკიცეს. თუ გავითვალისწინებთ, რომ კრისტალურ ნივთიერებათა უმრავ-ლესობისათვის, მათ შორის ლითო-ნებისა და შენადნობებისათვის, სიმ-ტკიცე ძირითადი თვისებაა, ადვილი გასაგები იქნება ამ შედეგის მნი-შვნელობა.

რადგან ნივთიერებათა სიმტკიცე ძირითადად მათი აღნაგობით არის

განპირობებული, ამიტომ საფიქრე-ბელია, რომ რეალურ კრისტალურ ნივთიერებათა დაბალი სიმტკიცე დეფექტების არსებობით უნდა ყო-ფილიყო გამოწვეული. პირველი ცნობები რეალურ კრისტალურ ნივ-თიერებათა არაერთგვაროვანი აღ-ნაგობის შესახებ ჯერ კიდევ ობტი-კური მიკროსკოპის საშუალებით იყო მიღებული. აღმოჩნდა, რომ კრისტალურ ნივთიერებათა უმრავ-ლესობა პოლიკრისტალური იყო და სხვადასხვა ზომის, ერთმანეთთან და-კავშირებული მარცვლებისაგან შედ-გებოდა (ნახ. 1).

უფრო გვიან რენტგენოგრაფიულ-მა და ელექტრონულ-მიკროსკოპი-ულმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რომ რეალური კრისტალების მესე-რი არ იყო სრულყოფილი და მასში ადვილი ჰქონდა წერტილოვან (ვა-კანსიები) და ხაზოვან (დისლოკა-ციები) დეფექტებს (ნახ. 2).

არანაკლებ საინტერესო აღმოჩნდა კრისტალურ ნივთიერებათა დეფორ-მაციის შესწავლის შედეგები, რომ-

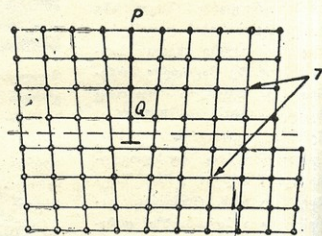


ნახ. 1. ალუმინის მიკროსტრუქტურა (ვა-ლიდებულია 400-ჯერ)

ლებმაც გვიჩვენა, რომ დისლოკა-ციები და ვაკანსიები დიდ გავლენას ახდენს ამ ნივთიერებათა სიმტკიცე-ზე და რომ დეფორმაციის დროს ადგილი აქვს მასში დისლოკაციების რაოდენობის მკვეთრ ზრდას.

მაგრამ როგორი მნიშვნელოვანიც არ უნდა ყოფილიყო დისლოკაი-ებისა და ვაკანსიების როლი, რე-ალურ კრისტალურ ნივთიერებათა და-ბალი სიმტკიცის ახსნა მხოლოდ მა-თი გავლენით სწორი არ უნდა ყო-ფილიყო.

კრისტალიზაციის პროცესის ანა-ლიზის საფუძველზე შეიძლება გვეფიქრა, რომ რეალურ ნივთიერე-ბებში, ატომური აღნაგობის დეფექ-ტების გარდა, უნდა ყოფილიყო სხვა უფრო დიდი ზომის დეფექტე-

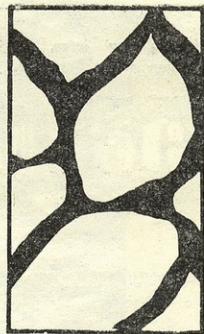


ნახ. 2. ატომური დეფექტები კრისტალურ მესერში. T — ვაკანსიები, PQ — დისლოკა-ცია

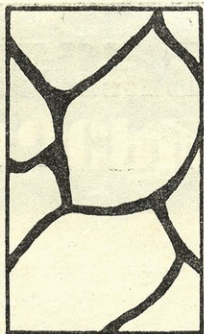
ბიცი, რომლებსაც არანაკლები მნი-შვნელობა უნდა ჰქონოდა მასალა-თა სიმტკიცისათვის. ამ საკითხის გარკვევაში დიდი როლი შეასრულა ჩვენ მიერ კრისტალიზაციის პრო-ცესების ბოლო სტადიების შესწავ-ლამ და ამის შედეგად ახალი მოვ-ლენის — ვიშვითების კერების წარ-მოშობისა და მათი როლის დად-გენამ.

კრისტალიზაციის პროცესის მსლე-ლობის ბოლო სტადია, რომელიც სქემატურად მე-3 ნახ-ზეა გამოსა-ჩული, შეიძლება ასე წარმოვიდგი-ნოთ: კრისტალების ზრდის რომე-ლიდაც მომენტში (ნახ. 3 ა) მზარდ კრისტალებს შორის ჯერ კიდევ არ-სებობს თხევადი ფაზის საკმაოდ სქელი შრეები, რომლებიც ერთმა-

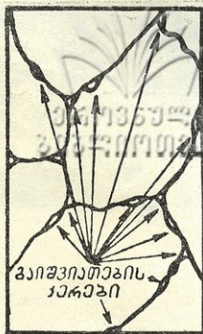
ნეთანაა დაკავშირებული და რთულ კრისტალთა შორის სივრცეებში განლაგებულ სისტემას წარმოქმნის. ნივთიერების თხევადი მდგომარეობიდან მყარ მდგომარეობაში გადასვლა ნივთიერების მოცულობის შემცირებასა და სიმკვრივის ზრდას იწვევს. ამიტომ კრისტალიზაციის ნორმალური მსვლელობა საჭიროებს თხევადი ფაზის უწყვეტ მიწოდებას, რასაც დროის საწყის მომენტში ჯერ კიდევ აქვს ადგილი. მაგრამ შემდგომ მომენტში (ნახ. 3, ბ) კრისტალების ზრდისა და კრისტალიზაციის პირობების შეცვლის გამო თხევადი ფაზის მიწოდება კრისტალთშორის არეებში წყდება და ამ მომენტისა და წყლის დამყარების შედეგად გამოწვეული მოცულობის შემცირებით კომპენსაცია არ ხდება. ამის გამო კრისტალთშორის არეში მყოფ თხევადი ფაზის შრეებში წარმოიქმნება გაიშვითების კერები (ნახ. 3, გ), რომლებიც გამყარების პროცესის განვითარებასთან ერთად იზრდება და თვითრიგულად უნდა ქმნიდეს სიკარიელის შრეს თითოეული მარცხის გარშემო. მაგრამ, როგორც სპეციალურმა გამოკვლევებმა გვიჩვენა, რეალურ პირობებში ეს პროცესი უფრო რთულად ვითარდება: გაიშვითების კერების გაჩენა არღვევს კრისტალიზაციის ნორმალურ მსვლელობას და მათში ხდება თხევადი ფაზის გახსნილი აირების დანამატებისა და მინარევების ინტენსიური გამოყოფა. ამის გამო თითოეული კრისტალის გარშემო წარმოიქმნილი სიკარიელის შრე ნაწილობრივ იცხება თხევადი ფაზიდან გამოყოფილი აირებითა და სხვა ნივთიერებებით. გაიშვითების კერების წარმოქმნის მოვლენის აღმოჩენამ და მისი კრისტალიზაციის პროცესზე გავლენის შესწავლამ მნიშვნელოვანი ცვლილებები შეიტანა რეალურ კრისტალურ ნივთიერებათა აღნაგობისა და მისი დაბალი სიმტკიცის მიზეზებზე არსებულ შეხედულებებში. ჩატარებული გამო-



ა



ბ



გ

ნახ. 3. კრისტალიზაციის დროს გაიშვითების კერების წარმოქმნის სქემა

კვლევები გვიჩვენებს, რომ ლითონებსა და შენადნობებში მიკროსიკარიელეთა საერთო მოცულობა მათი მოცულობის 10—15% და მეტს უნდა შეადგენდეს და რომ იგი სიკარიელეებისა და დეფექტების მეტად რთულ სისტემას წარმოქმნის, რაც დიდ გავლენას ახდენს კრისტალურ ნივთიერებათა როგორც სიმტკიცეზე, ისე მის პლასტიკურ თვისებებზე.

ახალი მონაცემები კრისტალიზაციის პროცესების მსვლელობისა და კრისტალურ ნივთიერებათა აღნაგობის შესახებ საფუძვლად დაედო კრისტალურ ნივთიერებებში დეფექტებთან ბრძოლის ახალ საშუალებას — ნივთიერებათა თხევადი ფაზის წწევის ქვეშ კრისტალიზაციის პროცესების დამუშავებასა და მათ განსახორციელებლად საჭირო დანადგარების შექმნას. ჯერ აღრეა ამ პროცესების სრულ შესაძლებლობაზე ლაბარაკი, მაგრამ, როგორც საქართველოს მეცნიერებათა აკადემიის მეტალურგიის ინსტიტუტის ფოლადის წარმოების ლაბორატორიაში ჩატარებული გამოკვლევებიდან ჩანს, ახალი პროცესები უკვე 5—6 კგ/სმ² წწევის პირობებში ლითონებისა და შენადნობების სიმტკიცის 2-ჯერ, ხოლო მათი პლასტიკური თვისებების 3—8-ჯერ გადიდების საშუალებას იძლევა.

ლითონებისა და შენადნობების სიმტკიცის გადიდება ერთ-ერთი ძირითადი პრობლემაა, რომელიც დღას მეცნიერების წინაშე. ამ მიზნით ამჟამად ფართოდ გამოიყენება ისეთი ტექნოლოგიური პროცესები, როგორიცაა ციკვდება, თერმული და თერმომექანიკური დამუშავება, დამკვლევა და სხვ. მაგრამ ლითონებისა და შენადნობების სიმტკიცის გაზრდის ყველა არსებული წესის გამოყენება იწვევს პლასტიკური თვისებების გაუარესებას, რაც მკვეთრად ამცირებს მათი გამოყენების შესაძლებლობას. ამ მხრივ ლითონებისა და შენადნობების თხევადი ფაზის წწევის ქვეშ კრისტალიზაციის, რომელიც საშუალებას გვაძლევს ერთდროულად გავზარდოთ როგორც სიმტკიცე, ისე პლასტიკური თვისებები, ყველა ამჟამად არსებულ წესებთან შედარებით მეტად დიდი უპირატესობა აქვს. როგორც ცნობილია, ბევრი არალითონური კრისტალური ნივთიერება მრავალი შესანიშნავი თვისებით ხასიათდება, მაგრამ მათ გამოყენებას ტექნიკაში ხელს უშლის დაბალი პლასტიკური თვისებები. ახალი ტექნოლოგიური პროცესები მათი პლასტიკური თვისებების მნიშვნელოვნად გადიდების საშუალებას იძლევა, ეს კი დიდ როლს შეასრულებს არა მარტო მათი გამოყენების, არამედ ტექნიკის მთელი რიგი დარგების განვითარების საქმეშიც.

მეცნიერება

გეგმვა

230 მლნ ავტომობილია დღეს ჩვენს პლანეტაზე. მათი ძრავები ყოველ წამს პაერში გამოყოფს წვის პროდუქტებს, რომლებიც მაინც მიწაზე წვიმდებიან. მრავალი ქვეყნის მეცნიერებმა და ინჟინერებმა, ივარაუდეს, რომ პაერის გაქუქების წინააღმდეგ ბრძოლა მეტად რთულ პრობლემად გადაიქცეოდა (განსაკუთრებით კი მანქანებით გადატვირთულ დიდ ქალაქებში) და დროულად დაიწყო ისეთი ძრავის გამოყენების შესაძლებლობის ძიება, რომელიც მუშაობის დროს არ გამოყოფს მავნე აირებს.

მრავალი სპეციალისტი ამ მხრივ ყველაზე პერსპექტიულად ელექტროძრავას თვლის. აქამდე ელექტრომობილები დიდი ხანია ცნობილია. ჯერ კიდევ 1899 წელს რუსი ელექტროტექნიკოსი ი. რომანოვი პეტერბურგში ატარებდა თავისი „ელექტრული ეკიპაჟების“ საჯარო დემონსტრირებას. მისი მანქანების მობრუნება იკვებებოდა აქუმულატორებიდან. მათი მუხტი საკმარისი იყო 60 კმ-ზე. რომანოვის ორადგილიანი ეტლი იწონიდა 720 კგ-ს (წონის ნახევარი ბატარეებზე მოდიოდა) და შეეძლო 35 კმ/სთ-მდე სიჩქარის განვითარება.

მას შემდეგ, ცალკეული გამოგონებლებისა და მსხვილი ფირმების მრავალრიცხოვანი ცდის მიუხედავად, ვერ ხერხდებოდა ისეთ აქუმულატორთა კონსტრუქციების პოვნა, რომლებშიც შერწყმული იქნებოდა მცირე წონა, დიდი ტევადობა და დამზადების დასაშვები ღირებულება.

თუ შეუძლებელია მანქანაზე ელექტროენერგიის მარაგის გაზრდა, შეიძლება არსებობს მისი უფრო რაციონალური დახარჯვის საშუალება? ამ მიმართულებით დიდი სამუშაოები ტარდება მრავალ ქვეყანაში, მათ შორის ჩვენშიც.

კალინინგრადის ელექტროტრანსპორტის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითმა ინსტიტუტმა რიგის ელექტრომექანიკურ ქარხანასთან ერთად 1970 წელს შეიმუშავა და დამზადა მსუბუქი საბარგულის მ-0466 ექსპერიმენტული ნიმუში, რომელსაც აქვს აქუმულატორებზე მომუშავე მუდმივი დენის ელექტროძრავა. კონსტრუქტორებმა გადაუხვედნენ ძველი სქემიდან: ბატარეა — კონტროლიორი (ე. ი. გადაბრუნებელი) — მობრუნების და წვევის ძალის რეგულირებისათვის ტრისტორული მოწყობილობა გამოიყენეს. ამან

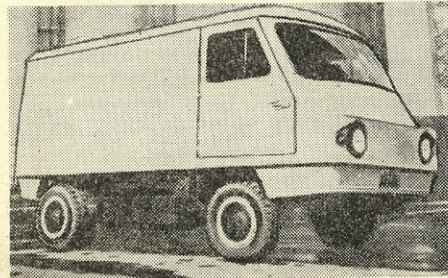
შესაძლებელი გახადა ენერგიის კარგვის (რომელიც აქუმულატორის რეგულირების დროს) მნიშვნელოვნად შემცირება. აქუმულატორი მანქანის დამუხრუჭების დროს ძრავას გადართვა გენერატორის მუშაობის რეჟიმში და ამგვარად აქუმულატორთა მიმუხტვა. ამ კონსტრუქციის დირსება ვლინდება მანქანის ქალაქში ექსპლუატაციისას, სადაც დამუხრუჭება განსაკუთრებით ხშირია. ამიტომ 0,5 ტ ტვირთამწეობის მ-0466 საბარგული განკუთვნილია დიდ ქალაქებში სასურსათო და სამრეწველო საქონლის მცირე პარტიების გადასახიდად.

იგი წარმოადგენს ფურგონს და იწონის 1700 კგ-ს. ეს საკმაოდ დიდია, თუ გავისწავნებთ, რომ VA3-451 M ფურგონი შიგაწვის ძრავიანად, რომელიც ტონა ტვირთზეა გათვალისწინებული, მასზე 140 კგ-ით მსუბუქია. თუმცა კონსტრუქციის შეფასებისას არ უნდა დავივიწყოთ, რომ კალინინგრადელთა ექსპერიმენტები მხოლოდ პირველი ნაბიჯია.



კალინინგრადის ელექტროტრანსპორტის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის მიერ შეიმუშავებულ მანქანათა ორი ვარიანტი

მანქანის აქუმულატორთა ბატარეის ტევადობა საკმარისია უწყვეტი მუშაობისათვის 2,5 საათის განმავლობაში 40 კმ/სთ სიჩქარით. ეს იმას ნიშნავს, რომ მ-0466-ის სვლის მარაგი შეადგენს დაახლოებით 100 კმ-ს. სოლიდური წონის მიუხედავად, „ელექტრული“ ფურ-



მ-0466 ექსპერიმენტული ელექტრომობილი. თვლებს შორის ჩანს მოზრდილი აქუმულატორიანი ყუთები. ძარა დამზადებულია მინალოსტისაგან. სპეციალისტების აზრით, ელექტრომობილები, პირველ ყოვლისა, გამოყენებას პოვებს დიდი ქალაქების მომსახურების სფეროში. ამიტომ ამ ტიპის პირველი სავალი მანქანა წარმოადგენს ფურგონს, რომელიც გათვალისწინებულია 500 კგ ტვირთზე



ინჟინერი თ. მაღრაძე

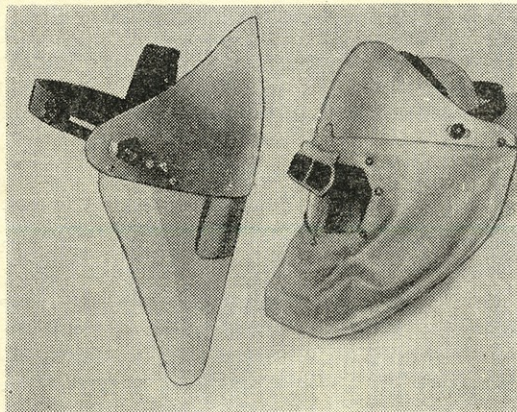
სამსხმელო, საგლინ და მარტენის სააპრობებში თბური გამოსხივების ინტენსიურობა 5—10-ჯერ აღემატება საპარის უღაბნოს სიციხეს. ასეთ პირობებში უხდება ყოფნა ჩვენი ქვეყნის ქარხნებში მომუშავე დაახლოებით 250 ათას ადამიანს.

სიცხისაგან დაღლილი საგლინის ღვანის ოპერატორი ძალუხნებურად ანელებს მუშაობის რიტმს. თბური სხივები თავისუფლად აღწევს ოპერატორის მომინულ კაბინაში. განსაკუთრებით დიდია სხივების ინტენსიურობა გავარდარებული ლითონის პულტთან გავლის დროს. 50°-ს მიღწეულ ჰაერის ტემპერატურას რამდენ-

ადმე ამცირებს კონდიციონერი. მისი მეშვეობით, რასაკვირველია, სუნთქვა ნაწილობრივ იოლდება. მაგრამ სხივები ძველებურადვე მწვავედ მოქმედებს.

ოპერატორის კაბინაში თბური სხივები შედარებით სუსტად მოქმედებს, ვიდრე გარე გარემოში. თბური სხივების ინტენსიურობა მინიმუმ 10-ჯერ უნდა აღემატებოდეს გარე გარემოში. თბური სხივების ინტენსიურობა მინიმუმ 10-ჯერ უნდა აღემატებოდეს გარე გარემოში. თბური სხივების ინტენსიურობა მინიმუმ 10-ჯერ უნდა აღემატებოდეს გარე გარემოში.

ნახ. 1. მგლინებისა და მეფოლადის ნიღბები, რომლებშიც გამოყენებულია ფერადი ორგანული მინები



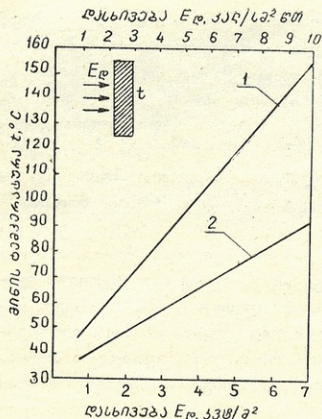
გონი საკმაოდ მკვირცხლია. ადგილიდან 40 კმ/სთ-მდე იგი გაქანდება 11 წამში. მაქსიმალური სიჩქარეა 45 კმ/სთ.

1971 წლის გაზაფხულზე წარმოებდა კალინინგრადის ელექტროტრანსპორტის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევით ინსტიტუტში შექმნილი საცდელი ნიმუშების შემდგომი გამოცდა. მათ შორის იყო კომპაქტური მსუბუქი ავტომობილიც. ორივე ნიმუში (სატვირთო და მსუბუქი) აღმოჩნდა მარტივი მართვასა და ექსპლუატაციაში. ავტომობილთა ენერგია საკმარისია 100 კმ-იან გარ-

ენაზე, ამასთან ელექტრომობილს შეუძლია 40—60 კმ/სთ სიჩქარით მოძრაობა. სპეციალისტებს მიაჩნიათ, რომ მანქანა, რომელიც საეჭრო ქსელს მოემსახურება, დღე-ღამეში გადის დაახლოებით 100 კმ-ს. დღის განმავლობაში დაცლილი ავტომობილები შეიძლება მიიმუხტოს და მე. ელექტროტრანსპორტის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტის თითქმის ერთდროულად ელექტრომობილებზე ექსპერიმენტები დაიწყო ერენის კარლ მარქსის სახელობის პოლიტექნიკურ ინსტიტუტშიც. მანქანა EpIII-1 შეიქმნა

VA3-451 შასზე. იგი განკუთვნილია აგრეთვე მალაზიების, საწყობების, დიდი ქალაქების საფოსტო განყოფილებების მომსახურებისათვის. ერევენლები შეიქმნა რეგულირების ტირისტორულ რეჟიმზე. 18 აკუმულატორით აღჭურვილ ავტომობილს შეუძლია მიმუხტვის გარეშე გაიაროს 70 კმ და განავითაროს 50 კმ/სთ სიჩქარე. შემდგომი ძიება ინსტიტუტს განზრახული აქვს ჩაატაროს ცვლილი დენის ძრავების გამოყენების მიმართულებით. ექსპერიმენტები გრძელდება.

ბ. ზოგისოზი



ნახ. 2. მიწა სტალინიტისა და „ზატოსის“ ტემპერატურის მახასიათებელი გრაფიკი თბური დასხივების სხვადასხვა ინტენსიურობისას. 1 — მიწა სტალინიტი, 2 — მიწა „ზატოსი“

ძვირია და ექსპლოატაციის დროს მოითხოვს ფაქიზ მოპყრობას. აღსანიშნავია ისიც, რომ ამ მიწაში ხილვადობაც დაბალია.

თბილისის შრომის დაცვის საკავშირო სამეცნიერო-კვლევით და მიწის სახელმწიფო ინსტიტუტების მეცნიერებმა წამოაყენეს წინადადება მეტალური ქანგის ლეგირებული აფსკით მიწის დაფარვის შესახებ. ეს აფსკა მედეგია ექსპლოატაციაში, უსაფრთხოა დარტყმების, მყავებისა და აირების მოქმედების მიმართ. ამგვარად მიღებული ახალი სითბომარეკლი ნაწრთობი მიწის (რომელსაც „ზატოსი“ უწოდეს) საცდელი პარტია წარმატებით გამოიყენა მაგნიტოგორსკის მეტალურგიულ კომბინატში, ჩელიაბინსკის მილსაგლინ ქარხანაში, რუსთავის მეტალურგიულ ქარხანაში და მოსკოვის ქარხანა „სერა ი მოლოტში“. წელიწადზე მეტია, რაც ეს მიწები ექსპლოატაციაშია ვოლგოგრადის ქარხანა „კრასნი ოქტიბრში“; ამასთან, მათი ექსპლოატაცია ხდება ისეთ ადგილებში, სადაც 1 სმ²-ზე წუთში ეცემა 15÷40 კალმელ სითბური ნაკალი (ეკვატორზე მზის „ძალა“ არ აღემატება 1,5÷2 კალ/სმ²-ს).

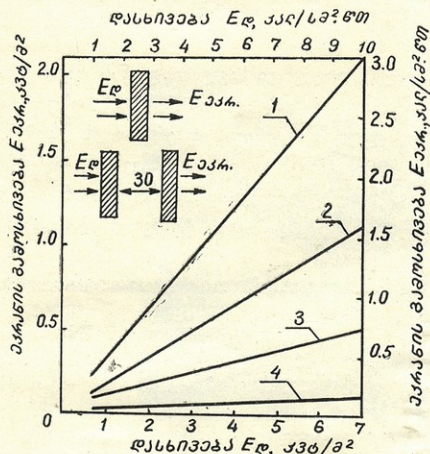
ნაწრთობმა სითბომარეკლმა მიწამ მკვეთრად გააუმჯობესა ოპერატორებისა და მემანქანების შრომის პირობები, გაზარდა შრომისნაყოფიერება, 2—3-ჯერ შემცირა კონდიციონერების მუშაობის დრო. „ზატოსით“ ერთმაგი შემინვისას კაბინაში მოხვედრილი სხივური ნაკალი 10-ჯერ მცირდება, ორმაგი შემინვისას — 80—100-ჯერ. ერთმაგი შემინვისას ინფრაწითელი სხივების გარტების კოეფიციენტი 1,5—10 მკმ სპექტრის შუალედში 0,12-ია. აფსკის მდგრადობა სამრეწველო პირო-

ბებში თითქმის განუსაზღვრელია, შეიძლება მინის რეცხვა, წმენდა ჯაგრისით. ერთმაგი მინაში ხილვადობა 80%-ია, ორმაგი — 75%, ე. ო. პრაქტიკულად ახლოსაა ჩვეულებრივი მინის ხილვადობასთან. მინის სარკისებრი ეფექტი უმნიშვნელოა და არ უშლის ხელს მომუშავეს.

მიწა სტალინიტითა და „ზატოსით“ ერთმაგი შემინვისას დასხივების სხვადასხვა ინტენსიურობისას მიწის ზედაპირის ტემპერატურის მახასიათებლის გრაფიკული გამოსახულება ნაჩვენებია მე-2 ნახ-ზე, ხოლო ხილვადი ეკრანის — მიწის მიერ თბური სხივების გატარების სიდიდე ამ მიწების ერთმაგი და ორმაგი შემინვისას — მე-3 ნახ-ზე. აღნიშნული გრაფიკული გამოსახულებებიდან კიდეც უფრო ნათლად ჩანს მიწა „ზატოსის“ თბური დაცვითი თვისებების ეფექტურობა.

ცხელი საამქროების ამწეების კაბინებში და მართვის პულტებში მიწა „ზატოსი“ გამოყენებისათვის ავტორის ა. ბაბალოვს მიეცა საავტორო მოწმობა.

მიწა „ზატოსი“ ყველაზე მეტად საჭიროა მრეწველობის სხვადასხვა დარგის ცხელი საამქროებისათვის. „ზატოსზე“ მოთხოვნილება ყოველდღიურად იზრდება.



ნახ. 3. ხილვადი ეკრანის — მიწების თბური დაცვითი მახასიათებელი მრუდები. 1 — მიწა სტალინიტი, 2 — მიწა „ზატოსი“, 3 და 4 — მიწა სტალინიტისა და „ზატოსის“ კომბინაციები საპერო შუაშით, E_p — საწყისი დასხივება, $E_{აჟ}$ — ეკრანის გამოსხივება

დღეისათვის მარტო საბჭოთა კავშირის შავ მეტალურგიას ესაჭიროება 50 ათასი მ² მიწა. გდრ-ის ქარხნებიც დაინტერესებულია მსგავსი მინით.



დოცენტი პ. ბრატონაძე

თანამედროვე ცივილიზაცია და ტექნიკური პროგრესი წარმოუდგენელი იქნებოდა ზღვებსა და ოკეანეებზე ადამიანის ბატონობის გარეშე. საზღვაო ტრანსპორტი მნიშვნელოვან როლს ასრულებს ქვეყნის სახალხო მეურნეობისა და საერთაშორისო ვაჭრობის განვითარებაში.

საზღვაო ტრანსპორტი საბჭოთა ხელისუფლების წლებში გადაიქცა სახალხო მეურნეობის მოწინავე დარგად. გადაიჭრა კაპიტალისტური საფრახტო ბაზრისაგან საბჭოთა კავშირის საგარეო ვაჭრობის დამოუკიდებლობის ამოცანა.

ჩვენი ქვეყნის საზღვაო ტრანსპორტის განვითარებაში თავისი წვლილი საბჭოთა საქართველოსაც შეაქვს.

საბჭოთა ხელისუფლების დამყარების დროს საქართველოს ნავსადგურები და გემთშემკეთებელი სახელოსნოები საუალღო მდგომარეობაში იმყოფებოდა. ნავსადგურები ნახევრად დანგრეული იყო. მენშევიკებმა თითქმის მთელი ადგილობრივი სავაჭრო ფლოტი გაიტაცეს. მიყენებული ზარალის გამო 1921 წლის პირველ ნახევარში არც ერთი ნავსადგური არ მუშაობდა.

უშიშმესი ეკონომიური პირობების მიუხედავად, 1923 წელს კომუნისტურმა პარტიამ და საბჭოთა მთავრობამ შეძლეს ნავსადგურებისა და მათი სახელოსნოების შესაკეთებლად სპეციალური თანხის გამოყოფა, რამაც დაჩქარა მათი აღდგენა, გააუმჯობესა ტვირთბრუნვის მაჩვენებლები.

სახალხო მეურნეობის აღდგენითი პერიოდის დასასრულს ბათუმის ნავსადგური ტვირთბრუნვის მოცულობით წინ უსწრებდა საბჭოთა კავშირის მთელ რიგ ნავსადგურებს და მხოლოდ ვლადივოსტოკის ნავსადგურს ჩამორჩებოდა. ფოთის ნავსადგურის ეს მაჩვენებელი უფრო დაბალი იყო.

პირველი ხუთწლეულების პერიოდში განსაკუთრებით დიდი ღონისძიებები ჩატარდა ნავსადგურების ტექნიკური აღჭურვილობის დონის ასამაღლებლად. ფოთის ნავსადგურის მუშაკთა ინიციატივით 1929 წლიდან დაიწყო ხორბლის მექანიზებული გადმოტვირთვა, ხოლო 1930 წლიდან ტვირთის ბაქანზე გადასატანად გამოიყენეს ელექტროძრავიანი ტრანსპორტიორები. პირველი მძლავრი ელექტროსანაოსნო აშქე ფოთის ნავსადგურში 1932 წელს დაიდგა. შემდეგ წლებში მექანიზაციის დონე თანდათან მაღლდებოდა. მექანიზაციის დანერგვამ ხელი შეუწყო ახალი პროფესიების ათვისებას, შრომის-ნაყოფიერების ზრდას.

მნიშვნელოვან იზრდებოდა მექანიზებულ სამუშაოთა ხვედრითი წილი ტვირთის დამუშავებაში; მაგალითად, 1932 წელს ფოთის ნავსადგურში მექანიზებულად დამუშავდა ტვირთის მხოლოდ 8%, 1940 წელს — 89,1%. ომის პირველ პერიოდში მექანიზაციის დონე ნაწილობრივ დაეცა (1943 წელს 72,8% იყო), მაგრამ 1944 წლიდან კვლავ მკვეთრად ამაღლდა და 89%-ს მიაღწია. 1959 წლიდან ფოთის ნავსადგურში ტვირთების დამუშავების ძირითადი ოპერაციები მთლიანად მექანიზებულია.

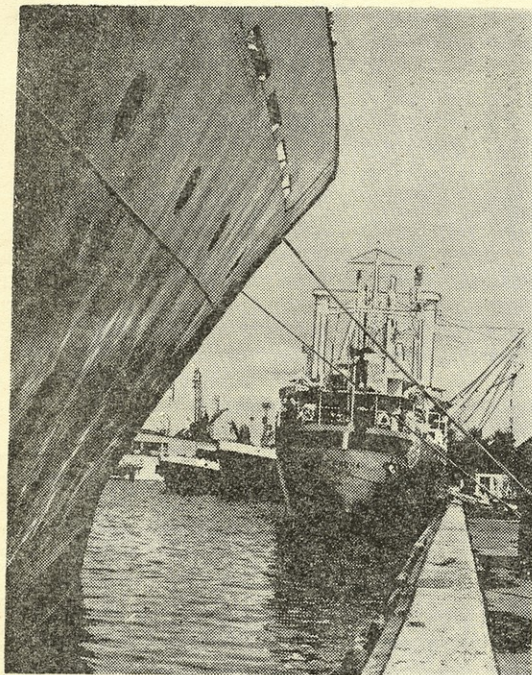
დიდი სამამულო ომის პერიოდში საქართველოს ნავსადგურთა კოლექტივებს განსაკუთრებით ძნელ პირობებში უნდებოდათ მუშაობა. სავაჭრო ფლოტი აქტიურად მონაწილეობდა სევასტოპოლისა და ოდესის დაცვაში. სავაჭრო ფლოტით გადაჰყავდათ ჯარის ნაწილები და ევაკუირებული მოსახლეობა, გადაჰქონდათ საჭურველი, სურსათი.

დიდი სამამულო ომის შემდგომ პერიოდში სწრაფად იზრდებოდა ტვირთბრუნვის მოცულობა; მაგალითად, ბათუმის ნავსადგურში 1959 წელს 1940 წელთან შედარებით დამუშავებული ტვირთის მოცულობა 50%-ით და მეტად გაიზარდა.

საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტის ტვირთის გატანის სტრუქტურაში ჰარბოზს ნავთობი და მისი პროდუქტები, შემდგომ მიდის მინდნული; მაგალითად, 1965 წელს გატანილი ტვირთის 65,3% მოდიოდა ნავთობსა და ნავთობპროდუქტებზე, 26,6% — მანქანებზე, ხოლო 6,1% — სხვა ტვირთზე, შემოსული ტვირთის მიხედვით ნავთობზე მოდიოდა 21,3%, ქვანახშირზე — 27,9, მარცვლეულზე — 14,8, სხვა საქონელზე — 31%.

უკანასკნელ წლებში მნიშვნელოვნად გაიზარდა როგორც საზღვაო ტრანსპორტის ტვირთბრუნვა, ისე შესრულებული ტონამილის რაოდენობა. 1968 წელს საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტმა შეასრულა 5406 მლნ ტონამილის ოპერაციები, აქედან 3139 ტონამილი მოდიოდა საზღვაოპორტის ტვირთბრუნვას.

საქართველოს ნავსადგურებში შესამჩნევად გაიზარდა უცხოეთთან ტვირთბრუნვის ხვედრითი წილი; მაგალითად, ბათუმის ნავსადგურით საბჭოთა კავშირი მსოფლიოს 30 სახელმწიფოს უკავშირდება, რაც სავაჭრო და



ფოთის ნავსადგურში

კულტურული ურთიერთობის გაფართოებასა და განვითარებას უწყობს ხელს.

დატვირთვა-გადმოტვირთვის ოპერაციების შესასრულებლად მექანიზაციის ფართოდ გამოყენების შედეგად საქართველოს ნავსადგურებში წლითიწლით მცირდება ერთი ტონა ტვირთის დამუშავების თვითღირებულება; მაგალითად, ბათუმის ნავსადგურში 1959 წელს ერთი ტონა ტვირთის დამუშავების თვითღირებულება უდრიდა 1,33 მანეთს, ხოლო 1968 წელს — 0,59 მანეთს (ახალი კურსით).

სისტემატურად მატულობს მგზავრთა ნაკადი საქართველოს საზღვაო ნავსადგურებში. უკანასკნელი ათი წლის განმავლობაში (1960—1970 წწ.) საქართველოს ნავსადგურებიდან მგზავრების გადაყვანა თითქმის ორჯერ გაიზარდა და 1,01 მლნ კაციდან 1,81 მლნ კაცს მიიღწია. მგზავრები ძირითადად ბათუმისა და ფოთის ნავსადგურებიდან გადაჰყავდათ. განსაკუთრებით კარგი მაჩვენებლები აქვს ბათუმის ნავსადგურს.

მნიშვნელოვნად უმჯობესდება ნავსადგურების მუშაობის სხვა მაჩვენებლებიც. კერძოდ, ამ ბოლო წლებში საგრძნობლად გაიზარდა გემობრუნვა. 1968 წელს ფოთის ნავსადგურში შემოვიდა და გადმოტვირთეს 855 გემი.

საზღვაო და რკინიგზის ტრანსპორტის წარმატებები ბევრადაა დამოკიდებული მათ შეთანხმებულ და კოორდინირებულ მუშაობაზე. ვაგონების მიწოდების გრაფიკის დარღვევა აფერხებს ნავსადგურების კოლექტივის მუშაობას. აქ ყოველდღიურად ივსება შესასრულებელი სამუშაოები, გამოიყოფა მუშაკები, საჭირო მანქანები, ტექნიკა, ამიტომ გრაფიკის უმნიშვნელო დარღვევაც კი იწვევს წარმოების პროცესის შეფერხებას, მუშაებისა და მექანიზმების მოცდენას.

ვაგონების დავიანებით მიწოდების გამო მიღებული ტვირთის თითქმის ნახევარი გემებიდან ჯერ საწყობებში გადაიტვირთება, შემდეგ კი — ვაგონებში და დანიშნულებისამებრ იგზავნება. ტვირთის ორმაგი დამუშავება არა მარტო აძვირებს და ზრდის შესასრულებელ სამუშაოთა მოცულობას, არამედ იწვევს საწყობების გადატვირთვასა და მოძრავი შემადგენლობის გაუმართლებელ მოცდენას.

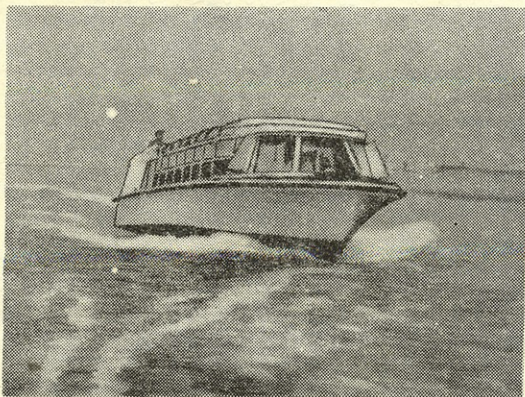
ბოლო წლებში ფიზიკურ ტვირთსა და ტონა-ოპერაციებს შორის არსებული დიდი სხვაობა შემცირდა, მაგრამ ტვირთის აარაგაციონალური გადანაცვლების შემთხვევებს კვლავ აქვს ადგილი.

ტონა-ოპერაციების შემცირება შესაძლებელია რკინიგზისა და საზღვაო ტრანსპორტის შეთანხმებული მუშაობით, ნავსადგურებში ვაგონების დროულად მიწოდებით, შუალედი ოპერაციების გარეშე ტვირთის გემებიდან პირდაპირ ვაგონებში დატვირთვით და პირიქით.

ზემოაღნიშნულ ნაკლოვანებათა აღმოფხვრა შეიძლება ნავსადგურებისა და რკინიგზის ტრანსპორტის აღმინისტრაციის ერთობლივი მოქმედებით.

საბჭოთა საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტის განვითარების ისტორიაში უმნიშვნელოვანესი მოვლენა 1967 წელს მძლავრი სტანკერო ფლოტის მქონე საქართველოს საზღვაო სანაოსნოს შექმნა ბათუმში. სანაოს-

ბათუმის გემთსაშენებელ ქარხანაში გამოშვებული 40-ადგილიანი სამგზავრო კატარა



ნოს შექმნის შემდეგ მნიშვნელოვნად გაუმჯობესდა საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტის მუშაობის ტექნიკურ-ეკონომიური მაჩვენებლები. ტვირთბრუნვისა და მგზავრების გადაყვანის გაუმჯობესებამ თვალსაჩინოდ გაზარდა საზღვაო ტრანსპორტის შემოსავალი. 1968 წელს საქართველოს საზღვაო სანაოსნოს საბალანსო მოგება უდრიდა 12 858 ათას მანეთს, ხოლო 1969 წელს — 13 958 მანეთს; ზეგეგმიტმა მოგება კი 1136 ათასი მანეთი შეადგინა. ამგვარად, საქართველოს საზღვაო სანაოსნო მომგებიანი მეურნეობაა.

საგრძნობლად გაიზარდა ნავსადგურების ძირითადი წარმოებითი ფონდები, კაპიტალდაბანდება და საზღვაო ტრანსპორტის პერსონალი.

მექანიზაციის დონის მნიშვნელოვანი ამაღლების მიუხედავად, ნავსადგურში გაიზარდა მუშაყელის რაოდენობა; მაგალითად, ფოთის ნავსადგურში 1968 წელს დასაქმებული იყო 1 609 კაცი, 1969 წელს — 1 645, ხოლო 1970 წელს — 1 735 კაცი. მატება ძირითადად მუშების ხარჯზე მოხდა. მუშათა რაოდენობის ზრდის ასეთივე ტემპი შეინიშნება სხვა ნავსადგურებში. მუშების რიცხვის ზრდა ნავსადგურის ტვირთბრუნვის სწრაფი მატებითა და მთელ რიგ სამუშაოზე ხელით შრომის გამოყენებით აიხსნება. აღსანიშნავია ისიც, რომ ყველა სახის ტვირთის დამუშავების მექანიზაცია თანაბრად არ ხერხდება, მაგალითად, ზამბის დატვირთვა-გადმოტვირთვის ოპერაციების მექანიზაცია მეტად დაბალ დონეზეა.

მნიშვნელოვნად გადიდა საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტის წვლილი ერთობლივ საზოგადოებრივ პროდუქტსა და ეროვნულ შემოსავალში. 1962 წელს ჩვენი რესპუბლიკის საზღვაო ტრანსპორტის საერთო პროდუქტმა 8,5 მლნ მანეთი შეადგინა, აქედან წმინდა პროდუქტია უდრიდა 6,4 მლნ მანეთს, 1968 წლისათვის ეს მაჩვენებლები შესაბამისად 26,6 და 12,8 მლნ მანეთამდე გადიდა.

სადავლიანი წყალქვეშაფრთიანი საზღვაო თბომავალი „კომეტა“



ზემომოყვანილი მაჩვენებლები ნათლად მიუთითებს საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტის ეკონომიური პოტენციალისა და სახალხო მეურნეობაში მისი როლის ზრდაზე. მიუხედავად ამისა, საზღვაო ტრანსპორტის განვითარების ტემპი ჩამორჩება ჩვენი რესპუბლიკის ტრანსპორტის სხვა სახეობათა განვითარების ტემპებს, უკანასკნელი 8 წლის განმავლობაში რკინიგზისა და საავტომობილო ტრანსპორტის ტვირთბრუნვას მაჩვენებლები 30%-ით და უფრო მეტად გაიზარდა, მაშინ როცა საზღვაო ტრანსპორტის ტვირთბრუნვაში უმნიშვნელო მატება აღინიშნება.

ნაოსნობის განვითარებასთან ერთად საქართველოში შეიქმნა გემთშენებელი მრეწველობა. ომის შემდგომ პერიოდში ბათუმის გემთსაშენებელი ქარხანა აშენებდა მრავალი ტიპის საზღვაო ერთეულს. 1949 წელს დაიწყო მშრალი ტვირთის ლითონის ბარკების მშენებლობა, ხოლო 1950 წელს ოთქლის საზღვაო მანქანების, აგრეთვე თვითმტვირთავ „მ-14-ის“ წარმოება. 1952 წლიდან ბათუმის ქარხანაში გემთშენებლობის ხვედრითი წონა საგრძნობლად გაიზარდა. გეგმით გამოშვებული საერთო პროდუქციის მესამედზე მეტი ახალი გემების მშენებლობაზე მოდიოდა, დანარჩენი — შეკეთებაზე. 1956 წლიდან ქარხანა უშვებდა „ბ-1“ ტიპის კატარას, 1958 წლიდან — 150 ცხენისძალიან სამგზავრო თბომავალს, 1959 წლიდან — „ვოლგის“ ტიპის საზღვაო წყალქვეშაფრთიან სასივრთო კატარას, ხოლო 1961 წლიდან — წყლის ტროლიგბუსის ტიპის პლასტმასის 40-ადგილიან კატარალებს. 1960 წლიდან ქარხნის ერთ-ერთ ძირითად პროდუქციას წარმოადგენს კატარა „ვოლგა“.

საქართველოს სიაშიყვას ასადგილიანი წყალქვეშაფრთიანი საზღვაო თბომავალი „კომეტა“, რომელსაც აშენებს ორჯონიკიძის სახელობის ფოთის გემთშენებელი ქარხანა. ქარხნის კოლექტივმა პირველი „კომეტა“ საჩუქრად მიუძღვნა სკკპ XXII ყრილობას.

საქართველოს საზღვაო ტრანსპორტს განვითარების დიდი პერსპექტივები აქვს. უახლოეს პერიოდში ტვირთუნვა დაახლოებით 1,6-ჯერ გაიზარდება. გათვალისწინებულია ნავსადგურების უახლოესი ტექნიკით აღჭურვა, რითაც თვალსაჩინოდ გაიზარდება შრომისნაყოფიერება, საზღვაო ფლოტი შეივსება ახალი კომფორტაბელური და სპეციალური დანიშნულების გემებით, აშენდება ასობით ახალი კატარა და თბომავალი.

უახლოეს მომავალში აიგება ფოთის ნავსადგურის ახალი საზღვაო ვაგზალი და ორი სატვირთო ნავმისადგომი; ბათუმის ნავსადგურში მწყობარში ჩადგება ახალი სამგზავრო ნავმისადგომი და სხვ. აღნიშნულ ღონისძიებათა განხორციელების შედეგად განმტკიცდება საქართველოს საზღვაო სანაოსნოს ეკონომიკა, კიდევ უფრო გაიზარდება საზღვაო ტრანსპორტის როლი ჩვენი რესპუბლიკის სამეურნეო და კულტურულ ცხოვრებაში.



პროფესორები **მ. მირინაშვილი**, **ვ. პარპაძე**

დიდი ოქტომბრის სოციალისტური რევოლუციის გამარჯვების პირველსავე წლებში პეტერბურგსა და მოსკოვში გაიხსნა სამეცნიერო-კვლევითი ინსტიტუტები, რომლებშიც მნიშვნელოვანი სამეცნიერო და ტექნიკური საკითხები წყდებოდა. 1920 წლის იანვარში პეტერბურგში პროფესორ დ. როდესტვენსკის ხელმძღვანელობით შეიქმნა ატომური კომისია, რომლის მუშაობაში აქტიურ მონაწილეობას იღებდა ამჟამად ჩვენი სახელოვანი მეცნიერი, საქართველოს სსრ მეცნიერებათა აკადემიის საპატიო პრეზიდენტი ნ. მუსხელიშვილი. დაიწყო სამეცნიერო-კვლევითი შინაარსის ფიზიკური კურნალების გამოსვლა, სასწავლო-სამეცნიერო ლიტერატურის ბეჭდვა, მეცნიერთა მივლინებები, უცხოური ფიზიკური ლიტერატურის თარგმნა, კონფერენციების მოწვევა და სხვ.

1930-იანი წლებიდან იწყება ბირთვული ფიზიკის ინტენსიური განვითარება. შეიქმნა ელემენტარულ ნაწილაკთა ამჟიარებლები: ვან დე გრაფი (1930 წ.) და ციკლოტრონები (1931 წ.). 1930 წელს ფურნიემ გამოთქვა მოსაზრება, რომ ატომის ბირთვის შემადგენელ ერთ-

ერთ ნაწილაკად უნდა მივიჩნიოთ ის ნაწილაკი, რომლის მასა ერთეულის ტოლია, მუხტი კი არ გააჩნია. ორი წლის შემდეგ, 1932 წლის თებერვალში, ჯ. ჩედვიკმა გამოაქვეყნა თავისი ექსპერიმენტული შედეგები, რომელთა თანახმად რამდენიმე წლით ადრე აღმოჩენილი ბერლიუმის სხივები წარმოადგენს არა ფოტონების, ნაყდას, როგორც ამას ადრე ფიქრობდნენ, არამედ ახალი ნეიტრალური ნაწილაკების ნაკადს, რომელთა მასები პროტონების მასების რიგისაა. ამ ნაწილაკებს ჩედვიკის წინადადებით „ნეიტრონები“ ეწოდა (ლათინური სიტყვიდან „neutron“, რაც სიტყვასიტყვით ნიშნავს: „არც იქით, არც აქეთ“).

უკვე საკმარისი ინფორმაცია დაგროვდა იმისათვის, რომ შექმნილიყო ატომის ბირთვის ისეთი მოდელი, რომელიც სინამდვილეს ასახავდა. ჩედვიკის შრომის გამოქვეყნებიდან სამი თვის შემდეგ, 1932 წლის 28 მაისს, ჟურნალში „Nature“ გამოქვეყნდა ახალგაზრდა საბჭოთა ფიზიკოსის ღიმიტრი ივანენკოს სტატია, რომელშიც წარმოდგენილი იყო ატომის ბირთვის ახალი მოდელი. ამ მოდელის თანახმად ბირთვის ძირითად სტაბილურ ნაწილაკებად აღიარებულია პროტონი და ნეიტრონი. ერთი თვის შემდეგ ბირთვის ანალოგიური მოდელი წამოაყენა გერმანელმა ფიზიკოსმა ვერნერ ჰაიზენბერგმა. ამიტომ თანამედროვე ფიზიკის ლიტერატურაში ამ მოდელს ივანენკო-ჰაიზენბერგის მოდელი ეწოდა (მიმდინარე წლის მაისში ამ მოდელს არსებობის ორმოცი წელი შეუსრულდა). შეიძლება თამამად ითქვას, რომ ბირთვის პროტონ-ნეიტრონულმა მოდელმა მრავალ გამოცდას გაუძლო და დღესაც მთავარ დასაყრდენს წარმოადგენს ყველა მკვლევარისათვის ბირთვულ ფიზიკაში.

გამოჩენილი საბჭოთა თეორეტიკოსი-ფიზიკოსი, მ. ლომონოსოვის სახელობის მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის პროფესორი, სახელმწიფო პრემიის ლაურეატი, ქართველი ფიზიკოსების მოამაგე და მეგობარი ღიმიტრი ღიმიტრის ძე ივანენკო დაიბადა 1904 წლის 29 ივლისს ქ. პოლტავაში. 16 წლისა ამთავრებს საშუალო სასწავლებელს და მასწავლებლობას იწყებს პოლტავის საშუალო სასწავლებელში. პარალელურად სწავლას აგრძელებს პოლტავის პედაგოგიური ინსტიტუტის ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტზე. მაგრამ ამ ფაკულტეტის მასწავლებლებმა მხოლოდ ნაწილობრივ დააკმაყოფილეს ივანენკოს ცნობისმოყვარეობა, რის გამოც 1923 წელს იგი გადავიდა ლენინგრადის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკა-მათემატიკის ფაკულტეტის II კურსზე (ფიზიკის სპეციალობით). 1924 წელს ლენინგრადში შედგა ფიზიკოსთა ყრილობა. ყრილობაზე მოწვეული იყვნენ უცხოელი ფიზიკოსებიც. მათ შორის იყო ავსტრიელი ფიზიკოსი პაულ ერენფესტი, რომელმაც მრავალი წელი დაჰყო საბჭოთა კავშირში. ერენფესტმა დიდი გავლენა მოახდინა ახალგაზრდა ივანენკოზე. ივანენკო იგონებს: „გარდა იმისა, რომ მე მისგან თეორიული ფიზიკის ბევრი პირველხარისხოვანი სა-

კითხი შევისწავლე, მისი მიზანძაც დავიწყე: შრომაში, ლექციების კითხვაში, ახალგაზრდა ფიზიკოსების დახმარებაში და სხვ.“.

1924 წლიდან ლენინგრადის უნივერსიტეტში სწავლას აგრძელებს ბაქოდან ჩასული ლევ ლანდაუ (შემდეგში მსოფლიოში სახელმწიფო ფიზიკოსი). ივანენკოსა და ლანდაუს შორის მალე გაიბა მეცნიერული და მეგობრული კავშირი. სამეცნიერო წრეებსა და სემინარებზე ისინი ერთობლივი მოხსენებებით გამოდიოდნენ, პირველი სამი შრომაც ერთად გამოაქვეყნეს.

უნივერსიტეტის დამთავრების შემდეგ, 1926 წელს, ივანენკომ მუშაობა დაიწყო სსრ კავშირის მეცნიერებათა აკადემიის ფიზიკა-მათემატიკის ინსტიტუტზე. 1929-1935 წლებში მუშაობდა ლენინგრადის ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტში. 1929 წელს იგი მონაწილეობდა ხარკოვში გამართულ საბჭოთა თეორეტიკოს ფიზიკოსთა I საკავშირო კონფერენციის მუშაობაში. ამ კონფერენციაზე საქართველოს სსრ-დან მივიღნებულ იყო პროფესორი ნ. მუსხელიშვილი.

1935-1936 სასწავლო წლიდან დ. ივანენკო სამუშაოდ ტომსკის უნივერსიტეტსა და ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტში გადავიდა, ხოლო 1939 წლიდან 1943 წლამდე სვერდლოვსკის უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტზე მუშაობდა. 1943 წლიდან ღრმად ივანენკო მოსკოვის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ფიზიკის ფაკულტეტის პროფესორია.

1929-1935 წლებში, გარდა ბირთვის ზემოხსენებულ პროტონ-ნეიტრონული მოდელისა, ივანენკომ ი. ტამთან ერთად განავითარა ბირთვული წყვილი ძალების თეორია. პირველად ამ ავტორებმა გვიჩვენეს, რომ შეიძლება არსებობდეს სხვადასხვა ტიპის ახლომდებარე გაცვლითი ძალები, რომლებიც განპირობებულია ნულოვანი მოსვენებითი მასების მქონე ნაწილაკების გაცვლით. ტამ-ივანენკოს თეორია ბირთვული ძალების გაცვლითი ხასიათის შესახებ შემდგომში განავითარა იაპონელმა ფიზიკოსმა კ. იუკავამ და არსებითი როლი შეასრულა ბირთვული ძალების მეზონური თეორიის შექმნაში. ამ უკანასკნელმა ფუნდამენტური მნიშვნელობა მიიღო ელემენტარულ ნაწილაკთა ურთიერთქმედების ბუნების თანამედროვე გაგებაში.

ციმბირის ფიზიკა-ტექნიკის ინსტიტუტში დ. ივანენკომ ა. სოკოლოვთან ერთად მნიშვნელოვანი შრომები შექმნა თეორიულ ფიზიკაში: აღსანიშნავია დირაკის განტოლების მეორადი დავანტის თეორიის განვითარება; შრომები პროტონებისა და ნეიტრონების საკუ-

თარი ენერგიის შესახებ, რომლებშიც სადუმად ჩაყარა ელემენტარული ნაწილაკების არარსები თეორიის მიმართულებას. დ. ივანენკომ არსებითი წვლილი შეიტანა ღვარების კასკადური თეორიის დამუშავებაში, არარსებულ კვანტურ მექანიკაში, ელემენტარული მეზონების ურთიერთქმედების თეორიაში და ბირთვული ძალების ბუნების ასსნის დროს ამ თეორიის როლის გარკვევაში. ამავე პერიოდში დ. ივანენკო მონაწილეობას იღებს სინათლის ნეიტრონული თეორიის შექმნის პრობლემის დამუშავებაში.

1944 წელს მოსკოვის უნივერსიტეტში ი. პომერანჩუკის თანაავტორობით დ. ივანენკომ იწინასწარმეტყველა ულტრაგაღვიწიების ელექტრონების ელექტრომაგნიტური გამოსხივების ახალი სახე, რომელსაც შემდგომში „მნათი ელექტრონები“ უწოდეს. ეს გამოსხივება მალე ექსპერიმენტულად აღმოაჩინეს ელექტრონულ ამჩქარებლებზე. ამ გამოსხივების თეორია შემდგომში განავითარეს დ. ივანენკომ, ა. სოკოლოვმა და მათმა მოწაფეებმა (ი. პომერანჩუკმა, ლ. არკიმოვიჩმა და დასავლეთის ფიზიკოსებმა). ივანენკო-პომერანჩუკის მიერ ნაწინასწარმეტყველები „მნათი ელექტრონები“ პირველხარისხოვან როლს ასრულებს ციკლურ ელექტრონულ ამჩქარებლებში. ეს მოვლენა საშუალებას გვაძლევს განვსაზღვროთ ის უდიდესი ენერგია, სადამდეც შეიძლება ნაწილაკების აჩქარება ბეტატრონებსა და სინქროტრონებში. 1951 წელს დ. ივანენკო, ა. სოკოლოვი და ი. პომერანჩუკი სახელმწიფო პრემიით დააჯილდოვეს.

დ. ივანენკოს დიდი დამსახურება მიუძღვის გრავიტაციის (მიზიდულობის) თეორიის განვითარებაში. მან ვ. ფოკანს ერთად შექმნა გრავიტაციულ ველთან ელექტრონის ურთიერთქმედების თეორია. ამ თეორიამ განსაკუთრებული მნიშვნელობა პოვა; იგი უკვე 43 წელია, რაც წარმატებით ვითარდება როგორც საბჭოთა კავშირში, ისე უცხოეთში. 1946 წელს დ. ივანენკომ წამოაყენა მეტად მნიშვნელოვანი ჰიპოთეზა გრავიტაციული ველისა და ჩვეულებრივი მატერიის ურთიერთგარდაქმნის შესახებ, რაც შემდგომში საბჭოთა და ამერიკელმა ფიზიკოსებმა განავითარეს. დ. ივანენკოს ეს ჰიპოთეზა მრავალი სასარგებლო დისკუსიის ამოსავალ პუნქტად გადაიქცა. ამავე წელს ი. კურჩატოვის დახმარებით დ. ივანენკომ პირველმა დაასხივა სასოფლო-სამეურნეო კულტურები ტიპირიაზევის სახელობის სასოფლო-სამეურნეო აკადემიაში.

დ. ივანენკო და მისი მრავალრიცხოვანი მოწაფეების შრომები ფიზიკის მრავალ დარგს შეეხო, კერძოდ, ვე-

ლის კლასიკურ და არაწრფივ კვანტურ თეორიას; ანო-
მალურ სპინორებს; პოზიტრონიუმის, მეზო-ატომების,
ჰიპერბირთვების თეორიას; ელემენტარული ნაწილაკე-
ბის რეზონანსულ მდგომარეობებს; თანამედროვე ფი-
ზიკის ფილოსოფიურ საკითხებს; ფიზიკის ისტორიას
და სხვ.

ივანეწო კარჩავეტილი მეცნიერი როდია, მის მოწა-
ფეებს შებენდებით არა მარტო რუსეთში, არამედ ჩვენი
დიდი კავშირის მოძმე რესპუბლიკებშიც. დ. ივანეწოს
დიდი ღვაწლი მიუძღვის საქართველოს ფიზიკოსთა მეც-
ნიერულ ზრდა-განვითარებაში. იგი კონსულტაციას
უწევდა პროფესორ დ. ლოლობერიძეს, მასთან საასპი-
რანტო წვრთნას გადიოდა საქართველოს სსრ მეცნიერე-
ბათა აკადემიის აკადემიკოსი ვ. მამასახლისოვი, ხოლო
დოქტორანტურას — აკადემიის წევრ-კორესპონდენტი
მ. მირიანაშვილი. ამავე მიზნით იყო მასთან მივლინე-
ბული პროფესორი ვ. პარკაძე, პროფესორები დ. კურ-
დელვაიძე (მოსკოვის უნივერსიტეტი) და ი. ლომსაძე
(უეგოროდის უნივერსიტეტი); ივანეწოს მუდმივი კონ-
სულტაციებით სარგებლობდნენ დოცენტები ბ. გურგე-
ნიძე, ხ. ხალვაში, შ. გობეჯიშვილი, ასპირანტი ო. შენ-
გელაია, თბილისის სახელმწიფო უნივერსიტეტის ასპი-
რანტები და მრავალი სტუდენტი. ფართოდაა ცნობილი
მისი ორგანიზატორული ნიჭი საკავშირო და საერთაშო-
რისო სიმპოზიუმებისა და კონფერენციების მოწყობაში,
ფართო მასებში ფიზიკის აქტუალური საკითხების პო-
პულარიზაციაში, კვანტურ მექანიკისა და თეორიული
ფიზიკის სხვა ახალი დარგების ტერმინოლოგიის დადგე-
ნაში, სახელმძღვანელოებისა და ვრცელი მონოგრაფიე-
ბის შედგენაში, დასავლეთის წამყვანი ფიზიკოსების
შრომების თარგმნასა და რედაქტირებაში და სხვ. ივა-
ნეწოს მიერ შემოთავაზებული ზოგიერთი ფიზიკური
ტერმინი საერთაშორისო ლიტერატურაში დამკვიდრდა;
მაგალითად, „ფეროელექტრიკები“, „მეზონინამიკა“ და
სხვ. მნიშვნელოვანია დ. ივანეწოს როლი ახალგაზრდა
საბჭოთა ბირთვული ფიზიკის ორგანიზაციაში, გრავიტა-
ციის საბჭოთა კომისიის შექმნაში და სხვ.



ბლისარი ბადის მისდგარდ

1972 წლის საგაზაფხულო
სამუშაოებზე პოლონეთის
კომპერატორების მინდერებში
გამოცდის გადიოდა პერბა-
ლიშინა გლისერი „ურსუ-
ნოვი“.

მანქანა მოძრაობს ორი
(თითოეული 45 ცხ. ძიანი)
ბენზინის მოტორით. პარვე-
ლის ენერგია გამოიყენება
ისეთი პერბალოშის ეფექტის
მისაღწევად, რომელსაც გლი-
სერი აქვს დედამიწიდან 20
სმ-ზე, მეორე კი — საავაციო
ტაბის საპერო ზრახნის სა-
შუალებით მოძრაობისათვის.
მანქანის სიჩქარეა 50 კმ-მდე
საათში. პოლონელი კონსტ-
რუქტორების ჩანაფიქრით,
გლისერი გადამეტენიანებულ
ნიადაგში შეიტანს ფხვნილი-
სებრ სასუქსა და ჰერბიცი-
დებს. მისი დახმარებით სა-
გაზაფხულო სამუშაოები შე-
იძლება დაიწყოს გაცილებით
ადრე, ვიდრე ტრადიციული
თვლიანი ან მუხლუხიანი მან-
ქანებით. გარდა ამისა, მისი
მწარმოებლობა მიაღწევს მე-
ტად მაღალ მაჩვენებელს —
20 ჰა-მდე ნათეს საათში.

ვამ დაჯიშვს მარხის ნარჩენებს

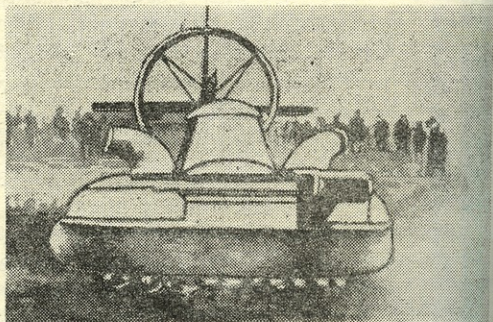
პოლონეთში დახმარე-
წულის გარეშე, სსრკ-თვის
კონტროლის ცენტრალიზებუ-
ლი ორგანიზაციის მეთოდ-
თა ცალკეული ქარხნის თვალუ-
რის დენების ნაცვლად სა-
ნატარიოლო სამსახურის თანა-
მშრომელმა პოლონეთის ორი
მოავარი მდინარის — ოდერი-
სა და ვისლას — დინებაზე
დაყენებს მთელი რიგი ავტო-
მატური და ნახევრად ავტომა-
ტური გადამწოდების, რომლე-
ბიც ყოველ 30 წამში განაწ-
დვრავს წყლის გამწვანებლ-
ბას, ტემპერატურას, მასში
შემცველ გახსნილ ფხვანებსა
და ტოქსიკურ ქიმიურ მინა-
რებს. ანალიზის შედეგი კავ-
შირის საზეობით შედის პირ-
დაპირ ელექტრონულ გამოთ-
ვლით მანქანაში, რომელც
ვარშავაშია.

თუ პარამეტრები გადაე-
დასაშვებ ზღვარზე, მანქანა
მანვე ჩართავს განაწვდის სი-
გნალს, ხოლო მაგნიტურ დო-
უმებზე დაგროვილი მონაცე-
მები განსაზღვრავს დაბინძუ-
რების მიზეზს.

ქარი მუხანამს ბატარებს

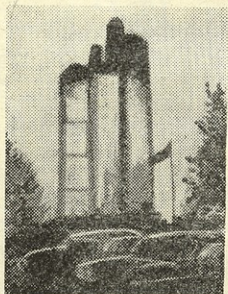
ინგლისური ფირმა „ხარბერ
პროდუქტის“ სპეციალისტებ-
მა გადაწყვიტეს ქარის ძალა
გამოიყენონ ბატარა ენემებზე
დაუყენებული ელექტრობატა-
რების მიმუხტვისათვის.

კომპაქტური გადსახანი
მოწყობილობა შედგება 42,5 სმ



დამეტრის ფროფანინა ვენტილატორისაგან, რომლის ღერძზე მოთავსებულია ელექტროგენერატორი და კონტროლის ელექტრული სისტემა. მთელი სისტემა მოქმედებაში მოდის ქართი, რომლის მიმართულენებს თვალყურს ადევნებს ფლუვიერი. ზომიერი ქარის დროს გენერატორი უზრუნველყოფს 0,25 ამპერ საშუალო სამუხტ დენს 12 ვ ძაბვისას. კატერის ბორტზე 5 დღეში აკუმულატორები შეიძლება დამუხტოს 80 ამპერსაათამდე. ზელსაწყო აღჭურვილია ავტომატური მწვეტარით, რათა ბატარეა არ გადაიხუტოს.

ახალი სამუხტი მოწყობილობის ყველა ელემენტი ანტიკოროზიული მასალისაგანაა დამზადებული.



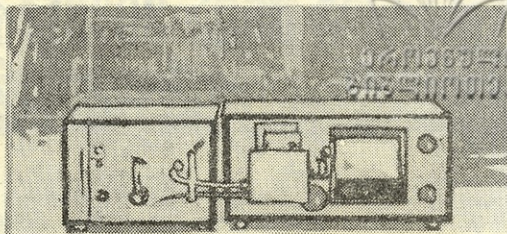
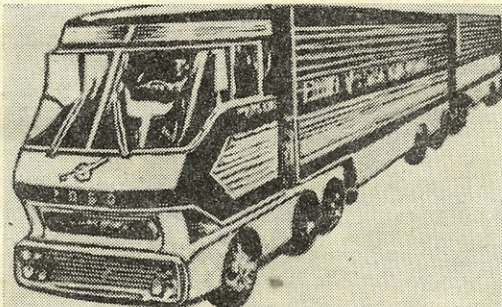
ლაზერული პროექტორი
ახე გამოიყურება 18-მეტრიანი მონუმენტი, რომელიც აგებულ იქნა ავსტრალიაში კაბიან ქუჩის დღეამიწის გარშემო მოგზაურობის სამასოვროდ. მის გასანათებლად სინათლის წყაროდ ტრადიციული ელექტრული პროექტორების ნაცვლად გამოიყენება ჰელიუმ-ნეონის ლაზერული დანადგარი. სინათლის ასეთი წყარო უფრო ნაკლებ ენერგიას ხარჯავს, ვიდრე ბიზის რადიომიმღები, ხოლო სინათლე ჩანს 35 კმ-ზე წვიმასა და ნილშიც. საკირო ხარჯები მის დარეგულირებაზე, წარმოებასა და დაყენებაზე ათჯერ უფრო იაფია, ვიდრე ჩვეულებრივი პროექტორების ექსპლუატაციას.

ბაჰანის საინჟინერო ქაზი

აშშ-ში შეიმუშავეს ახალი ქაზი, რომელიც გარეგნულად მოგვაგონებს გასაპარად საჭირო კრემს და გამოყენება მოულოდნელი სუხის დროს ნათესის გადასარჩენად. თუ მეტეოროზა წინასწარმეტყველებს სუხს, ქაზი უნდა შეესხუროს ნათესს. ამის შემდეგ სუხი საშიში აღარ არის. რამდენიმე წლის შემდეგ ქაზი ნადავში იშლება გარემოს გაქუქიანების საშუალებების გარეშე.

სატვირთო ავტომობილები

აშშ-ისა და კანადის გზებზე გამოცდა გაიარა საბარგო ავტომობილებმა „ფორდ-705“-მა, რომელსაც აქვს 560 ცხ. ძ-იანი აირტურბინული ძრავა. აირტურბინა რამდენიმე მსუბუქია იმავე სიმძლავრის დიზელის მოტორთან შედარებით. გარდა ამისა, მას აქვს ნაკლები დეტალები. ამერიკული კონსტრუქციის აირტურბინის ერთ-ერთი თავისებურება სათბობთან შერევაზე ჰაერის გათბობის საფეხურიანი სისტემა. თბოგადაცემების გავლის შემდეგ ჰაერი თბება 130°-მდე, შემდეგ 380°-მდე, ბოლოს კი 520°-მდე. ავტომობილის ტვირთამწეობაა 77 ტ. იგი გამოიყენება კონტეინერში მოთავსებული ტვირთის საკლავოზარისო ჩქარული გადაზიდვისათვის.



მოსავლის ბასზრდელად
სახალხო საწარმო „კარლ ცეის-იენა“ (გდრ) სერიულად უშვებს ზელსაწყობის კომპლექსურ სისტემას „აგროქიმი“. მარტივ ქმედების კოეფიციენტისა და ანალიზების სიზუსტის მიხედვით ისინი მსოფლიო პრაქტიკაში საუკეთესოდ ითვლებიან.

ხელსაწყობა ეს სისტემა შემდგება ფორმეტრისაგან, სექტორკალიბრებისა და სტერეომიკროსკოპისაგან. გარდა ამისა, თითოეულ ამ ხელსაწყობს აქვს კიდევ სხვადასხვა მისარჩენი, რომლებიც აწვდიან მათ უნივერსალობას.

ხელსაწყობი გამოიყენება მიწის სინჯის მიკროდემენტების ანალიზისათვის. ამის საფუძველზე დგება ნადავში ქიმიკატების ბალანსირებული და რაციონალური შეტანის რეკომენდაციები. მიიღწევა სასუქის ეკონომია მოსავლიანობის მნიშვნელოვანი ზრდის დროს. გარდა ამისა, ხელსაწყობებს შეუძლია სასოფლო-სამეურნეო მცენარეების ფოთლების ქიმიური შემდგენილობის ანალიზის მიხედვით

განსაზღვროს შესატანად საჭირო საკვები ნივთიერებები. ასეთი ანალიზი საშუალებას იძლევა შეირჩეს ისეთი ელემენტებიანი სასუქი, რომლებიც ამაღლებს სასოფლო-სამეურნეო კულტურათა ხარისხს.

გაბაშვი — სანაგავი

ამერიკელი ინჟინრები ვარაუდობენ, რომ ვაკუუმიან მოწყობილობას შეუძლია შეცვალოს მექანიკური ნავების ასაკრები მანქანები საავტომობილო გზების დასუფთავებისას. იგი ადვილად წაიტაცებს არა მარტო ნავებს, არამედ შედარებით დიდ საგნებსაც, ხოლო შემდეგ შეფუთავს მას პლასტიკის ტომარებში.

თვით ვაკუუმიანი სისტემა გარეგნულად მოგვაგონებს პატარა საბოლო, რადგან აქვს ხორთუმის მსგავსი ნავები ასაღები გრძელი მოქნილი მილი, რომლის გადაადგილება ოპერაციებით შეუძლია. შემწვივი ვენტილატორი მოძრაობაში მოდის 8 ცხ. ძ სიმძლავრის პატარა ძრავით, ხოლო მთელი დანადგარი დამონტაჟებულია ტრაქტორზე.

ამ დანადგარის შემუშავებისას გათვალისწინებული იყო იმით, რომ შეგრავილი ქაღალდი მჭიდროდ ხურავდა ეკრანს, რომელიც ჰყოფდა ნავის სვიმის ვენტილატორისაგან.

რატომ უნდა ვიფიქროთ

გრაფიკულად...

ზრავიტაციული ტალღები — მათი არსებობა ნაწინასწარმეტყველებია. მათ ეძებენ მშენებლები მთელ მსოფლიოში. როგორი იმეება შედეგად? ჯერჯერობათ არ ვიცით.

გასული წლის ივლისში ღანიაში, ცნობილი მშენებლის ნილს ბორის საფორუმოში, კოპენჰაგენში, შედგა ზრავიტაციისა და ფარდობითობის თეორიისადმი მიძღვნილი VI სამერთაშორისო კონფერენცია.

კონფერენცია გასულს ამ კონფერენციის მონაწილე, უსსრ მშენებრებათა აკადემიის თეორიული ფიზიკის ინსტიტუტის ფარდობითობისა და ზრავიტაციის თეორიის განყოფილების გამგე უსსრ მშენებრებათა აკადემიის აკადემიკოსი ა. პეტროვი.

გრაფიკაში თავიდანვე ყველაფერი სხვაგვარად იყო, ვიდრე ფიზიკის სხვა დარგებში, სადაც თავდაპირველად ლეგალობდნენ ახალ ექსპერიმენტულ ფაქტებს, შემდეგ კი მათ საფუძველზე აგებდნენ თეორიას, რომელსაც თანდათანობით ამოგებდნენ ახალ-ახალი ექსპერიმენტული მასალით. სამწუხაროდ, გრაფიკის თეორიის განვითარება ყოველთვის წინ უსწრებდა ექსპერიმენტს.

სწორედ ამით აისხნა ისეთი საინტერესო, სხვა ფიზიკური დისციპლინებისათვის უჩვეულო ზოგუნა, რომ გრაფიკისა და ფარდობითობის თეორიისადმი მიძღვნილ შედეგსა საერთაშორისო კონფერენციაზე ბევრი თეორეტიკოსი აუცილებლობად მიიჩნევდა ექსპერიმენტატორების ყველა სხდომაზე დასწრებას და ნებისმიერი ცნობის ყურადღებით ზოგუნას. კონფერენცია მოუთმენლად ელოდა ექსპერიმენტატორის ცნობას, რომელშიც მოხსენებული იქნებოდა დამაჯერებელი ფაქტები გრაფიკის ახალი ეფექტების აღმოჩენის შესახებ. ასეთი ცნობა თეორიულ სამუშაოთა აფეთქების ტალღას გამოიწვევდა.

საშუალოდ, მხოლოდ უკანასკნელ წლებში, დამატებითი სული წლის წინათ, ექსპერიმენტული ტექნიკა მიაღმა იმ საზღვრებს, როცა ახალი გრაფიკული ეფექტები, გარდა ორისა (მერკურის პერიოდული ვიდადგილება და სინათლის გადარბა შვის მახლობლად), რომელიც წინასწარმეტყველებოდა იყო აინშტაინის მიერ, შეიძლება პრინციპულად აღმოჩენილ იქნეს. სწორედ მაშინ იქნა დაგეგმული საერთაშორისო აინშტაინის გრაფიკის თეორიის ექსპერიმენტული შემოწმების შესახებ.

კიმიზა. რა ექსპერიმენტებია ეს?

პასუხი. აინშტაინის ფარდობითობის ზოგადი თეორიიდან გამომდინარეობს არასტა-

ტიკური, ანუ დროთა განმავლობაში ცვლადი, რეალური სივრცის გეომეტრიის, კერძოდ კი გრაფიკული გამოსხივების, ანუ გრაფიკული ტალღების, პრინციპული შესაძლებლობა. ასეთი ტალღების აღმოჩენა ამჟამად ერთ-ერთი ყველაზე უფრო აქტუალური პრობლემაა.

პირველი, ვინც ათიოდე წლის წინათ ამ პრობლემის ექსპერიმენტულ შესწავლას მოჰკიდა ხელი, იყო ამერიკელი ფიზიკოსი ვებერი. მან საკითხი ასე დააყენა: შეიძლება თუ არა სისუხტის თანამდროვე დონეზე რომელიმე დეტექტორის საშუალებით ჩაწეროთ გრაფიკული ტალღები?

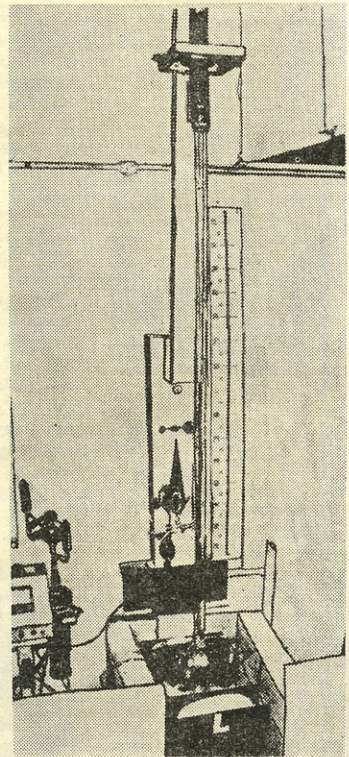
კიმიზა. საიდან უნდა ველოდეთ ასეთი ტალღების შემოვლას? რა შეიძლება იყოს გენერატორად?

პასუხი. აქის შესახებ მხოლოდ ვარაუდი შეიძლება. ვებერმა გენერატორად მაშინვე აირჩია კოსმოსური წარმოშობის წყაროები; მაგალითად, რომელიმე დიდი მასულსავე მასები, კვანძები, გრაფიკული ვარსკვლავური წარმონაქმნები. შეიძლება ვიფიქროთ, რომ ასეთი წყარო შესაძლებელია იყოს ორმაგი ვარსკვლავები. ეს ან კლასიკური რწეფითი სისტემაა, ანდა ნისლეული — მაგალითად, კიორჩხალას ნისლეული. ყოველ შემთხვევაში, ტალღების წყაროდ ბუნებრივია, მივიღოთ დიდი მასიური წარმონაქმნები, რომლებიც იცვლის თავის მდგომარეობას დროში. აი, სწორედ ამას შეუძლია მივიყვანოს ტალღური გრაფიკული გამოსხივების ეფექტებთან.

სხვა მხრივ გენერატორის ბუნება საკმაოდ გაურკვეველია. სისხრივ და ინტენსიურობა თავიდანვე ფაქტურად უცნობი რჩება. იძულებული ვართ ისინი ვეძოთ. აღვიღოთ გასაგებია, რა როლშია ექსპერიმენტატორების წინაშე მდგარი აპოკანა.

მიუხედავად ზემოაღნიშნულისა, ვებერმა დაუშვა, რომ კოსმოსში არსებობს გრაფიკული გამოსხივების ასეთი წყარო და დაიწყო ფიქრი დეტექტორზე, ანუ სელსაწყობზე, რომელიც ჩაწერდა გრაფიკული ველის რწევას. თავდაპირველად მან წააგდება წააოყენა, რომ ასეთ დეტექტორად აღეთ დედამიწა. თუ მას გაეზიზილავთ როგორც დრეკად სხეულს, მოსალოდნელია, რომ გარკვეულ სისხრეებზე იგი რეაგირებას მოახდენს გრაფიკული ტალღებზე. მართალია, დედამიწის ქვეშ ბევრია ე. წ. სეისმური რწევები, მაგრამ მათი ეფექტის ჩამოცილება პრინციპულად შესაძლებელია.

ამ გზით ვებერმა გრაფიკული გრაფიკული ტალღების აღმოჩენა ვერ მოახერხა და სხვა გზა აირჩია. ყოველგვარი გრაფიკული ტალღა, თუკა ის არსებობს, ბოლოს და ბოლოს შეგვადგია აღმოვაჩინოთ როგორც რომელიმე მექანიკური სისტემის — დეტექტორის რწევა. საქმე მხოლოდ ისაა,



ამ უპრეტენზიო გარეგნობის მიწყობილბაზე გ. ბრაიგნიკი თავის თანამშრომლებთან ერთად ქონსა გეოფიზიკის პრინციპის შემოწმების დიკე რეკორდი. როგორც ჩანს, სოჯერ შეიძლება შეცდომადი შევყვანის როგორც ადამიანის, ასევე მოწყობლობის გარეგნობაში.

რომ გამოვიცნოთ ამ ტალღის სიხშირე და მისი ინტენსივობა, რადგანაც, თუ ტალღების ინტენსივობა ძალზე მცირეა, საჭიროა როგორმე მათი გაძლიერება.

მეორე ვარიანტი ვებრძოვ დეტექტორად აიღო ნახევარი მეტრი რადიოსი სიხშირის სხივებიანი ლითონის ლუგები, რომელსაც, ჩანადვრის თანხმად, გრავიტაციული ტალღების მიღების შესდეგად შეგანიჭეთ რხევა უნდა განეცადა. მაგრამ არც ამ გზამ მიუღწია ვებრძოვ წარმატება.

მასწინ მან მამათა დეტექტორთა სისტემის — ლუგთა ბატარეას, რომლებიც ერთმანეთისაგან დიდი მანძილით — ათასობით კილომეტრით — იყო დაშორებული. ეს ბატარეა აიღო იმ მიზნით, რომ მოეწინააღმდეგებოდა რეგისტრირება არა ერთ წერტილში, არამედ დიდამასის სხვადასხვა ადგილებზე ერთდროულად.

ყურნალ-გაზოტარის ოფიციალური ცნობების თანახმად, ვებერმა მოახერხა ასეთ ბატარეაზე რხევების ჩაწერისას ჩაენიშნა ხაშულო ამპლიტუდიდან აშკარა გადახრები. მათ იწყვედა რომელიმე წყარო.

პიონხმ. რა არის ეს — დიდი ხნის ნაწიტი გრავიტაციული ტალღები?

პასხმ. ვებერის მოხსენებს კონფერენციაზე დიდი ყურადღებით შეგდენენ, მაგრამ დასწრეთ ვევი შეგებთან იმაში, რომ დაკვირვებული ვევიწი ნამდვილად იყო თუ არა გრავიტაციული ტალღებით გამოწვეული. აქ ბუბრი რამ დამოვიდებოდა მიღებული მონაცემების სტატისტიკური დამუშავების წერხვს. სტატისტიკა კი, უპირატესეს ყოვლისა, მასობრივი მასალაა. აი, სწორედ ეს აკლია ვებერის ექსპერიმენტს. ფაქტორად მას დასკვნისათვის არცთუ ბევრი დაკვირვება ჰქონდა.

შემდეგ ისმის კითხვა: გათვალისწინებულია თუ არა ვეგლა „საპირი“? იქნებ გრავიტაციული ტალღები კი არა, რაღაც სხვა იყრებოდა?

არის მოსაზრებები ორივე მხარის სისარგებლოდ.

ვებერის შედეგების ძალზე გულმოდგინე შემოწმება სჭირდება. ევკი არ არის, საუბარი ეხება ბუნების სრულად ახალ ფენადმენტურ თვისებას, რომელიც აისახებავე საფუძვლად უდრეს უამრავ მოვლენას; ამიტომაც იგი რეგისტრირებულ უნდა იქნეს მაქსიმალური სიზუსტით და ხელახლა შემოწმებულიც. ყოველივე ამასთან დაკავშირებით ამჟამად ბევრ ქვეყანაში ცვლიან პარამეტრებს და იმეორებენ ევკერის დანადგარს. ამით ცდილობენ გაარკვიონ, რამდენად სიმძლავრე მისი შედეგია.

პიონხმ. თითქმის ცალკეონ უცნაურია, რომ გრავიტაციული ტალღების ნადირობა გარეგნულად ეხოლენ შემუშანგველი დანადგარებით ხდება. იმ დანადგარების ფონზე, რომლებითაც ექსპერიმენტებს ატარებენ მაღალ ენერგიებზე მომუშავე ფიზიკოსები,

გრავიტაციონისტთა ცდები როგორცაც ავსებს.

პასხმ. ექსპერიმენტი არამთავრებულა იყო, ეს არ არის მართალი. პირიქით, აქ საუბარია ძალზე ზუსტ დაკვირვებებზე. შედარებისათვის შეიძლება ითქვას, რომ იზომებოდა შიგაგთმური მასშტაბებისათვის დამახასიათებელი 10⁻¹³ სმ ან მისი მასშტაბის სიგრძეები.

აქ ყველაფერი უცნობია, ამიტომაც მკვლევარი იძულებულია ბუბრი რამ გუშინით მიხედოს, გამოივლინოს რეგისტრაციის სრულიად ახალი მეთოდი. მაგრამ ცდებში ძალზე ბევრია შეცდომების დამუშავის შესაძლებლობა. ექსპერიმენტატორი იძულებულია იმარჩილოს. ერთი სიფევი, ძნელია! ვებერი სამ წელიწადში გავალარდა. კვლევის დაწყებისას შეგვებრძოლი იყო, ახლა კი ჭედარია. გარდა ამისა, ამჟამად აქ დარბში დიდი კონფერენციაა — მეტისმეტად დიდი პირიზა: აღმოჩენა, რომელსაც თანამედროვე ფიზიკაში ძნელად თუ შეეძლება რამელომე სხვა, გარდა ელემენტარული ნაწილაკების აღნივლიის საფუძვლიანია, მნიშვნელობით კი იგი პერკის მიერ ელემენტარული ტალღების ექსპერიმენტული აღმოჩენის დინეზე დგას.

პიონხმ. ვებერის გარდა, ვინ მუშაობს ამჟამად გრავიტაციული ტალღების ექსპერიმენტულ აღმოჩენაზე?

პასხმ. ამჟამად ერთმანეთს კვალდაკვალ მიჰყვება მსოფლიოს სხვადასხვა ქვეყნის რამდენიმე ლაბორატორია. ისეთი სიტუაცია შეიქმნა, როცა მკვლევრები დამოუკიდებლად თუ ჯგუფურად ცდილობენ მიუახლოვდნენ ერთი და იმავე აზიანის ამოხსნას. მეცნიერებმა სწრაფად შეადგეს ექსპერიმენტის მნიშვნელობა, თუმცე საბოლოოდ მაინც არ იცვენ დარწმუნებული ვებერის გაზოგვითა სიზუსტეში.

ამჟამად საბჭოთა კავშირში მუშაობს ორი ლაბორატორია: მსოფლიო, პროფესორ გლაზიმერ ლორისის დე ზოგინსკის ხელმძღვანელობით, და ვახანში, სადაც ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორის უნო წერხანის დე კოპელოების ხელმძღვანელობით ამ საკითხთან მიხედვით ცდილობენ რანდენადვე განსხვავებული პოზიციებიდან.

ევკი არავის ებარება იმაში, რომ გრავიტაციის ველი არსებობს. თუკი ეს ასეა, იგი ფიზიკური ველი უნდა იყოს და, მასსადავ, უნდა არსებობდეს ფიზიკური ტალღები. მათი აღმოჩენა ფაქტორად გადწყვეტდა ვეგლა თეორიულ გადაჭრულ საკითხს, რაც კი ამჟამად არსებობს გრავიტაციაში. მივლი საქმე შესაძლებელ სიზუსტეშია — ექსპერიმენტული და დაკვირვებები მიმდინარეობს თანამედროვე მაქსიმალური ექსპერიმენტული სიზუსტით.

პიონხმ. ხოა ამ დეურია ეს სიზუსტე დღევანდელი გეპაბისათვის ვებერმა? გრავიტაციული ტალღების აღმოჩენის თუ რამ-

დენიზე რიგის სიზუსტე აკლია, ხოა არ შეიძლება ეს ვარიანტი მკვლევართა გზანახვა?

პასხმ. დამაფუძვლად მეოქვია, რომ კონფერენციაზე გრავიტაციული ტალღების გარეგანი თემა არც ყოფილა. განსაკუთრებით საინტერესო იყო ექსპერიმენტატორის შორის, ასე ვთქვათ, ემპირიკური საუბარი თემაზე: „აია, შენ რა შევიძლია?“ ინილიზოდა ექსპერიმენტული დანადგარების პრინციპები, გაზოგვითა შესაძლო სიზუსტეები სავითოდ, გრავიტაციული ტალღებისაგან დამოუკიდებლად. ასე, მაგალითად, დიდი ინტერესით შეგდენენ საბჭოთა ექსპერიმენტატორის პროფესორ ვ. ბრაგინსკის ცნობას ევკვალენტურობის პრინციპის ექსპერიმენტული შემოწმების შესახებ.

იგი მრავალჯერ შემოწმდა. პირველად თვით ისმა ნუთონმა შეაშოშმა და დაადგინა, რომ მძიმე მასა ინერტულის ტოლია. სწორედ ამან მიიღო შემდეგში ევკვალენტურობის პრინციპის სახელწოდება. ამ საკითხის არაერთგულ დაუბრუნდნენ მეცნიერები. განსაკუთრებით გულმოდგინე კვლევები ჩაატარა XIX საუკუნის ბოლოს მეცნიერმა მეცნიერმა ლორანდ ეტეშმა. მისი ხელსაწყო იმდენად დიდი გრძნობიერებისა იყო, რომ საშუალებას იძლეოდა გამოეცნაინათ განსხვავება ინერტული და მძიმე მასებს შორის გამოსავლენად სხეულის წონის ხუთ ასემეილიონედზე არანაკლები სიზუსტით.

პლატინის, სის, სპილენძის, შაბიანის, წყლის, აზუპესისა და (აქ არ შეიძლება ზეგოვანი ყურადღება არ მივეუბნათ მეცნიერის ვებერებსა) ქონის ამოუკვლევებმა არ მოგვეცა რამე განსხვავების აღმოჩენის საშუალება. მაგრამ აღმოუჩენლობა არ ნიშნავს, რომ განსხვავება არ არის. და ამერიკელი მეცნიერი დიკე, რომელმაც სახელი გაითქვა თავისი პრეციზიულად ფაქიზი ექსპერიმენტებით, აუჯღავსებს რაკორსს — მასკე ერთმანეთს ემთხვევა 10⁻¹¹ მდე ფარდობით ერთგულად.

რეკორდი დიდხანს არ მოხსნილა, და აი, ამ კონფერენციას მოხსენდა, რომ მსოფლიოში ზოგინსკის ჯგუფმა რაკორდი კიდევ ერთი რიგით ასწია.

დიკე, რომელიც ექსპერტოდა კონფერენციას, თვალმომჩველად შედეგს უნდობლად მოკვლიდა, მაგრამ როდესაც კვლევებს უფრო ახლო გაეცნო, იძულებული გახდა მეორე დღეს კოლეგისათვის სახარბილო მდევრეა მიეცოდა.

ვეგლას გვიხაროდა და გვეპაჟებოდა — ეს მართლაც დიდი შედეგია. თუკი რაკორდი მან მეცნიერება შორის ღირსების საქმედ არ თვალდება, მაგრამ ასეთი სიზუსტის მდევრე, ციცი, ვასოვარია! ორმაგად სასიამოვნოა, როცა ავას საბჭოთა თანამშაულები აღწევენ. გარდა ამისა, რაც ყველაზე უფრო

მთავარია, თავისთავად გამოდის დასკვნა: თუ მოხერხდა ამ სფეროში სისუსტის მიღწევა, მაშასადამე, რეალურია, უახლოეს დროში ველოდით სისუსტის ერთი-ორი რიგით გაზრდას გრავიტაციული ტალღების ძენასთან დაკავშირებულ სხვა, შესაძლებელ ექსპერიმენტებში.

ეს სენაციის ქვეშაირები საფუძველია — მეზობელი მიმართულებით წარმატება იმის იმედს იძლევა, რომ მიღწევებს აქაც ველოდით. სხვათა შორის, პირველსორი ბრავისკის ჯგუფი ამჟამად მუშაობს გრავიტაციული ტალღების სადგენკეტარებელი ექსპერიმენტული დანადგარის აგებაზე. წინასწარი გაანგარიშებები აჩვენებს, რომ იგი ვებურის დანადგართან შედარებით ერთი რიგით გრანზობიერ იქნება. ასეთ გრანზობიერებას უზრუნველყოფს რადიოგადამცემობა, რომელიც გამოყენდება გადაწყვეტა პროფესორის ბრავისკის ვებურის მიერ გამოყენებული პიკოვალდამწოდების ნაცვალად.

ამჟამად უკვე არსებობს შეიანხმება და დაწყებულია მუშაობა ასეთი დეტექტორების პატარავების შესაქმნელად. მაივან ცენტრალური მოსკოვში; შემდეგი — მისიან დაახლოებით 1000 კმ-ზე კიდეში და კიდევ ერთი დანადგარი — შესაძლებელია საქართველოში.

პიშნა. ასეთი ექსპერიმენტები, ალბათ, რამდენიმე დაბორცობის ერთობლივ მუშაობას მოითხოვს?

პაპსნი. დიახ. ამჟამად გრავიტაციული ტალღების კვლევის დარგში შესაძლებელია ხდება როგორც ცალკეული ქვეყნის, ასევე სხვადასხვა ქვეყნის მეცნიერთა კოოპერირება.

პიშნა. მეცნიერების რომელი დარგები იძლევა კიდევ ახალი გრავიტაციული მოვლენების აღმოჩენის იმედს?

პაპსნი. კიდევ ერთი წყაროა, რომელიდანაც შეიძლება ველოდით ექსპერიმენტულ მონაცემებს. ესაა რელატივისტური ასტროფიზიკა. იგი საბჭოთა კავშირში წარმოდგენილია აკად. ამბარცუმიანის (გრავანი) და ზელდოვიჩის (მოსკოვი) მიერ ორგანიზებული ორი ძალზე ენერგიული ჯგუფის სამეცნიერო კოლექტივების შრომებში. რელატივისტური ასტროფიზიკა ეს არის ექსტრემალური, უჩვეულო პირობების ფიზიკა. უზარმაზარი ტემპერატურები, უდიდესი წნევები. რელატივისტური ასტროფიზიკისა და კოსმოლოგიის დაკავრებული მასალა ძალზე მნიშვნელოვანია გრავიტაციის თანამედროვე თეორიის აგებისა და შემოწმების თვალსაზრისით.

პიშნა. რაღაც რელატივისტურ ასტროფიზიკაში შეგტყობთ, უაღვილო არ იქნება გაიხსენოთ, რომ ფინტასტიკურ ნაწარმოებებში შეიძლება წაიგითხოთ შემძიმე ვარსკვლავებზე მოგზაურობათა შესახებ, ასეთი ვარსკვლავების ტყვეებზე, კოლაპსზე,

უკან მიმავალ დროზე და სხვა უცნაურ თავგადასავლებზე გრავიტაციული რადიუსის მანვლობად.

პაპსნი. ო, არა, გრავიტაციული რადიუსზე მოგზაურობა უაზრობაა. ჩვენ უზარალოდ ვვარაუდით ვერ მოვახდენთ მის ფიქსირებას. გრავიტაციულ პარადოქსებზე კი სერიოზულად რომ ვილაპარაკოთ, საჭიროა, უპირველეს ყოვლისა, გვევრკვეთ მათემატიკურ დეტალებში. ისინი თან ასლავს პარადოქსების დასკვნას, რომლებიც ასე ბევრია ფარდობითობის ზოგად თეორიაში და არანაკლები — ფარდობითობის სპეციალურ თეორიაში. ეს კი არც ისე ადვილია.

გარდა ამისა, არასოდეს არ უნდა გამოვგონებ მსგევლობიდან, რომ თვით აინშტაინის ფარდობითობის ზოგადი თეორია უნდა შემოწმდეს თავის საფუძველებში, სოლო ამ თეორიის შედეგი — კოლაპსის თეორია თვით აინშტაინის თეორიაზე მეტად რთლია დამტკიცებული. და აქ, ჩემის აზრით, პოპულარულ ლიტერატურაში, განსაკუთრებით მაშინ, როცა ავტორი დიდი გამოხატობით გამოირჩევა, სწორად გაიპარება ხოლმე თხრობის ისეთი მანერა, როდესაც სასურველი გასაღებელია მიღწეულია.

მაგრამ, საერთოდ, გრავიტაციული რადიუსისა და კოლაპსის გავება შეიძლება არსებობდეს არა მარტოდ ფარდობითობის ზოგადი თეორიის ჩარჩოებში — კოლაპსის თეორია შეიძლება შეუერთდეს ზოგიერთ სხვა თეორიასაც. მასში, თუმცა ზეზუნებრივი არაფერია — უზარალოდ შეინაშნება ისეთი, ფიზიკურად აშკარა ფაქტი, რომ არ შეიძლება მასის შეკუმშვა წერტილად — ეს ბეგევეყანდა უსასრულო მასამდე, რაც არაა რეალურია. ამიტომაც უნდა იყოს რაღაც მინიმალური სიდიდის რადიუსი, რომლის შეკუმშვა აღარ მოხდება. აი, რაზე დაიფუძნება მთელი საკითხი.

პიშნა. ასეთი ანალიზურ მიდგომის თანამედროვე ფიზიკის პარადოქსების მძაბრთ, რომლებიც უკვე ლეგენდად იქცა, შეუძლია ფიზიკის დაუკარგოს ყოველგვარი რომანტიკა.

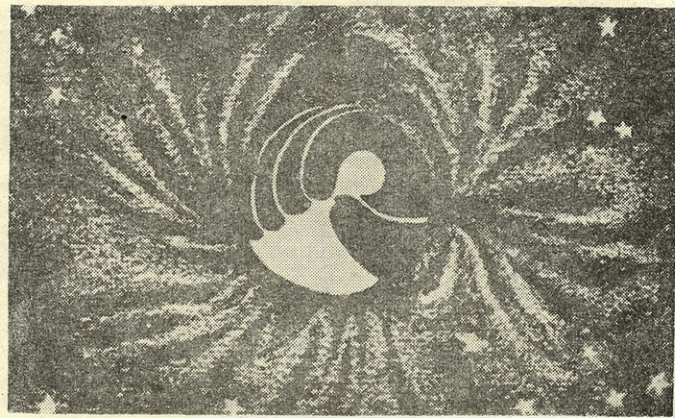
პაპსნი. მე კი სწორედ საინინარმდგომის გიტყვით. ჩვენ სომ აჩვენებ, აქ სკიანების ასე სკიპტიკურად და გონგვრულად დასმა იმტრამ შეგვიძლია, რომ პარადოქსების ექსპერიმენტული შემოწმების შესაძლებლობები რეალური გახდა. მაგალითად, ცენტრის საათი შესაძლებლობას იძლევა გაიზომოს დროის ისეთი მცირე მონაკვეთები, რომ ატყუება პარადოქსი შეიძლება შემოწმდეს ექსპერიმენტულად. დაბოლოს, შეიძლება გამოვივლოთ საკითხი, რა არის დამკვირვებლის დრო რაკეტაში და დრო — დედა-მისიზე.

ეს რომ არ არის ფიზიკისათვის ყველაზე დიდი რომანტიკა?

ამიღვევებული იქნებოდა ექსპერიმენტიდან გამომდინარე ნებისმიერი პასუხი მიუხედავად იმისა, რამდენად ეზთხვევა იგი მოსალოდნელს. ახალი ფაქტები რომ ახალი შესაძლებლობები ახალი, უფრო სრული და ყოვლისმომცველი თეორიისა, უფრო მისწილველი პარადოქსების გამოჩენის ალბათობისა.

გარდა ამისა, გრავიტაციის ველი აღკურვლია პოტენციალის ურცხვი მძაბრით. თუ ჩვენ შეგვეძლება მათი მართვა, მაშინ არცერთი ტექნიკური პიპერბოლა არ იქნება ჩვენს მომავალ შესაძლებლობათა მეტისმეტი გაზვიადება...

პიშნა. მაგრამ თუ ტექნიკასა და მასში გრავიტაციის გამოყენებაზე ვილაპარაკებთ, აქ ჩვენ კიდევ ერთ პარადოქსს შევეჯახებით. მე ყოველთვის მაკვირვებდა, რომ მინდოლობის კანონი — კაცობრიობის გენიის ძღველისაღების ტრიუმფალური დი-



დისტურბა, რომელშიც საშუალება მოგვცა პირველად ჩაგვეხედა და გაგვევლიოთ დეტალურ საკითხებში უშუალო დაკვირვების შესაძლებლობის სახეობებს მიღმა — საერთოდ, პრაქტიკულად გამოუსადეგარია უბრალო მიწიერი საქმეებისათვის.

პასუხი. — დიას, ეს მართლაც საკვირველია. ყოველ შემთხვევაში, ტექნიკის პრაქტიკული საჭიროებებისათვის ცნობილი კანონის გამოყენება არაფრით არ შეედრება მის როლს სამყაროს მექანიკაში. მეცნიერებმა მას უპირისუფლოდ რამდენიმე, ძალზე მეორესხარისხოვანი გამოყენება: ასე მაგალითოდ, მოქცევისა და უაქმცევის წინასწარმეტყველება; კიდევ მას იყენებენ სასარგებლო წიაღისეულის ძიებისათვის — ეს არის და ეს. მართალია, ამ ბოლო დროს იგი გამოყენებულია ზღოვანური თანამგზავრებისა და საჰაეროგზავრების სადგურების გაფრენათა განაგრძებისათვის, მაგრამ ეს მაინც უდიდესი კანონის კომპლექსური გამოყენება, მისი გამოყენება, ასე ვთქვათ, ისევ ჩვეულ გარემოში. სხვა მხრივ, კანონი, რომელიც ღიადაა ნიუტონის ბალში ჩამოყალიბებული, ადრინდელად გამოუსადეგარია ჩვენს ყოველდღიურ საქმიანობაში. ვაშლები ადრინდელად ეცემა ტრაექტორიით, რომელზედაც არ შეგვიძლია ვიმოქმედოთ უხეში ძალის მოქმედების გარეშე.

პიომხვა. ნუთუ ასე გავრძელებმა მარადიულად? ნუთუ საბოლოოდ გრაიტიკა არ იქნება გამოყენებული ტექნიკაში, ისე როგორც დღეს, მაგალითად, ელექტრობა ან ატომეულური გარდამქმნები?

პასუხი. გრაიტიკის მართვა დღემდე ჯერჯერობით მხოლოდ ფანტასტიკის ნაკრძალი მიწაა. დღეს მეცნიერებას არ შეუძლია ამაზე პასუხის გაცემა. ეს ბუნებრივი

ცაია. მეცნიერები ხომ მხოლოდ ფაქტებს ვგარდნობიან, ამას კი იძლევა ექსპერიმენტი. როგორც არაერთხელ აღვნიშნე, ექსპერიმენტები ჯერჯერობით ყველაზე სუსტი აღგოლია გრაიტიკის შესახებ მეცნიერებაში. და მაინც, არ ვიტყვოდი, რომ ფანტასტიკი ეფრდნობიან მასალას, რომელიც ვაზი-იწვევდა მეცნიერთა გამანადგურებელ კრიტიკას. პირიქით, არავითარი დამაჯერებელი საფუძველი არა გვაქვს იმისათვის, რომ იტყვიან „კეიფორიტზე“ ანდა „ლუგეუმზე“ საესეებით უნიდადოლ მივიწინოთ.

ნიუთონებმა „უარყოფითი გრაიტიკით“ აღარ არის ფანტასტიკის ნიშნობილი. დღეს ამაზე უკვე მუშაობს მეცნიერები.

მართალია, რას წარმოადგენს „ანტიგრაიტიკა“? რატომ არ შეიძლება იგი იფოს ელექტრული მუხტების ანალოგიური? ერთ-სახეობანი ნაწილაკები განიზიდება, ხოლო სხვადასხვახეობიანები მიიზიდება.

რატომ არ შეიძლება დაგუშვათ ასეთი შეხადმელობა აქ?

ფარდობითობის ზოგადი თეორია საშუალებას გვაძლევს ვიწინასწარმეტყველოთ ანტიმაგრაიტიკებელი ნაწილაკები, რომლებიც განიზიდება გრაიტიკებისაგან (გრაიტიკები გრაიტიკიული ველის ნაწილაკებია, მსგავსად ელექტრომაგნიტური ველის ფოტონებისა). ასე მოკლე საუბარში ძალზე ძნელია მათ მათემატიკურ არსში ჩანდგვა. ყოველი შემთხვევაში, შეიძლება ითქვას, რომ თეორიულად უკვე ნაწინასწარმეტყველებია ანტიგრაიტიკების მთელი რიგი თვისებები და მოვლენები. მაგალითად, თუ ისინი გარბიან, კი არ განიზიდებიან, არამედ დაეწევიან ერთმანეთს. ეს თეორიის ერთი მრავალთვანი პარადოქსია.

საღ არის ამქვემდ ანტიგრაიტიკები? საესეებით შესაძლებელია, რომ კოსმოსის ის-

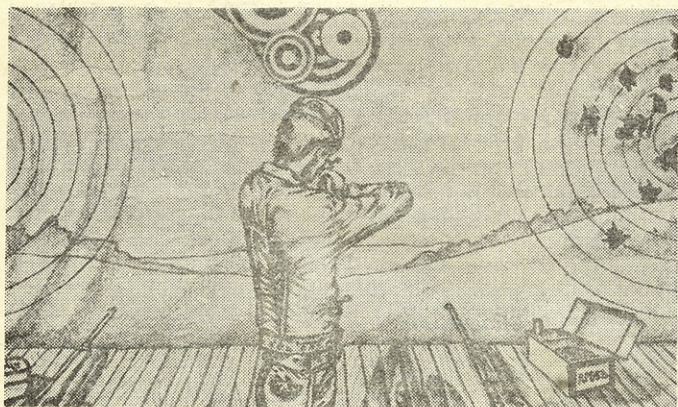
ტორიის მანძილზე ეს ნაწილაკები სილაც შორს გახედნენ და მათი აღმოჩენა ძნელი იქნება...

ყოველ შემთხვევაში, პარადოქსების არსებობა იმაზე მეტყველებს, რომ ან თეორია ჯერჯერობით ცუდად პასუხობს კითხვებზე და ჯერ კიდევ არაა დასრულებული, ან ჩვენ ბევრი არ ვიცით და ვდგავართ სიოცარი თვისებების აღმოჩენათა ზღვარზე. მაგრამ ყველაფერი ეს ჯერჯერობით მეტნაკლებად გაბედული ჰიპოთეზის სფეროა; ზუსტად ისევე, როგორც ტექნიკები, რომელთა მიმართ ინტერესი პერიოდულად ფეთქდება და მეცნიერთა ყურადღების იპყრობს (ტექნიკიზმი წარმოსახვით მასის მქონე ნაწილაკებია, რომლებსაც ანასიათებს სინათლის სიქარვეზე მეტი სიქარვე). როცა ეს პიპოთეზა გაჩნდა, მან სიციფლისავე მოუხში მათემატიკურ თეორიას. ის დაწერეს ძალიან ჩქარა. ეს კეთდება ძალზე მარტივად. სხვა საკითხები — არსებობს თუ არა ტექნიკიზმი?

პიომხვა. რა ამოძრავებს ფიზიკოსებს, როცა ისინი აყენებენ ასეთ აბსურდულ, ჯანსაღი აზრის საწინააღმდეგო კითხვებს (ტექნიკიზმი მწერალ-ფანტასტიკებს უფრო შეეფერება)?

პასუხი. რა ამოძრავებთ?.. ჯანსაღი ცნობისმოყვარება, იმის სურვილი, რომ დიანახონ, რა იქნება, ასე რომ დაგუშვათ...

სხვათა შორის, სწორედ ასე იკვლევენ თეორეტიკოსი სამყაროს ყველაზე შეუცნობად საიდუმლო სფეროებს, მოსინჯავენ ხოლმე თეთრ ლაქებს. შემდეგ ამ გზით, რომელიც თეორეტიკოსების მიერ ოდნავა მინიშნებული, წავლენ ფიზიკოს-ექსპერიმენტატორები. ისინი გამოავლენენ, თეორეტიკოსთაგან რომელი აღმოჩნდა ყველაზე მე-



ამ სტატიაში, რომელიც ედება „სინამდის ტალღებს“, შეთავაზებ მსაგვარი ნიკოლოზ კოშკის სტატის თემაზე შევქმნა ფანტასტიკური ნახატია სერია. პირველ ნახატზე — როცა ილია სოლოდოვი კოსმოსური სხეული ცდილობს შეიკუმშოს საკუთარი გრაიტიკიული ველი.

გაურკვეველია მისანი, ცნობილი არ არის იარაღის კონსტრუქცია, არ ჩანს სამიზნე სამარჯვი — ასეთ მდგომარეობაში ფიზიკოსი, რომელსაც გაულისკავს გრაიტიკიული ტალღების რეგისტრირება (ნახ. 2).

ტად გამჭირვალად, იბღლიან ან თამამი —
დაარტყნის, რაც გულისხმობს.

შემდეგ კი ფიზიკოსების მიერ გაცემულ
გზაზე დაიძვრება ინჟინერების, კონსტრუქტორების
რაზგება, რომ დაიცავდნენ ათვისებულ
მეცნიერებას, ჩააყენებდნენ აღმოჩენას ახალ
მანის სამსახურში. მაგრამ ეს უკვე მეცნიერების
სამსახურულია...

ტექნიკური და ანტიგრაფიკაციის საქმე
ჯერჯერობით მხოლოდ საწყის სტადიაშია.
„ფიზიკა-არქიტექტურა“ საკითხი დაგეგმულია,
მაგრამ პასუხი არ არის მიღებული. აი, რომ
მიხედავდნენ ტექნიკის დამკვერ, წარმოშობდა
ახალი, უფრო მეტი ფიზიკა — უმინერო. მისთვის
მოისყენებოდა წარმოსახვითი მასით. ეს
მიგვიყვანდა ფანტასტიკურ შედეგებამდე.
აქეთ ფიზიკაში ყველაფერი შეიძლება პირით
იყოს — თვალაყრდნულად
ნდებოდა ძიება, შემდეგ კი გამოჩნდება
მიზეზი...

უცნაური ამბავია, მაგრამ მათგანაც
რად სახეებით კორექტული. იმაზე მინიმუმით,
რომ ეს სინტეზისა, ერთმა ახალ-გაზრდა
აქტივობაში შეიძლება შეიძლება სცადა აქსონ
ზოგიერთი უფრო მეტი ამბავი სინათლეზე
მეტე სინათლის ნაწილაკების საშუალებით.
მართალია, ეს ცდა არ იყო საფუძვლად
მაგრამ მაინც ვერაღებდა მიქცე ტექნიკის
ნების, და ისევე განაღდა საშუალება მეთოდით,
ასე ვიქცეო, არა იქნება, რომ იყოს...“

და მაინც არაბიზებს თუ არა ისინი?
რა თქმა უნდა, ხალი აზრით რომ მივუდევო,
ამ ტექნიკის არსებობა მეტად უცნაური.
აი, მაგალითად, მაშინ ადამიანს შეეძლება
წინასწარ განმეორების თავისი გაჩენის
შესაძლებლობა და... აღვეყვით იგი...
მაგრამ, მეორე მხრივ, ფიზიკაში რამდენად
ჯერ აუცილებელია სწორი გზიდან ამ ყველა
დღეობულ ხალ არს?

როგორია დასკვნა?
ჯერჯერობით შეიძლება ითქვას, რომ ანტიგრაფიკაცია,
როგორც ტექნიკის, ლიტერატურული ფანტასტიკის
თანრიგულად გადიოდა მეცნიერულად გაანგარიშებული
ფანტასტიკის სფეროში. ტექნიკის, ანტიგრაფიკონების
განგარიშებულია, გამოთვლილია მათი პირობითური
თვისებები. მათ თავისი ადგილი დაიკავეს ფიზიკის
თაროზე და, ისე როგორც ბევრი სხვა დღეა, ექსპერიმენტულ
დადასტურებას ელოდებიან.

პირობა. ამის წინააღმდეგ იღქმანდრ
შეაღწევის რადიოდამგზავნა გრაფიკაციის
კონცენტრატორი“. მასში სულბარი იყო
ასანთის კოლოფისოდენა გრაფიკონების
გამოშვებობა, რომელსაც შეუძლია ათი
მეტრის დაშორებით გამოიწვიოს სიმამის
ველის ისეთი დეფორმაცია, რომ ლიანდაგი-
დან გადინების მატარებელი. ხომ არ ექნება
დამდეგება ეს თანამედროვე ცოდნას?

პასუხი. მეცნიერებმა მას უკვე მოუქმენეს
კიდევ სახელმწიფოება — „გრაფიკი“. აქ
სიტყვა ლაზერთან მარტო ფონეტიკური დამ-

თხვევა კი არ არის, არამედ მსგავსებაცა
მის ფიზიკურ არსთან. მართლაც, რომ მი-
ვიდეთ გრაფიკონების პირობაზე, რატომ არ
უნდა დაეფუძნებინათ, რომ არსებობს მასალა,
რომელსაც შეუძლია გარკვეულ პირობებში
მოახდინოს გრაფიკონების კონცენტრირება?
ელექტრომაგნიტური ტალღებისათვის ხომ
არსებობს ლალი, რომელშიც შესაძლებელი
განაღდა ლაზერის აგება!

როგორი იქნება ეს „ლალი“ გრაფიკონ-
ბისათვის, ამაზე ლაზერია ნაღებია მანამ-
დე, სანამ გრაფიკონები არ არის აღმოჩენი-
ლი. მაგრამ პრინციპში აქ არაფერია არა-
ფერია. გრაფიკონების აღმოჩენიდან გრაფიკონების
აგებამდე გზა, ჩემი აზრით, გრძელია არ
იქნება. მაშინ კი, ბუნებრივია, რომ გრაფიკონების
ასეთი კონცენტრირებული კონს-
ტრუქცია, როგორც გრაფიკონებით გაჯერებული
ლი სივრცისაკენ, მიიზიდება სხეულებში.

არ ეპირებ გრაფიკაციის კონცენტრატორის
— გრაფიკონის შიშის განსაზღვრას, ეს
ფანტასტიკის საქმეა, მაგრამ სასებით
სწორია, რომ ზედ გრაფიკაციის ნაკლებად
გადაიჩნება მატარებელი და ჩამოიტყვევა
კვლევა. ამაში არაფერია არაფერული.

ახლაც კი შეიძლება გამოვიყენო ასეთი
კონცენტრატორი — თავისებური გრაფიკონ-
კონცენტრატორი. მართალია, საკითხის თანა-
მედროვე ცოდნის პირობებში მოგვიწდება
ერთ ადგილზე მოყვარილი თავი რამდენიმე
მეტრის იმისათვის, რომ შევძლოთ გრაფიკ-
ტაციული ველის გამორულება და კონცენტრირება.
გასაგებია, რომ საქმე ჯერჯერობით
ბოლო იმაზე უფრო რეალურია, ვიდრე
არქიმედეს ლეგენდარული განსაზღვრა —
ბერკიტის საშუალებით გადამბრუნებინა დედამიწა.

როგორც ხედავთ, კანონის ცოდნა ვო-
ველთვის არაა საკმარისი პრაქტიკული საქ-
მეებისათვის, მიუხედავად იმისა, რომ იგი
სახეებით რეალურ პერსპექტივებს სახავს.
პირობა. ახლა უკანასკნელი კითხვა პერს-
პექტივებზე. როდის არის მოსალოდნელი
პრაქტიკული შედეგები გრაფიკაციის ათვისებაში?

პასუხი. მეცნიერების სფეროში პროგნოზები
სასიკისო საქმეა, მაგრამ ეს საკითხი, ჩემი
აზრით, წარმოადგენს სწორედ ამ შემთხვევას,
როცა პროგნოზი შეიძლება საკმაოდ ზუსტად
აღმოჩნდეს. სიტყვამ მოიგონა და, ეს უკვე
შესრულებულია მეცნიერების და ფანტასტიკის
არტურ კლასის შესაბამისად წინააღმდეგ
გრაფიკაციის მიმართ. ავტორიტეტული მეცნიერების
— გრაფიკაციის დარგის საკუთრივების — აზრზე
დამყარდებით იგი გრაფიკაციული ტალღების
აღმოჩენას 1980 წელს მოაუთუნებს. გრძელ-
ვადიანი პროგნოზების სკალის თანხმად,

გრაფიკაციის მართვა შემდეგ მოუტანს,
ვერსებ მის დასასრულს მიუკუთვნება.

თუ პირველი ცდები, ჩემი აზრით, ძალზე
უახლოვდება იმას, რასაც, თანამედროვე
მეცნიერების შესაძლებლობებიდან გამომდინარე,
რეალურად უნდა ველოდეთ, შემდეგ კი პროგნოზის
უზარბაქმად გერ დავითანხვები. არავითარი
სიფუქელი არ არის ანტიგრაფიკაციის, რომ
მეცნიერები, რომლებიც გრაფიკაციულ ტალღებს
აღმოაჩენენ, ასე სწრაფად გააგრძელებენ მათი გამოყენების
გზების ძიებას. პირაქით, თანამედროვე
მეცნიერების განვითარების მთელი მსვლელობა
აჩვენებს, რომ დრო ფიზიკისთვის ფუნდამენტური
აღმოჩენებით მათ ტექნიკაში გამოყენებაზე
სულ უფრო და უფრო მეტდება. სატელეფონო
კავშირი მეცნიერების მიერ მის პირიქის
დადგენიდან ორმოცდაათი წელი — ელოდა პრაქტიკულ
განხორციელებას. ჩვენს დროში ეს ვადა
აღბასისათვის თხუთმეტი წელი აღმოჩნდა.
აი უკვე ჩვენს დროში აივო ლაზერი. მის
გამოყენებას მხოლოდ ორი წელი დასჭირდა.
და მაშინ როცა ჩვენს დროში აქ დიდი
ერდება კავშირი ფუნდამენტურ, ბაზურ და
გამოყენებით კვლევებს შორის, რატომღაც
დავადგინდით ასე დიდხანს გრაფიკაციულ
ტალღების დანერგვას?

ვოველდევს ეს იმის სასარგებლოდ მეტყვე-
ლებს, რომ ფიზიკა მთავად ძალზე მნიშვნელოვან
მოვლენებს გრაფიკაციის სფეროში. დარწმუნებული
ვარ, რომ დღეს არცერთი ფანტასტიკის არ შეუძლია
იწინასწარმეტყველოს ის გრაფიკური ცვლილებები,
რაც მიღწეული იქნება ტექნიკაში გრაფიკაციული
ტალღების ექსპერიმენტული აღმოჩენით. ძალზე
დიდი პირობა აღმოჩენაზე. სწორედ ამით
შეიძლება აისახოს სულ უფრო და უფრო მზარდი
გამოყენება მეცნიერების ამ დარგში,
რომელიც ასე დიდხანს იყო მიჩნეული
„შეიძლება“.

ჩვენთან, უსრ მეცნიერებათა აკადემიის
თეორიული ფიზიკის ინსტიტუტში, ფარდობითობის
თეორიის და გრაფიკაციის გამოყოფილებაში
დაყენებულია ახალი თეორიული პრობლემები,
რომელთა შორის პირველი ადგილზეა გრაფიკაციის
ველის ენერგიის გამოკვლევა.

იმიდ მაქვს, რომ ამ გამოყოფილებაში,
რომელიც ამჟამად ყალიბდება ჩემი ხელმძღვანელობით,
სიამოვნებით მოვა ახალ-გაზრდობა. მეცნიერება
გრაფიკაციის შესახებ ახალი, ფუნდამენტური
აღმოჩენების ზღვრებთან დგას. ეს კი ვოველთვის
იზიდავს ენთუზიასტებს.

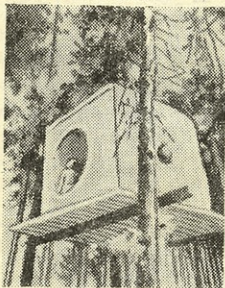
ჩვენი

„უოზილნი“

დასავლეთ გერმანიის ქალაქ ლუდენშეიდში მოეწყო პლასტმასის სახლების პირველი საერთაშორისო გამოფენა. მოწყობთა მტკიცებით, გამოფენამ „წინადაგი უნდა გამოაცალოს ფეხქვეშ სკეპტიკოსებს, რომლებსაც არ სწამთ სინთეზური საშენი მასალები“, და „გახდეს მეცნიერული ექსპერიმენტების ფართო პოლიგონი“. მიუხედავად ამისა, სპეციალისტების აზრით, ჭრჭერობით ნაადრევია ზეიმი. გამოფენაზე წარდგენილი ბევრი კონსტრუქცია არქიტექტურული აზრის ფართო შარავზა კი არ არის, არამედ ჩიხში გაქცევს. სანამ შეცნობილი არ იქნება ეს შეცდომები, საეჭვოა, რომ პლასტმასის არქიტექტორის წინაშე ფართო პერსპექტივები გაიშალოს.

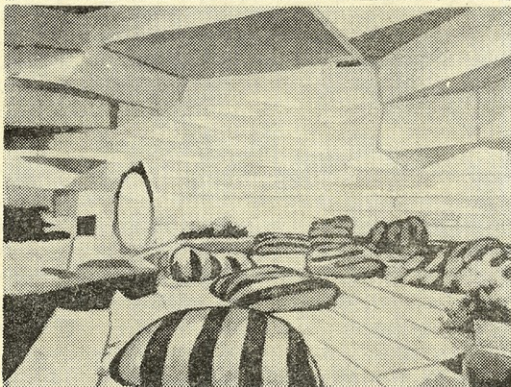
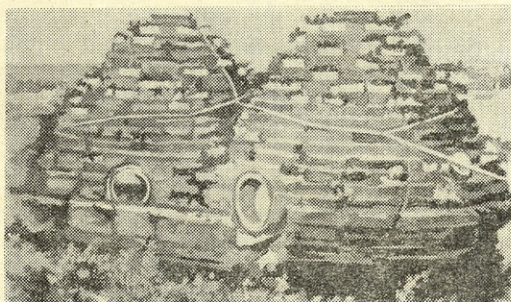
ერთ-ერთი დამთვალიერებელი წერს, რომ მისი ყურადღება მიიპყრო ფართოდ რეკლამირებულმა მცურავმა „ბიო-სახლმა“, მაგრამ ექსპონატის გაცნობის შემდეგ იმედი გაუტრუჟდა. დამთვალიერებელი უსიამოვნოდ გააცნობდა მარტო ფიცარანგებისა და სასიგნალო ანძების უქონლობამ, არამედ იმანაც, რომ „ბიო-სახლი“ უვარგისია საცხოვრებლად. მის ილუმინატორებში საეჭვოა გაეტიოს თანამედროვე დიდი ტელევიზორები და მაიკროფონები. რომც გაეტიოს, სად უნდა ჩაირთოს? ეს მოდელი ჭრჭერობით მხოლოდ პლასტმასის დიდი სათამაშოა.

პლასტმასის სახლების მომავალი (თუკი საერთოდ აქვთ) ჭერ კიდევ შორსაა. გამოფენის დამთვალიერებლებს უჭირთ გარჩევა, სად არის არქიტექტურული აზრე-

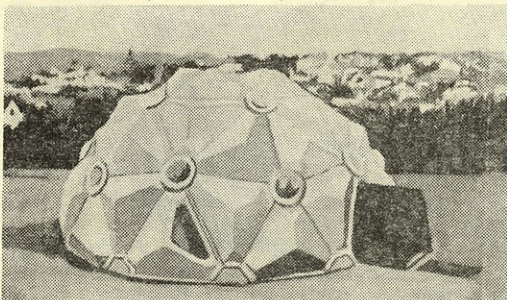


ქაფულასტახ (პოლიურეთანის) სახლი, შემქმნელთა აზრით, მეტად სასარგებლო აღმოჩნდება სტიქიური უბედურების დროს, როცა ათასობით ადამიანი უსახლკაროდ დარჩება. ასეთი სახლები სწრაფად „გამოცხვება“ თხევადი პლასტმასის აქადებით. მშენებლობას სჭირდება 1 საათი.

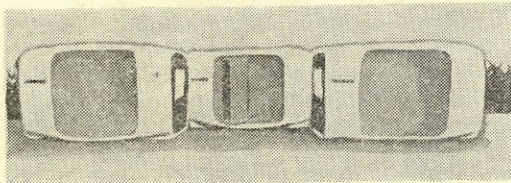
ბის თამამი აღმადრენა და სად სნობებისათვის გათვალისწინებული მოდების გრიმისი. ექსპონატთა ნაწილია ქალაქგარეთა სახლები, დამატებითი ბინები მოყვრებულ მდიდარი უმცირესობისათვის, ნაწილი კი ჩადგენილია როგორც გონივრულად დაგეგმილი, სელმისწავლომი ღირებულების ბინა.



გამოფენის ერთ-ერთი ექსპონატი „ბიო-სახლი“ მცურავია და ორივე მხრიდან შემკულია უამრავი უვადოთ. „ბიო-სახლში“ პოლიმერები მეფობს, იატაკზე მიმოფანტული დასაძლომი ბალოები, არქიტექტორის აზრით, უფრო შეესაბამება „სინთეტიკის ბუნებას“, ვიდრე ჩვეულებრივი სკამები ან პლასტმასის საფარძლები.



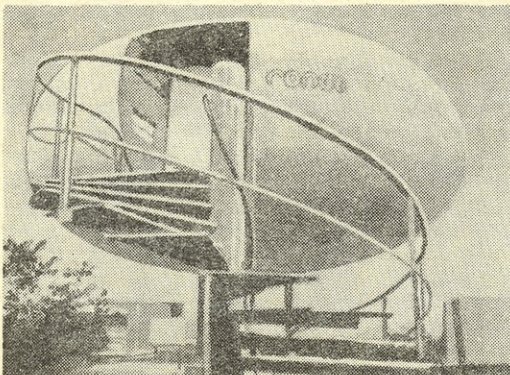
საცხოვრებელი გუმბათი 40 ამოზრცული ელემენტისაგან სტუდენტ-არქიტექტორთა წინადადება.



„ალექსო“ — სისტემის ფრანგული საავტომობილო სახლი. სასარგებლო ფართობი — 50 მ².

სახლები ერთმანეთისაგან არა მარტო დანიშნულების მიხედვით განსხვავდება, არამედ შესრულების ტექნიკითა და საშენი მასალებით. პლასტმასის გლუვი და კვერცხისებრი ნაჭუჭები („რონდო“, „ფუტურო“) ან პლასტმასის კაბინები („ორიონი“, „ალექსო“) იმეორებს არსებულს ან ფანტასტიკური კოსმოსური ხომალდების ფორმებს. წარმოების მეთოდი და ასეთი საცხოვრებლების ინტერიერი გვაგონებს მსუბუქი ავტომობილის აწყობასა და შიგა მოპირკეთებას. სახლი დამზადებულია ფაბრიკის სტანდარტული დეტალებისაგან, საყვარელი დამთავრებული იყიდება და მოწყობილობაში რაიმეს შეცვლის შესაძლებლობა მინიმუმამდეა დაყვანილი.

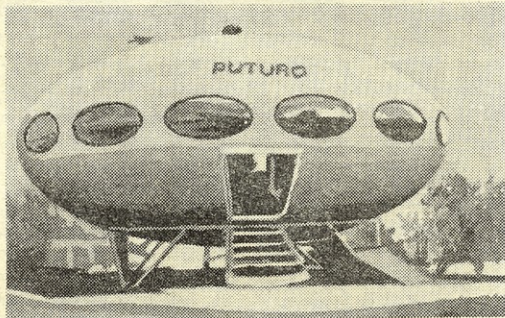
გამოფენაზე წარმოდგენილია აგრეთვე საცხოვრებლების საცდელი მოდელები, რომლებიც აგებულია მოდელების კომპლექტებისაგან. მათი შეერთება ნებისმიერი თანმიმდევრობით შეიძლება („პოლიტიმ“, „DO სისტემა“). არქიტექტორი-მოყვარული ყიდულობს პოლიეთერის მინაბოჭკოს ექვსკუთხა მზიდ მოცულობით ელემენტებს და აერთებს მათ ჩვეულებრივი შურუბებით. ერთ-ერთ ბლოკთან, სადაც განლაგებულია სამზარეულო, სააბაზანო და სანკვანძი, მიყვანილია წყალსადენი და კანალიზაცია. შეიძლება შევერთოთ ასეთი „ფიჭების“ ნებისმიერი რაოდენობა, დავდგათ ისინი ორ სართულად და აღვმართოთ ცოტად თუ ბევრად რთული ნაგებობა. ქალაქის მრავალსართულიან სახლს დასჭირ-



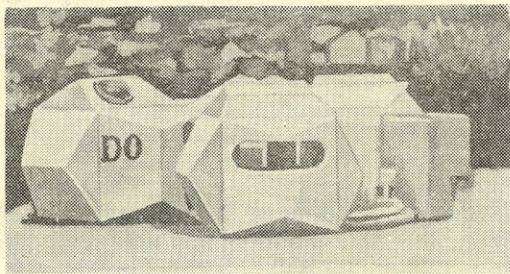
შევიცარიული ქალაქგარეთა სახლი „რონდო“

დება მტკიცე მზიდი კარკასი, სადაც ჩაშენდება ცალკეული უკრა. ამჟამად კონსტრუქტორები მუშაობენ მთლიანკარკასიანი ქალაქის მოდელზე. მაგრამ ჯერჯერობით გამოფენაზე ჭარბობს მსუბუქი საავტომობილო სახლები (გამოფენა მოაწყო საშენებლო კომპანია „რონელი“ სპეციალიზებულია კემინგზე).

გამოფენა გაგრძელდება რამდენიმე წელს. თუ ნაგებობები საკმარისი მყარი აღმოჩნდება, გამოფენა, რომელიც თავდაპირველად ჩაფიქრებული იყო როგორც ახალი მოდელების პარადი, ისტორიაში შევა პლასტმასების სახლების პირველ მუზეუმად მსოფლიოში.



„ფუტურო“ — „ალექსო“ კომპანიის კიდევ ერთი სახლი — დგას ფოლადის რკოლზე, რომელიც ეყრდნობა ბეტონის საძირკველს. „კოსმოსურ“ სტილზე ნაგები სახლის ფართობია 50 მ², წონა — 8 ტ.



„DO სისტემის“ კონსტრუქციისაგან შეიძლება ავაგოთ სრულიად სხვადასხვაგვარი სტრუქტურა. სურათზე — სახლი, რომელიც აწყობილია ექვსი ექვსკუთხედი ელემენტისაგან (პოლიეთერის მინაბოჭკო).



ყველაზე იაფი სახლის მშენებლობა, მავთულის არმატურაზე ასხურებენ აქავედულ პლასტმასს.

პერონის ფორმულა

ბიოგრაფი ალექსანდრე



1. ვთქვათ, სამკუთხედის გვერდების სიგრძეებია a , b და c . S -ით აღვნიშნოთ სამკუთხედის ფართობი, p -ით კი — პერიმეტრის ნახევარი:

$$p = \frac{1}{2} (a + b + c).$$

ამ აღნიშვნებში:

$$S = \sqrt{p(p-a)(p-b)(p-c)}. \quad (1)$$

ეს პერონის ცნობილი ფორმულაა. ქვემოთ ჩვენ გამოვიყენებთ მას და გავცნობით მის ერთ განზოგადებას ოთხკუთხედებისათვის. ახლა კი გვსურს ზოგიერთი ისტორიული ცნობა მივაწოდოთ მკითხველს.

2. ფართობებისა და მოცულობების გამოთვლაში ადამიანის ყურადღება გეომეტრიის ჩასახვითანავე მიიპყრო. ჯერ კიდევ უძველეს დროში ეგვიპტელებმა იცოდნენ სამკუთხედის, მართკუთხედის და ტრაპეციის ფართობების გამოთვლა. ითვლიდნენ ისინი წრის ფართობსაც, რომელიც ისეთი კვადრატის ტოლიდდა იყო მიჩნეული, რომლის გვერდი დიამეტრის $\frac{8}{9}$ -ის ტოლია. ეს π რიცხვისთვის საკმაოდ კარგ მიახლოებას იძლევა: $\pi \approx 3,1605$.

არც მოცულობების გამოთვლა ყოფილა ეგვიპტელებისათვის უცხო. აღსანიშნავია, რომ ერთ-ერთ პაპირუსში, რომელიც ჩვენს წელთაღრიცხვამდე 1800—1600 წლებით თარიღდება, კვადრატულფუძიანი წაკვეთილი პირამიდის მოცულობის გამოსანგარიშებელი ფორმულაა მოცემული (ეს პაპირუსი მოსკოვის სახვითი ხელოვნების მუზეუმის კუთვნილებას წარმოადგენს და ამიტომ იგი „მოსკოვის პაპირუსის“ სახელითაა ცნობილი. პაპირუსი სიგრძით დაახლოებით 5,5 მ-ია, სიგანით — 8 სმ.).

ძველ საბერძნეთში მათემატიკამ, კერძოდ გეომეტრიამ, არნახულ სიმაღლეებს მიაღწია. სწორედ აქ ჩამოყალიბდა გეომეტრია როგორც მეცნიერება. საყოველთაოდაა ცნობილი, რომ ეს პირველ რიგში ეგვიპტელს დამსახურებაა, რომელმაც თავის „საწყისებში“ გეომეტრია მწყობრივ, დედუქციური სისტემის სახით წარმოგვიდგინა.

არ შეიძლება აქვე არ მოვიხსენიოთ გენიალური არქიმედე, რომელიც ეგვიპტეზე დაახლოებით ნახევარი საუკუნით გვიან მოღვაწეობდა. მან ბევრი მნიშვნელოვანი გეომეტრიული ფაქტი დაადგინა. განსაკუთრებით აღსანიშნავია ის სრულყოფა, რომელსაც არქიმედემ ფართობებისა და მოცულობების გამოთვლაში მიიღწია. სამწუხაროდ, არქიმედეს შრომების ნაწილი დაკარგულია. ის კი, რაც ჟამთა სიივსე გადურჩა მრავალ ენაზეა თარგმნილი და დღესაც მკითხველის აღტაცებას იწვევს.

ისტორიკოსები ვარაუდობენ, რომ არქიმედეს დაკარგულ შრომებს შორის არის შრომაც, რომელშიც „პერონის ფორმულა“ გამოყვანილი. ყოველ შემთხვევაში ერთ-ერთ არაბულ ხელნაწერში არის მითითება იმაზე, რომ ეს ფორმულა არქიმედეს ეკუთვნის. მაშ რატომ ატარებს იგი პერონის სახელს? ვინ იყო პერონი?

პერონი ჩვენი წელთაღრიცხვის I საუკუნის გამოჩენილი ინჟინერი და გამომგონებელია. იგი მათემატიკითაც ყოფილა დაინტერესებული. კერძოდ, მან დაწერა თხზულება სახელწოდებით — „მეტრიკა“, რომელშიც თავი მოუყარა მისთვის ცნობილ ფორმულებს. ამ ფორმულებს შორის არის ზემოთყვანილი (1) ფორმულაც. თავად პერონი არ აღნიშნავს ვის მიერაა ეს ფორმულა გამოყვანილი, მაგრამ არც თავის თავს აცხადებს მის ავტორად.

ამრიგად, შეიძლება დაბეჯითებით ითქვას, რომ კაცობრიობა ხსენებულ ფორმულას სწორედ პერონის „მეტრიკით“ გავცნო და ამიტომაც მას ამ თხზულების ავტორის სახელი შემორჩა.

3. ახლა გავცნოთ პერონის ფორმულის გამოყვანას. ამ გამოყვანას საფუძვლად ორ ცნობილ დამოკიდებულებას დავუდებთ: პირველი ესაა სამკუთხედის ფართობის გამოსახვა ორი გვერდითა და მათ შორის მოთავსებული კუთხის სინუსით, მეორე — კოსინუსების თეორემა.

მაშ ასე, ვთქვათ, სამკუთხედის გვერდების სიგრძეებია a , b , c ; A გვერდის მოპირდაპირე კუთხე — α , ხოლო ფართობი — S .

$$S = \frac{1}{2} bc \sin \alpha,$$

$$\cos \alpha = \frac{b^2 + c^2 - a^2}{2bc}.$$

უკანასკნელი ფორმულის თანახმად, ვინაიდან $0 < \alpha < \pi$, შეგვიძლია დავწეროთ:

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} = \frac{1}{2bc} \sqrt{4b^2c^2 - (b^2 + c^2 - a^2)^2}.$$

თუ $\sin \alpha$ -ს ამ მნიშვნელობას S -ის გამოსახულებაში შევიტანოთ, მივიღებთ:

$$S = \frac{1}{4} \sqrt{4b^2c^2 - (b^2 + c^2 - a^2)^2}. \quad (2)$$

გარდაქმნა გვაძლევს:

$$\begin{aligned} & 4b^2c^2 - (b^2 + c^2 - a^2)^2 = \\ & = (2bc + b^2 + c^2 - a^2)(2bc - b^2 - c^2 + a^2) = \\ & [(b+c)^2 - a^2][a^2 - (b-c)^2] = \\ & = (a+b+c)(b+c-a)(c+a-b)(a+b-c) = \\ & = 16p(p-a)(p-b)(p-c), \end{aligned}$$

სადაც p , როგორც დასაწყისში იყო აღნიშნული, სამკუთხედის ნახევარპერიმეტრია. შევიტანოთ რა ამ გამოსახულებას (2) ტოლობის მარჯვენა ნაწილში, მივიღებთ დასამტკიცებელ ფორმულას.

4. მათემატიკაში ყოველთვის განზოგადებებს ეძებენ. სწორედ განზოგადების სურვილი ამოძრავებდა VII საუკუნის ინდოელ მათემატიკოსს — ბრამაჰუტას, როდესაც მან გამოთქვა მოსაზრება, რომ ჰერონის ფორმულის მსგავსი ფორმულა სამართლიანია ოთხკუთხედის ფართობისთვისაც. სახელდობრ, იგი ვარაუდობდა, რომ თუ a, b, c, d ოთხკუთხედის გვერდების სიგრძეებია, ხოლო p — ნახევარპერიმეტრი, მაშინ ოთხკუთხედის S ფართობისთვის სამართლიანი იქნებოდა შემდეგი ფორმულა:

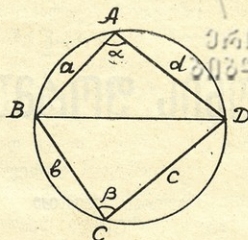
$$S = \sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)}. \quad (3)$$

ვარაუდი ერთია, ჭეშმარიტება კი — მეორე. მარტივი შემოწმება გვიჩვენებს, რომ (3) ფორმულა, საზოგადოდ, სწორი არ არის. მართლაც, თუ ავიღებთ რომეს, მაშინ (3) ფორმულა მისი ფართობისთვის მოგვცემს $S = a^2$, რაც, ცხადია, სინამდვილეს არ შეესაბამება.

ამასთანავე, კვადრატისა და მართკუთხედის შემთხვევაში (3) ფორმულა სწორი პასუხს გვაძლევს. ეს ბუნებრივად ბადებს შემდეგ კითხვას: იქნებ არსებობს ოთხკუთხედთა ისეთი კლასი, რომლისთვისაც (3) ფორმულა ჭეშმარიტია? დიახ, არსებობს! ეს ისეთი ოთხკუთხედებია, რომლებზედაც წრეწირის შემოხაზვა შეიძლება. დავამტკიცოთ ეს.

ამ შემთხვევაშიც ზემოხსენებული ორი დამოკიდებულებიდან გამოვალთ. ამრიგად, ვთქვათ, $ABCD$ ოთხ-

კუთხედზე შეიძლება წრეწირის შემოხაზვა. მაშინ, როგორც ეს ნახაზიდან ჩანს



$$\begin{aligned} S &= S(ADB) + S(BCD) = \\ &= \frac{1}{2} ad \sin \alpha + \frac{1}{2} bc \sin \beta. \end{aligned}$$

მაგრამ $\alpha + \beta = \pi$, ე. ი. $\sin \alpha = \sin \beta$ და ამიტომ:

$$S = \frac{1}{2} (ad + bc) \sin \alpha. \quad (4)$$

ვიპოვოთ $\sin \alpha$. კოსინუსების თეორემის ძალით

$$BD^2 = a^2 + d^2 - 2ad \cos \alpha, \quad BD^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos \beta,$$

საიდანაც

$$a^2 + d^2 - 2ad \cos \alpha = b^2 + c^2 - 2bc \cos \beta.$$

ახლა, თუ გავითვალისწინებთ, რომ $\cos \beta = -\cos \alpha$, შეგვიძლია დავწეროთ:

$$\cos \alpha = \frac{a^2 + d^2 - b^2 - c^2}{2(ad + bc)}.$$

მაშასადამე,

$$\sin \alpha = \sqrt{1 - \cos^2 \alpha} =$$

$$= \frac{1}{2(ad + bc)} \sqrt{4(ad + bc)^2 - (a^2 + d^2 - b^2 - c^2)^2}.$$

შევიტანოთ $\sin \alpha$ -ს ეს მნიშვნელობა (4) ტოლობაში, მივიღებთ:

$$S = \frac{1}{4} \sqrt{4(ad + bc)^2 - (a^2 + d^2 - b^2 - c^2)^2}.$$

ელემენტარული გარდაქმნით დავრწმუნდებით, რომ

$$\begin{aligned} & 4(ad + bc)^2 - (a^2 + d^2 - b^2 - c^2)^2 = \\ & = (b + c + d - a)(c + d + a - b)(d + a + b - c)(a + b + c - d) = \\ & = 16(p-a)(p-b)(p-c)(p-d), \end{aligned}$$

სადაც p — ნახევარპერიმეტრია.

ამრიგად, საბოლოოდ

$$S = \sqrt{(p-a)(p-b)(p-c)(p-d)},$$

რის დამტკიცებაც გვინდოდა.

დასასრულ, შევნიშნოთ, რომ მიღებული შედეგი შეიძლება შევაბრუნოთ. სახელდობრ, სამართლიანია შემდეგი თეორემა: თუ ოთხკუთხედის ფართობი (3) ფორმულით გამოითვლება, მაშინ ამ ოთხკუთხედზე შესაძლებელია წრეწირის შემოხაზვა. ამ ფაქტის დამტკიცებას შეიძლება ვანდობთ.



*.XX საუკუნის № 1 მათემატიკისა, ფრანგი მეცნიერი ანრი პუანკარე, რომელიც ყველა ცნობილი წყაროში მოხსენიებულია როგორც დიდი მათემატიკოსი და ნაწილობრივ ასტრონომი, სრულიად ან თითქმის არ იხსენიება როგორც კარგი ფიზიკოსი. ეს მაშინ, როცა მხოლოდ მისი თხილურ შრომების განხილვა-შეფასება სრულიად დამსახურებულია პუანკარეს XX საუკუნის მონივრე ფიზიკოსთა რიგებში აყენებს. წინამდებარე წერილში უმოკლესად მის ფიზიკურ შრომებზე ვისაუბრებთ.

ანრი პუანკარე დაიბადა 1854 წელს ქ. ნანსიში (ჩრდილო-აღმოსავლეთი საფრანგეთი) მედიცინის პროფესორის ოჯახში. მან, ჯერ კიდევ ბავშვმა, გამოამჟღავნა არაჩვეულებრივი ნიჭი და გიმნაზიის კურსი წარჩინებით დაამთავრა. მაგრამ ცხოვრებამ ზოგჯერ გაუმეორებლად ხდება; მათემატიკით გატაცებული, იგი გამოსაშვები გამოცდების ღრის ზედაპირის წერაში ჩაიჭრა. მხოლოდ პუანკარე გამოცდის შედეგად პულგაფურმა საბჭომ დაუშვა გამოცდის და პუანკარეს სიმწიფის ატესტატი მისცეს. მაგრამ ეს მისი უფასო მარცხი მარცხი როდესაც 1873 წელს იგი პარიზის პოლიტექნიკურ სკოლაში შევიდა. თავისი განსაკუთრებული ნიჭის გამოხატებით, მან პოლიტექნიკიდან მიიპყრო პროფესორ-მასწავლებლის უფრადლება და ყველა სავალი წარჩინებით ჩააბარა, მაგრამ გამოსაშვებ გამოცდებზე გეომეტრიაში ჩაიჭრა ხაზის ატოქონის გამო. ამის შემდეგ პუანკარე შევიდა პარიზის სამთო ინსტიტუტში, რომელიც 1879 წელს დაამთავრა. სამთო ინჟინრად მან მხოლოდ ექვს თვეს იმუშავა, რის შემდეგ იგი კანის (ჩრდილო-დასავლეთი საფრანგეთი) უნივერსიტეტში დოცენტად მიიწვიეს. ორი წლის შემდეგ პუანკარე პარიზში — სორბონის უნივერსიტეტში მიიწვიეს, სადაც 1886 წელს უკვე მათემატიკური ფიზიკის პროფესორი ჩააბარეს და პროფესორის წოდებაც მიანიჭეს. ერთი წლის შემდეგ კი იგი პარიზის მეცნიერებათა აკადემიის წევრად აირჩიეს.

ა. პუანკარე გარდაიცვალა 60 წლის წინათ, 1912 წლის 17 ივლისს, პარიზში 53 წლის ასაკში, ხანმოკლე ავადმყოფობის შემდეგ.

პუანკარეს მეცნიერული მემკვიდრეობა სამ დიდ ღარს მოიცავს: მათემატიკის, ფიზიკისა და ასტრონომიის. მის კალამს ეკუთვნის 530 გამოქვეყნებული შრომა, რომელთა შორის მრავალი კამბიტული გამოცემაა. მათემატიკაში იგი თითქმის ყოველ ღარს შეხვია. მან ამ შრომებით დაასრულა კლასიკური მიმართულება და გასწავს თანამედროვე მათემატიკისკენ.

პუანკარეს მათემატიკური შრომების გამოყენების საუკეთესო ობიექტი ციური მექანიკა იყო, ამიტომ მისი ყურადღება განუწყვეტელი მიპყრობოდა იყო მეცნიერების ამ ღარისაკენ. 1885 წელს შევიცის მოქალაქე II კაპორნიკის გერმანელ მათემატიკოსს კ. აიერსტრასის რჩევით გამო-

აცხადა კონკურსი ციური მექანიკაში საუკეთესო შრომისათვის. კონკურსში მიანაწილებოდა პუანკარემაც კიოლი და გაიმარჯვებულა — მას ოქროს მედალი მიანიჭეს. ამ შრომის შესახებ ვაიერსტრასი წერდა: „პუანკარეთი იწყება ახალი ეპოქა ციური მექანიკაში“.

ის ფაქტი, რომ პუანკარე სამკრისად ცნობილი და აღიარებული ფიზიკოსიც იყო, დასტურდება იმ გარემოებით, რომ სოლვეს პირველ კონგრესზე საფრანგეთში მიწვეული იყო მხოლოდ ოთხი ფიზიკოსი: მარსელ ბრილიენი, პოლ ლანგევენი, ჟან პერენი და ანრი პუანკარე.

ლორენტის ელექტრონულ თეორიაზე დაყრდნობით, პუანკარემ 1900 წელს აღნიშნა, რომ ნიუტონის მესამე კანონი სამართლიან იქნება ელექტრონულ თეორიაშიც, თუ ნაწილაკების მიძრაობის რაოდენობა ერთად შემოვიტანთ ელექტრომაგნიტური ველის მიძრაობის რაოდენობასაც, რომელიც პროპორციული უნდა იყოს ელექტრომაგნიტური ენერგიის ნაკადისა — უმოკლესი პრინციპის ვექტორისა.

პუანკარეს იდეები შემდეგ განავითარეს მ. აბრამსმა და ჰ. ლორენტისმა.

შრომში „მეცნიერება და პოპოზიზმ“, პუანკარემ განიხილა სივრცისა და დროის საკითხები, აღნიშნა მათი მნიშვნელობის ფარდობითობა. ობიექტურ რეალობაზე პუანკარე თვლიდა იმას, რაც სავთლო და ზოგადი ბევისათვის, ყველა მაზაროზე არსებულიათვის. ეს სავთლო პარამეტრი თანადარდობით ქმნის და მისი პარტი, სწორედ ეს არის ობიექტური რეალობა, ენთალეგიაში მშობრითება, რომელსაც შეიძლება ჩვენ ჩაიწვიდეთ. პუანკარეს შრომებმა, რომლებშიც ამ მოსენიებული იდეალისტური შეხედულებები განვითარებული, გავლენა მოახდინა არა მარტო ახალგაზრდა ფიზიკოსებზე, მაგალითად, ლუი დე ბროლიზე, არამედ უფროსი თაობის ისეთ თვალსაზირო ფიზიკოსებზეც, როგორიცაა ა. ინსტაინი იყო. ეს უკანასკნელი თავის სტატებში ხშირად იმუშავდა პუანკარეს შრომებს.

გამოქვეყნებული მსგავსი შრომებით და მრავალი ზეპირი გამოცხადებით პუანკარე მიხვდა ენთალეგიაში მნიშვნელოვან გავლენა მოახდინა მასზე პრაგმატიზმმა და ნეოკანტინიზმმა. პუანკარეს არ სწამდა მატერიის ობიექტური რეალობა და თავის შრომებში ავანტიციზმის თვალსაზრისს ამჟღავნებდა. პუანკარე თვლიდა, რომ მეცნიერული თეორიის დროებითება განისაზღვრება იგი იმით, თუ რა სიღრმით და სისწორით ასახავს იგი სინამდვილეს, არამედ მისი გამოყენების მხებრხედულობითა და მიზანდასახულობით.

პუანკარეს ზემოხსენებული მცდარი შეხედულებები შეიძლება გაიყაროს ვ. ი. ლენინმა თავის შრომებში „მატერიალიზმი და ემპირიოკრიტიციზმი“.

1905 წ. პუანკარემ აინშტაინთან ერთად გამოუღო და მისგან დამოუკიდებლად გამოქვეყნა შრომა „ელექტრონის დინამიკის

შესახებ“, რომელშიც მოცემული იყო ფარდობითობის სპეციალური თეორიის საფუძვლები.

როცა ვადავებთ XX საუკუნის ამ ორ გოლით მეცნიერს — პუანკარესა და აინშტაინს, უნებლით თვალში გვხვდება ის, რასაც ყოველი მოწვევი კი შეამჩნევს, ცხადია, თუ ამ ორი მეცნიერის შრომებს ზერეულდ მინც გადახედვას. პუანკარეს სტატები საყვარა ჰ. ლორენტის, პ. ლანგევენის, ა. ბუენერისა და მ. აბრამსის შრომებზე მითითებით. მაშინ, როდესაც აინშტაინის შრომებში ლორენტის კი არ არის ნახსენები, მაგრამ, როცა აინშტაინი ფილოსოფიური ხასიათის შრომებს წერდა, მაშინ არავითარ შემთხვევაშიც პუანკარეს შრომებზე, მაშ, უნდა დაესვენათ, რომ აინშტაინმა იცოდა, რას ნიშნავს იმ პარა შრომების მითითება, რომელსაც აქვთ თუ ისი იყენებდა. მაგრამ ფარდობითობის თეორიის განხილვის დროს მან განზარა შევიცა თავი ანალოგიური მითითებისაკენ. დ. ივანესისა და ლ. დე ბროლიის მიერ გამოქვეყნებული მისაზრება, რომლის თანახმად პუანკარეს გაუგებლობა გამოწვეული იყო მისი მცდარი ფილოსოფიური პოზიციით.

საფილოსოფიო მრავალი ავტორი ეხება ფარდობითობის სპეციალური თეორიის ისტორიის საკითხს. ზოგი მათგანი პუანკარეს თანამედროვეა, ზოგი მომდევნო თაობის, ზოგი თეორეტიკოსია, ზოგიც ფიზიკის ისტორიკოსი. თუ ყველა მათგანის აზრს შევჯამებთ, ერთ ობიექტურ დასკვნას მივიღოთ: ფარდობითობის სპეციალური თეორიის ავტორებად ოთხი მეცნიერი უნდა ვაოიაროთ: ჰენდრიკ ლორენტისი, რომელმაც მოახზა ამ თეორიის ფორმულირება; ანრი პუანკარე და ალბერტ აინშტაინი, რომლებმაც საბოლოოდ დაადგინეს ძირითადი კანონზომიერებანი; დაბოლოს, ჰერმან მინკოვსკი, რომელმაც გააჩვენა ღრმა კავშირი სივრცისა და დროს შორის.

ა. პუანკარე მრავალი ქვეყნის მეცნიერებათა აკადემიებისა და სამეცნიერო საზოგადოებებში წევრი იყო. არჩეული იყო მრავალი ქვეყნის უნივერსიტეტების საპტიორი დოქტორად. 1904 წელს მათემატიკის განვითარებაში განსაკუთრებული დამსახურებისათვის ყაზანის ფიზიკა-მათემატიკის საზოგადოებამ პუანკარე ოქროს მედლით დააჯილდოვა.

სრულმსმერი?

ეს სოპერზე
მარსიო!

მერვე საშუაისი დასასრული

პიღვე პრთი უკუკავშირი

ა. — უკუკავშირის ასეთი ქცევა, როგორც ჩანს, ძალზე მნიშვნელოვანია, რადგან იგი ეკონომიის კარგი საშუალებაა.

ბ. — ჩანს, ფუთალი ხარჯების შემცირების შესაძლებლობა უკუკავშირთან. დამახსოვრებ, რომც არ გინდოდეს მისი გამოყენება, ვალდებული ხარ შეურთოდე მის ფარულ არსებობას.

ა. — ეს რა საიდუმლოებაა?

ბ. — ტრანზისტორისთვის დამახასიათებელია შინაგანი უკუკავშირი, რომელიც თითქმის მთლიანად უცნოა მილაკებისათვის. თავის არსებობას იგი უნდა უმაღლესად კოლექტორის გადასასვლელის წინააღობას, რომელიც რამდენიმე ასეული კოლომი და უშუალოდ ჩართულია კოლექტორისა და ბაზის შორის.

ა. — როგორ ავლენს თავის თავს ეს შინაგანი უკუკავშირი?

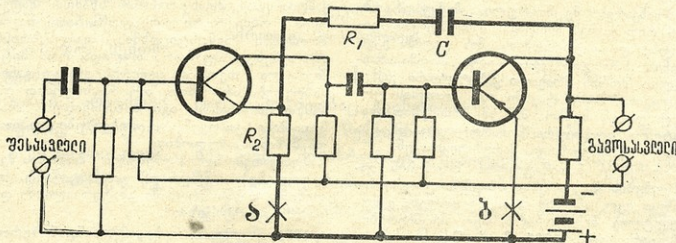
ბ. — ისევე, როგორც ჩვენ მიერ განხილული პარალელური უკუკავშირი (ნახ. 60 ბ). მისი გაზომვაც კი შეიძლება. ამისათვის საჭიროა შევცვალოთ კოლექტორის ძაბვა და ვაზოთით ბაზის ძაბვის ცვლილებები. პრაქტიკულად U_c ძაბვის ცვლილება რამდენიმე ათასჯერ ნაკლებია მის მიერ გამოწვეულ U_b ძაბვის ცვლილებაზე. სხვაგვარად რომ ვთქვათ, შინაგანი უკუკავშირის კოეფიციენტი საშუალოდ 0,05%-ის რიგისაა. მას აღნიშნავენ ბერძნული ასოთი μ (მიუ) ან უმეტესად μ_{12} სიმბოლოთი.

ა. — მაღლობელი ვარ შენი, შინაგანი უკუკავშირის კოეფიციენტის განაზღვრას საშუალება რომ მომეცე: $\mu = \Delta U_b / \Delta U_c$. მაგრამ, რადგან μ სიდიდე უმნიშვნელოა, ამიტომ შინაგანი უკუკავშირის გაგების უფლებელობა, ალბათ, შეიძლება.

ბ. — დიხ. იმ პირობით, რომ დეტეირთვის წინააღობა მცირეა გამოსავალ წინააღობაზე, რაც პრაქტიკაში ხშირად გვხვდება.

ფაზის საპითხი

ა. — ალბათ, ხვდები, იცია, რა მოუთმენლად ველოდები პრაქტიკული სქემის შესწავლაზე გაიხვალს. ბოძანე ქულის დაგბრდი, აუწყო სრულყოფილი ტრანზისტორული მიმდები, რომლის წაღებასაც შეძლებდა აფრიკაში, ხადაც რეჟმატიზმზე უნდა იმკურნალოს მზით. განზრახული მიქეს დგამზადი დაბალი სისშირის ორკასკადიანი გამაძლიერებელი. შემძილია თუ არა ორივე კასკადზე დგამვარო საერთო უკუკავშირი ძაბვის მიწოდებით გამოსასვლელიდან შესასვლელზე?



ნახ. 61. უკუკავშირის შერეული (მიმდევრობით-პარალელური) სქემა, რომელიც მოიცავს დაბალი სისშირის გამაძლიერებელს ორ კასკადს.

ი. — ღიას, ოლონ ტრანზისტორიან სქემებში საჭირო არაა ორზე მეტ კასკადზე დამყარდეს უკუკავშირი, რადგან შინაგანი ტვეალობების (რომელთა შესახებ სწორედ ახლა გვსაუბრებოდა) გამო ყოველ კასკადზე სხვადასხვა ფაზის დამატებითი წანაცვლება და თუ უკუკავშირის ორზე მეტ კასკადზე დამყარებით, დამატებითი წანაცვლება შეიძლება იმდენად მეტი აღმოჩნდეს, რომ ვერ ვინახავს წარმეტყველებით საბოლოოდ რომელ ფაზას მივიღებთ.

ბ. — სხვაგვარად რომ ვთქვათ, რისკია საჭირო, უარყოფითი უკუკავშირის ნაცვლად დადებითი რომ მივიღოთ.

ო. — საკვირველი არაფერია... აი სქემა (ნახ. 61), რომელიც უდავოდ მოგეწონება. მასში სწორედ ორი დაბალსიხშირის კასკადია რეზისტორულ-ტვეალობითი კავშირით. გამოსასვლელთან C კონდენსატორში R_1 და R_2 რეზისტორების საშუალებით ეხსნით ძაბვის ნაწილს, რათა მივაწოდოთ იგი პირველი ტრანზისტორის ემიტერს.

ბ. — მეგრ რა? რაჭომ ბაზას არა, როგორც ამას ერთკასკადიან სქემაში ვაკეთებდით?

ო. — იმიტომ, რომ ყოველი კასკადი ცვლის ფაზას. ამიტომ ორი კასკადის შემდეგ სიგნალი ფაზის მიხედვით უნდა დაეთხვეს გამოსასვლელთან მოღებულ ძაბვას. მაშასადამე, ლაპარაკიც აქ არ შეიძლება გამოსავალი ძაბვის ბაზაზე მიწოდების შესახებ (უარყოფითი უკუკავშირის ნაცვლად მივიღებთ საშინელ თვითაგზნებას). გამოსასვლელიდან ძაბვის ემიტერზე მიწოდებით დაემაყრებოთ ხელსაყრელ უარყოფითი უკუკავშირის. გარდა ამისა, R_2 რეზისტორი თვითონ შექმნის პირველ კასკადში მიმდევრობითი უკუკავშირის ეფექტს.

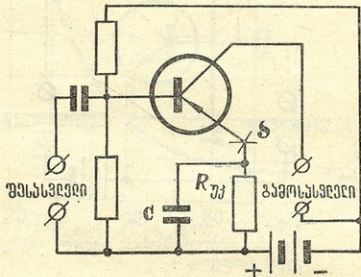
ბ. — შესაინაგია! აი სქემა, რომელიც ბედნიერებას მიაწევს ბიძაჩემს.

სამხრეთის მზის ოინება

ო. — ვმომბო რომ არა. რამდენადაც ტროპიკული მზის სხივები მარგებელი იქნება ბიძაშენისათვის, იმდენად იგი მაგნე აღმოჩნდება რადიომიმღებისათვის.

ბ. — პო, მართლა, დამეცეფდა ის უსიამოვნებანი, რომლებიც მო'დევს ნახევარგამტარული ხელსაწყოების გახსრებას. იქნებ საჭირო იყო მიმდებარე ვინწულიანი ბუშტი ჩაგვედო. ოლონდ ჯერ ის მითხარე, როგორ დავტყვობა რადიომიმღების მუშაობას ტრანზისტორების დენის მომტება, რაც ტემპერატურის მომატებითაა გამოწვეული.

ო. — სიტყვა მივეცი ჩემს თავს, არ გესაუბრო დღეს მახასიათებლებზე, რომლებითაც, გგონი, რიგინად ხარ გაჯერებული. უბრალოდ წარმოიდგინე, არიცია, რომ კოლექტორის საწყისი



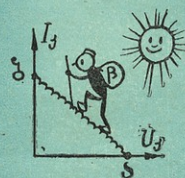
ნახ. 62. მუშა წერტილის ტემპერატურის სტაბილიზაციის სქემა მუდმივი დენის მიხედვით მიმდევრობითი უკუკავშირის ხარჯზე.

დენი ორმაგდება ყოველ 8°C -ით ტემპერატურის მომატებისას. მაშასადამე 0° -დან 40°C ტემპერატურამდე მომატებისას დენი შეიძლება გაიზარდოს 32-ჯერ. ეს ნიშნავს, რომ ყველა გამოსავალი მახასიათებელი მკვეთრად გადაინაცვლებს ზემოთ. ამის გამო მუშა წერტილი (ნება მომეცი მოგაგონო, იგი იმყოფება სადატვირთო წრფისა და ერთ-ერთი კორექტორის მახასიათებლის გადაკვეთაზე), რომელიც მოსდევს მახასიათებლებს საერთო გადაადგილებას ზემოთ, გადაინაცვლებს მარცხნივ ნაცვლად იმისა, რომ სადატვირთო წრფის შუაში იმყოფებოდეს. მაშინ შევიძლებით ჩვენი ლამაზი სიტყვები! მშვიდობით გაძლიერების შესანიშნავი წრფივობა...

ბ. — რა უფედურება! ფეული მატკინე... მაგრამ არცთუ ძალიან, რადგან ვიცი შენი მეთოდი: ჯერ უდღევს განიცადელო ჩამადგებ, ხოლო შემდეგ, როგორც ჯამბაზი (რომელსაც ცილინდრიდან გამოყავს ბოცვერი), მიმიითებ მღგომარეობიდან გამოქვამს საშუალებებზე. აბა მაჩვენე შენი ბოცვერი.

ო. — შენ უკვე იცნობ მას: ერთხელ კიდევ გვისხნის უკუკავშირი. წარმოადგენს რა ღამა-ხინჯებებით ბრძოლის ეფექტურ საშუალებას, იგი დაგვენმარება ტემპერატურის გავლენით გამოწვეული კვების რეჟიმის ნელი ცვლილების თავიდან აცილებაში.

ბ. — მაშასადამე, ჩვენ მიერ განხილული უკუკავშირის სქემები ამავე დროს გამოიყენებ ტემპერატურის გავლენის საკომპენსაციოდ.





ბ. — გარკვეულ შემთხვევაში კი: როცა უკუკავშირის ამყარებენ მუდმივ დენს დროსაც (სქემები, რომლებიც ნაჩვენებია მე-60, 2 და 61-ე ნახ-ზე, ამ მდგომარეობაში არ აღმოჩნდება). პრინციპში ამ მიზნით უფრო ძლიერი უკუკავშირის საჭირო.

ბ. — იგი ზომ მატისმეტად ძლიერი იქნება ჩვენი გასაძლიერებელი სივანლუბისათვის და ზედმეფენით შემცირებს მათ გაძლიერებას. რა გამოსავალს მოიგვობ ამ „პიკუი“ მდგომარეობიდან?

ბ. — გვერდი ავუაროთ უკუკავშირის წინაღობას, რომელიც აკონტროლებს გასაძლიერებელ სივანლუბს, და განვიხილოთ ტემპერატურის გავლენის მაკომპენსირებელი წინააღობა. ამ შემთხვევაში შეიძლება ვისარგებლოთ მიმდევრობითი უკუკავშირით, რომელიც მოცემულია ამ სქემაზე (ნახ. 62).

„პატარა დეტალი“

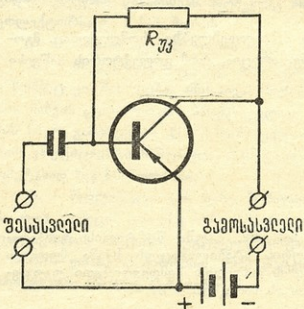
ბ. — არსებით განსხვავებას ვერ ვაჩვენებ ამ სქემასა და ცვლადი შემდგენი ძაბვისათვის განკუთვნილ მიმდევრობითი უკუკავშირის აღრიხლელ სქემის შორის. მხოლოდ C კონდენსატორი გაქვს დამატებული.

ბ. — ეს სწორედ ის „პატარა დეტალი“, რომელიც ვეკლავებს ცვლის. ეს კონდენსატორი (ხვევლებრივ ელექტროლიზური) დიდი ტევადობისაა და ცვლადი დენებისათვის საკმაოდ ნაკლებ დაბრკოლებას წარმოადგენს, ვიდრე R_{Σ} რეზისტორი. ამიტომ R_{Σ} რეზისტორში გაივლის მხოლოდ დენის მუდმივი შემდგენი და მხოლოდ იგი განიცდის უკუკავშირის გავლენას.

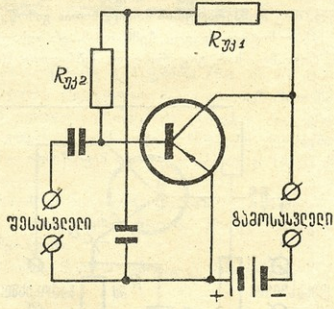
ბ. — მართვით და ვინიერულია, როგორც ტრისტევიორე კოლუმბის კვრცხი. მაგრამ რა უნდა გავაკეთოთ, თუ მოვისურვებთ ერთდროულად გექნდეს უკუკავშირი და ცვლადი შემდგენი?

ბ. — ათავიერე გვიშლის ხელს ა წერტილში R_{Σ} რეზისტორთან მიმდევრობით ჩაერთოთ მეორე უკუკავშირის რეზისტორი, რომლის ბლოკირებას არ მოვახდენთ კონდენსატორით.

ბ. — ეს ცხადია! მაგრამ შეიძლება თუ არა მუშა წერტილის სტაბილიზაციისათვის გამოვიყენოთ ძაბვის მხედვით პარალელური უკუკავშირი?



ნახ. 63. მუშა წერტილის ტემპერატურის სტაბილიზაციის სქემა პარალელური უკუკავშირის სარჯზე.



ნახ. 64. იგივე სქემა, რაც 63-ე ნახ-ზე მოცემულია, მაგრამ ცვლადი შემდგენის გარეშით.

ბ. — რასაკვირველია, მაგრამ მაშინ საჭირო აღარაა კონდენსატორი, რომელიც წინათ სწორედ იმ მიზნით ჩაერთო, რომ არ გავვეშა მუდმივი შემდგენი? ზაზას ერთდროულად აწვდის კოლექტორის ცვლადი და მუდმივი ძაბვის ნაწილს (ნახ. 63).

ბ. — კი მაგრამ ვერ ვხედავ აქ ძაბვის გამოყენის მეორე მხარეს, რომელიც ამ მიზნით უნდა იქნეს გამოყენებული.

ბ. — ეს შემთხვევითი როდია. ამ ფუნქციას ასრულებს ტრანზისტორის შესავალი წინააღობა (მაზა — ემიტერის შუალედი წინააღობა). პარალელური უკუკავშირის დამყარება მხოლოდ მუდმივი დენით რომ მოისურვო, მაშინაც კი შევიძლია კონდენსატორით აიკონი ცვლადი შემდგენის მხედვით უკუკავშირი, თუკი $R_{\Sigma 1}$ წინააღობას შეადგენს იგი მიმდევრობითი შეერთებული $R_{\Sigma 1}$ და $R_{\Sigma 2}$ რეზისტორით (ნახ. 64).

ბ. — დავუბრუნდეთ ზიძანებს: თუ სწორად გავიგე, ტემპერატურის გავლენის კომპენსირება შეიძლება გამაძლიერებლის სქემაზე (ნახ. 61) რეზისტორების ა და ბ წერტილებში ჩართვით.

ბ. — სავსებით სწორია. ამასთან პირველი მათგანი უნდა დაბლოკირდეს დიდი ტევადობის კონდენსატორით, რათა იგი მეტისმეტად არ აძლიერებდეს ცვლადი დენის მხედვით უკუკავშირის... მაგრამ შენთვის არ ჰქონია ერთ ძალზე გონებაშევილურ მეთოდს, რომელიც ეხება ტემპერატურის ცვალებადობით გამოწვეული ნახევარგამტარული ხელსაწყოების არახელსაყრელი რეაქციის აცილებას. მეთოდის არსია სითბოს გამოყენება მისი გავლენის საწინააღმდეგოდ.



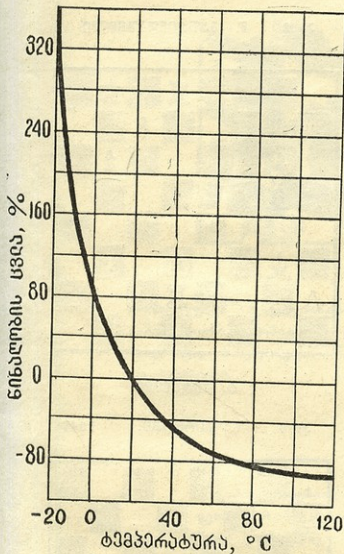
ნაკლოვანებათა გაზომვები

ბ. — სერიოზულად ამბობ? გომეობათა ხომ არ გინდა, ერთ დაავადებას მეორეთი რომ უმკურნალო.

0. — სწორედ ასე უნდა ვამიგო. თუ ვაბობა ზრდის ღენს ნახევარგამტარში, ეს იმას ნიშნავს, რომ ტემპერატურის მომატებისას მისი წინაღობა მცირდება. მაშასადამე ნახევარგამტარული მასალისაგან შეიძლება დამზადდეს რეზისტორი, რომლის წინაღობა სწრაფად ეცემა ტემპერატურის მომატებისას. აი მასხაიათებული ერთ-ერთი ასეთი რეზისტორისა, რომელსაც „თერმისტორი“ ან თერმორეზისტორი ეწოდება (ნახ. 65). როგორც ხედავ, როცა ტემპერატურა იზრდება, მაგალითად, 20-დან 40°C-მდე, თერმისტორის წინაღობა მცირდება 45%-ით.

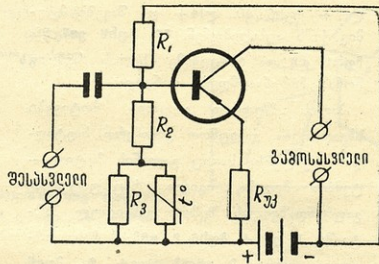
ბ. — გაბაგებინე, როგორ გამოიყენებ სიცხის ცუდად ამტან რეზისტორს სიცხით მიყენებული ზიანის სანეიტრალიზაციოდ.

0. — ძალზე მარტივად. ერთად მას ძაბვის გამყოფში, რომელიც წარმოქმნის გადაწყვეის ბაზზე (ნახ. 66). გამყოფის ზედა მხარე წარმოქმნის ჩვეულებრივ R_1 რეზისტორს. მეორე მხარე შედგება თერმისტორისაგან, რომელიც დამუშავებულია R_3 რეზისტორით და მიმდევრობითა ჩართული R_2 რეზისტორთან. რა ხდება ტემპერატურის მომატებისას?



ნახ. 65. თერმისტორის წინაღობის ცვალობა ტემპერატურის მიხედვით.

ნახ. 66. ტემპერატურის გავლენის კომპენსაცია ბაზის პოტენციალით მართული თერმისტორით.



ბ. — თერმისტორის წინაღობა მცირდება. ეს კი იწვევს R_2 , R_3 რეზისტორებისა და თერმისტორისაგან შედგარი მთელი ქვედა მხარის წინაღობის შემცირებას.

რადგან ზედა მხარის R_1 რეზისტორის წინაღობა არ მცირდება (შეიძლება ტემპერატურის გაზრდისას რამდენადმე მოიმატოს კიდეც), ბაზის პოტენციალი ნაკლებ უარყოფითი გახდება. ეს იწვევს კოლექტორის ღენის შემცირებას.

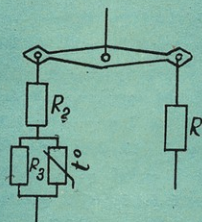
0. — როგორც ხედავ, ცხოვრების უდიდესი ზეგავლენა ისია, რომ საგანთა ნაკლოვანებები გარდაქმნით დადებით თვისებად, რაც ჩვენ გვაჯავთთ კიდევ.

ბ. — რატომ გართულე სქემა R_2 და R_3 რეზისტორების შეყვანით?

0. — ზუსტი კომპენსაციის განსახორციელებლად. საჭიროა, რეზისტორის წინაღობა გაანგარიშებული იყოს შესაბამისად. თუ თერმისტორის მასხაიათებული ზუსტად პასუხობს ჩვენს ამოცანას, ზოგჯერ შეიძლება ხან ერთი და ხან მეორე მათგანის მოცილება.

ბ. — ვგრძნობ, ეცემა ჩემი სკუთარი წინაღობა, რადგან ტვინი შედმიწევნით გადახურდა.

0. — მაშინ, შევასვენო.





საჭადრაკო პარტია და კომპოზიციები

ჩვენი კლუბის საბავშვო სტუდიაში მსოფლიოს ოთხგზის ჩემპიონი ნონა გაფრინდუშვილი, რომელსაც ახლანდის საჭადრაკო ოლიმპიადის მეფობის 10 წელი შეუსრულდა.

საჭადრაკო პარტია და კომპოზიციები ორგანულ კავშირშია ერთმანეთთან. ხშირია მაგალითები, როცა მოჭადრაკეებს კრიტიკულ მომენტში საეტიუდო ხელოვნების ნიმუშით ცოდნა შევლის. თავის მხრივ, თამაშის დროს წამოჭრილი იდეები ფართოდ გამოიყენება საჭადრაკო კომპოზიტორების მიერ. პარტია და ეტიუდის ურთიერთკავშირის მაგალითები ბევრი მოჭადრაკის შემოქმედებაში გვხვდება. ამ წერალში ერთმანეთს ასინტერგობას უწევს ჩვენი სასიყვარულო მოჭადრაკე და კომპოზიტორების გამოჩენილი საბავშვო შედეგები.

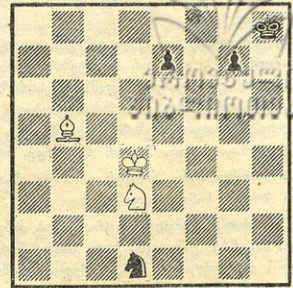
გაფრინდუშვილი-კუშნირის უქანასენელი მტრის მეორე პარტიაში ასეთი მდგომარეობა შეიქმნა — თეთრები: **მფ1, ლდ1, გb1, g1, c4, კd2, მე2, პ-ბი: ა2, d4, e4, f2, g2, h2** — შავები: **მფ8, ლა8, გა8, გh8, კ8, კგ7, მც6, პ-ბი: ა7, b7, e7, f7, გ8, h7**. ბევრს შეიძლება მხედველობიდან გამორჩა ის აწყალებეშა ბრძოლა, რომელიც მეტოქეებსა და სადებიუტო ნაწილში გამართეს. თავისი უქანასენელი სვლით — **12. გb1** თეთრებით მოთამაშე კუშნირმა მსოფლიოს ჩემპიონს მახე დაუტოვა — იგი იმუქრება 13. **d5** და 14. **კb4** სვლებით ლაზიერის მოგებას. შავებს არ შეუძლიათ ითამაშონ 12... **მ: d4**, რადგან 13. **მ: d4 კ: d4** 14. **კb5+** შემდეგ ისინი აგებენ. და აი, ამ კრიტიკულ პოზიციაში ნონა მეტოქეს ლაზი კონტრ-ილეთს უტარებს — იგი თამაშობს **12... 0-0!** და ირყევს, რომ უძლიერესი ფიგურის მოგება მეტად ძვირად ფასობს: **18. d5 მც5 14. კb4 ლწმ1** შესანიშნავი კომბინაციური სვლა. **15. გf მ: f8+** 16. **მფ1 კh8** შამათი! სამწუხაროდ, ეს ვარიანტი პარტიაში არ გათამაშებულა — ბრძოლა სხვანაირად გაგრძელდა.

საჭადრაკო კომპოზიტორის კი ისე შეუძლია წარმართის ბრძოლის პროცესი, რომ მისთვის საინტერესო და ლაზი იდგა წინა

პლანზე წამოსწორის. ენახოთ, თუ როგორ არის ეს შამათი განხორციელებული ერთ-ერთ ეტიუდში, სადაც ძალია აშკარა საყვარლო თანადარობის მიუხედავად თეთრები შინც ახერხებენ გამარჯვებას. **1. კა4 e5+!** კონტრდარტემა, რომელიც შავების მხედარს მარწყვებიდან ათავისუფლებს. **2. მც5 მf2** (არ ვარგოდა **2... მh2**, რადგან **3. კb3** და მხედარი იკარგება) **3. მფ8 მh3** მხედარს ერთადერთი გასაქცევი გზა აქვს. **4. კd7 მფ5 5. მფ4 მh7** მხედარი გადაჩრჩ, მაგრამ მის მიერ დაკავებული უჭრა შავებს საშაბათო ზონას უქმნის: **6. მგ6+ მფ8 7. კე6 X**.

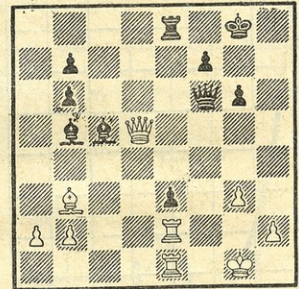
№ 2 დიავრამაზე აღბეჭდილი პოზიცია 1971 წელს ვ. გოლიძის სხეულისათვის მიძღვნილ თბილისის საერთაშორისო ტურნირზე გათამაშებულ პარტიაში შეიქმნა. **6. გაფრინდუშვილი ბრძოლას საინტერესო კომბინაციით ამთავრებს: 34... ლf2+! 35. ე: f2 e f+ ლაზიერის შეწირვის შედეგად პაქს ფართო სამოქმედო ასპარეზო გაეხსნა. 36. მფ2 f e d+!** სვლა, რომელიც იგებს ტემპს და პარტიაში არ ვარგოდა **36... f e d?** **37. ლ: f7+ მფh8 38. ლ: f6+ მფh7 39. ლ: f7+ მფh6 40. ლ: f4+** და შავები მუდმივ ქიშს ატანდებოდნენ. **37. მფh3 ე: e7 38. მფh4 კ: e6** და რამდენიმე სვლის შემდეგ ნონას მოწინააღმდეგე დანებდა.

პაქის მხედარად გაყვანის მოტივები სხვადასხვაა. გავეცნოთ ერთ-ერთ საეტიუდო მაგალითს, სადაც გაყვანის მოტივი — ტემპის მოგება, იგეგმა, რაც უირუმენ-გაფრინდუშვილის ზემოთ განხილულ პარტიაში. **1. ეგ7+ მფ6 2. ა8+!** რასაკიროვლია, ცუდია **2. ა8?** **ც: c1 ლ: f4. 2... მფა6 3. მც7+ მფა5** შავებს ზუსტი თამაში მართობს, რათა **c2** პაქი პირველ პრიორიტეტზე აღმოჩნდეს. მაგალითად, არ ვარგა **3... მფა7 (b7) 4. მც6+** და **5. ეგ1 ან 3... მფხ6 4. მძ5+** და **5. მh4+**. **4. ეგ1 ეგ5!** პარადოქსული სვლა — თეთრებს საშუალება ეძლევათ მოიგონ ფიგურა და ისიც ქიშით. **5. ე: ე5+ d5+!** შავების კომბინაციის არსი ნათელი ხდება — ეტიუდ უძლიერესი დააკავის გამსვლელი პოზი. **6. ე: ე5+ მფა4 7. მხ5!** ენაიდან ლაზიერის გაცოცხლება გარდაუვალია, თეთრები ცდილობენ ბრძოლა სხვა გეგმით წარმოართონ. **7... c1 ლ+ 8. მც8+ მფა8 9. ეა5+ მფხ6 10. ეა2 X** შესანიშნავი ფინალი.



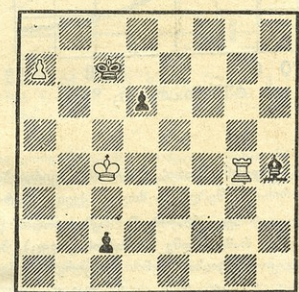
მოგება

№ 2 5. გაფრინდუშვილი



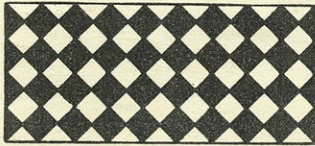
ბ. უიბუშენი

№ 3 ზ. ბირნიშვილი, 1947

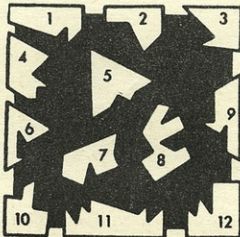


მოგება

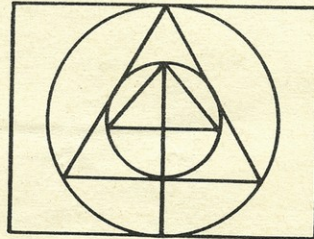
ალბათ, მეცხველი დავეფთხებთ, რომ ამ ფრაგმენტულ მიმოხილვაშიც კი ნათლად ვლინდება ნ. გაფრინდუშვილის კარგი საკომპოზიციური აზრობა და მაღალი ესთეტიკური გემოვნება.



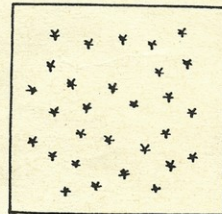
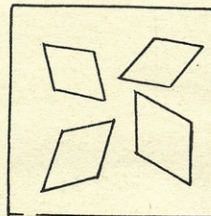
ფიგურა სამი წრფით გაუვით ორ
თანაბარ ნაწილად.



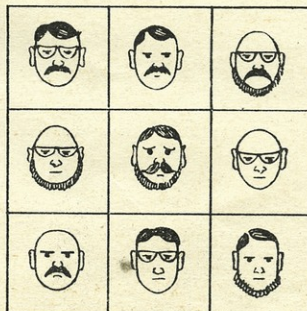
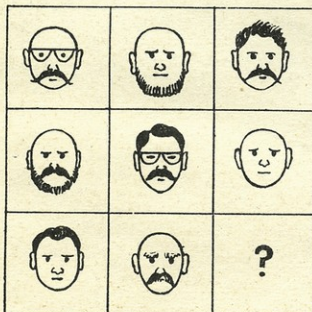
მოცემული 12 ელემენტისაგან შეად-
გინეთ ოთხი გეომეტრიული ფიგურა:
კვადრეტი, სამკუთხედი, მარტუთხედი
და ტრაპეცია.



დახაზეთ ფიგურა ისე, რომ ფანქარი
არ მოაშოროთ ქაღალდს და ორჯერ არ
გაიაროთ ერთხა და იმავე ხაზზე.



ვარსკვლავებიან ნახაზზე ისე დაალა-
გეთ 4 რომბი, რომ დაიფაროს თერთ-
მეტი ვარსკვლავი.



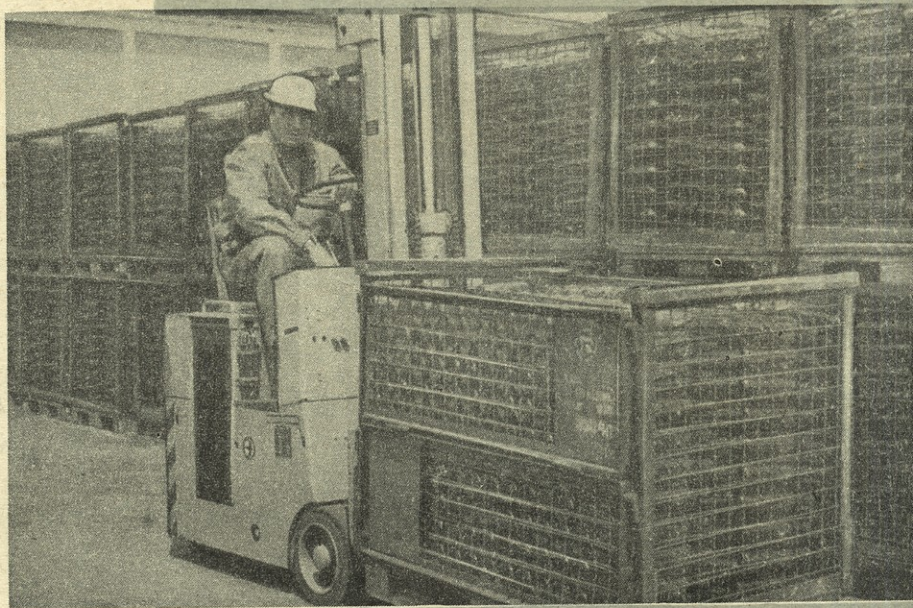
სცადეთ მონახოთ მარ-
ცხენა სურათზე სახეთა
განლაგების კანონზომიერე-
ბა. მარჯვენა სურათიდან
რომელმა ფიგურისგან
უნდა დაიკავოს თავისუ
ფალი ადგილი?



ბალკანკარ

ბალკანკარ

არჩევანი უნდა იყოს არა მარტო
დროული, არამედ კარგის



გარანტიას

იძლევა და გთავაზობთ:

- ელექტრო- და ავტოსაფრთხილებს
- ელექტროურიკებს
- საბაგირო და ჯაჭვირ ელექტროგაწეურებს
- მანქანებს, რომლებიც სვალაქებს ამსახურებენ

Торговое представительство Народной Республики Болгарии в СССР — Москва, Мосфильмовская, особняк 19

Экспортер: Балканкаримпекс, Болгария, София ул. Алабина, 5б, Телекс 022386, Телефон 88-21-22
Телеграммы: Балканкаримпекс, София

ბროსექტებსა და შათ პირებზე განაცხადი გთხოვთ გა-
მოგზავნოთ შემდეგი მისამართით:

Москва, К-31, Кузнецкий мост, 12, отдел промыш-
ленных каталогов ГПНТБ СССР, тел. 220-78-51

უცხოური წარმოების საქონლის შესაძენად განაცხადს ორგანიზაციები უგზავნიან იმ სამინისტროებს და
უწყებებს, რომლებსაც ისინი ექვემდებარებიან