ნანა მაისურაძე

გარდამავალი ასაკის მოსწავლეთა აზროვნების თავისებურებათა და ფიზიკის სახელმძღვანელოს ტექსტის შედარებითი ანალიზი

გამომცემლობა „უნივერსალი"
თბილისი 2009

რედაქტორი – მეცნიერებათა დოქტორი **იური პაპავა**

რეცენზენტები: პედაგოგიკის მეცნიერებეთა დოქტორი
ქეთევან დარციმელია
პედაგოგიკის მეცნიერებეთა დოქტორი
იანა ტორჩინავა

გამომცემლობა „უნივერსალი", 2009

თბილისი, 0179, ი. ჭავჭავაძის გამზ. 19, ☎: 22 36 09, 8(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge

ISBN 978-9941-12-657-4

1. სტატისტიკური დამუშავების ორგანიზება

ჩვენი ინტერესების სფერო, ერთ-ერთი ძირითადი ამოცანა არის გარდამავალი ასაკის მოსწავლეთა ფიზიკური აზროვნების, ფიზიკურ ენაზე მეტყველების თავისებურებათა გამოკვლევა და იმის გარკვევა თუ როგორ არის გათვალისწინებული ეს თავისებურებები სახელმძღვანელოში. იგი მოითხოვს ფიზიკური ტექსტის აზრობრივ ანალიზს, სხვანაირად რომ ვთქვათ, ტექსტის სემანტიკური ინფორმაციისა და მისი განაწილების თავისებურებათა შესწავლა. ბუნებრივია, ასეთი მიზნისათვის სტატისტიკური სიმრავლის, ერთობლიობის ერთდროულად ავირჩიოთ წინადადება — აზრობრივი შინაარსის ერთეული, რომელიც დასრულებულ აზრს გამოხატავს. წინადადების უპირველეს მახასიათებლად კი გამოდის მისი სიგრძე, ანუ სიტყვათა რაოდენობა წინადადებაში.

როგორ დავთვალოთ სიტყვათა რაოდენობა წინადადებაში? ლიტერატურაში შემოთავაზებულია სხვადასხვა წესი [1; 2]. მ. დევერი წინადადების საშუალო სიგრძეს პოულობს სიტყვათა რაოდენობის გაყოფით წინადადებათა რაოდენობაზე. მაგრამ სიტყვებს ჩვენგან განსხვავებულად ითვლის. ი. მიკის მიხედვით კი ეს სიგრძე განისაზღვრება შემდეგნაირად: ტექსტის ნაწყვეტში ითვლება ბეჭდვითი ნიშნების რაოდენობა (ასოები, სასვენი ნიშნები და შუალედი სიტყვებს შორის), ასევე დამოუკიდებელ წინადადებათა რაოდენობა (მარტივი, რთული ქვეწყობილი და რთული თანწყობილის შემადგენელი ნაწილები). შემდეგ ბეჭდვითი ნიშნების რაოდენობა იყოფა დამოუკიდებელ წინადადებათა რაოდენობაზე. ეს წესები ჩვენი მიზნისათვის არ გამოდგება, რადგან არ არის ორიენტირებული აზრობრივი ინფორმაციის განაწილების გამორკვევაზე. ამიტომ ჩვენ განსხვავებული წესი შევიმუშავეთ წინადადების სიგრძის გასაზომად, მასში სიტყვათა რაოდენობის დასათვლელად.

წინადადებაში სიტყვათა რაოდენობის დადგენისას უნდა გვახსოვდეს, რომ სიტყვები ორ ჯგუფად იყოფა: დამოუკიდებელი ან სრულმნიშვნელოვანი და დამხმარე სიტყვები [3]. სრულმნიშვნელოვანი ან დამოუკიდებელი მეტყველების ნაწილებია: არსებითი სახელი, ზედსართავი სახელი, ნაცვალსახელი, რიცხვითი სახელი, ზმნა, ზმნიზედა. დამხმარე მეტყველების ნაწილებს (თანდებული,

კავშირი, ნაწილაკი, შორისდებული) წინადადების წევრობა არ შეუძლიათ. მაგრამ ისინი მნიშვნელობას უცვლიან წინადადების წევრს, ან მთელ წინადადებას. ამიტომ წინადადებაში სიტყვათა რაოდენობის დათვლისას სათვალავში უნდა შევიტანოთ მხოლოდ სრულმნიშვნელოვანი სიტყვები და სიტყვათა შენაერთით გადმოცემული წევრები. მაგალითად, სიმძიმის ძალის მოქმედებით დედამიწაზე ეცემა წვიმის წვეთები.“ ამ წინადადებაში 7 სიტყვაა და წინადადების წევრიც არის 7. წინადადებაში „მოტივტივე სხეულის წონა ჰაერში ტოლია სხეულის მიერ გამოძევებული სითხის წონისა“ არის 10 სიტყვა, ხოლო წინადადების წევრი – 9.

წინადადებაში შეიძლება ერიოს ისეთი სიტყვა, რომელიც არაა წინადადების წევრი და არც რომელიმე წევრის შემადგენლობაში შედის. მაგალითად, „ზამბარაზე დაკიდებულ სხეულზე მოქმედებს სიმძიმის ძალა და ზამბარის დრეკადობის ძალა.“ აქ „და“ დამხმარე სიტყვაა (კავშირი, რომელიც აერთებს ორ სიტყვას, მაგრამ არაა წინადადების წევრი და არც ახლავს რომელიმე წევრს. მაშასადამე, დასახელებულ წინადადებაში 9 წევრია და 1 არაწევრი.

ფიზიკის ტექსტში გვხვდება ისეთი შენაერთები სიტყვებისა, როდესაც ერთი ცნება ორი დაუშორებელი სიტყვით გამოითქმის. მაგალითად, წინადადება „მარტივი მექანიზმებისათვის მართებულია „ოქროს წესი“. ამ შემთხვევაში „ოქროს წესი“ ერთ სიტყვად ითვლება, ის ერთ აზრს გამოხატავს.

ამგვარად, სიტყვის რაოდენობის დათვლისას წინადადებაში სიტყვების რაოდენობაში არ შედის:

1. კავშირები; მაგალითად, და, ან, მაგრამ, ხოლო, ესე იგი, ანუ;

2. სიტყვათა შენაერთები, როდესაც ერთ-ერთი სიტყვა დამხმარე ფუნქციას ასრულებს და დამოუკიდებელი მნიშვნელობა არა აქვს. მაგალითად, სხეულის მიერ, ნივთიერების გარდა და სხვა;

3. ისეთი შესიტყვებები, როდესაც ორი (შეიძლება მეტიც) სიტყვა ერთ მთლიან დაუნაწევრებელ (გაუთიშველ) ცნებას გამოხატავს. მაგალითად, „ოქროს წესი.“ ასეთ შემთხვევაში მას ვთვლიდით როგორც ერთ სიტყვას.

მოსწავლეთა ფიზიკური აზროვნების თავისებურებათა ანალიზისას ვიყენებდით სპეციალურად შედგენილ საკონტროლო სამუშაოთა შედეგებს. ასეთი საკონტროლო სამუშაოები ტარდებოდა სხვადასხვა სკოლის VII-VIII კლასებში საკმაო დროის განმავლობაში. მათი რაოდენობა რამდენიმე ასეულს შეადგენდა. მიუხედავად შრომატევადი სამუშაოსი, ასეთ შემთხვევაში საჭიროა მთელი ერთობლიობის სრული – შერჩევის შედგენის გარეშე – ანალიზი, რათა მაღალი იყოს დასკვნის საიმედოობა.

რაც შეეხება სახელმძღვანელოებს, მათი საერთო რაოდენობა თითქმის ერთ ათეულს შეადგენს. თუ გავითვალისწინებთ, რომ თითოეული მათგანის მოცულობა საშუალოდ ორასი გვერდის ფარგლებშია, გასაგები ხდება საჭიროება სტატისტიკური ხერხების გამოყენებისა, რაც ოპტიმალურია ძალზე დიდი შრომატევადი სამუშაოს შესამცირებლად. თუ ყველა სახელმძღვანელოს წინადადებათა სიმრავლეს გენერალურ ერთობლიობად მივიჩნევთ, ამ ერთობლიობიდან უნდა შევადგინოთ, ამოვკრიფოთ ნაკლები მოცულობის შესასწავლი სიმრავლე, ანუ, როგორც მოკლედ უწოდებენ, შერჩევა.

როგორ შევადგინოთ შერჩევა გენერალური ერთობლიობიდან? სათანადო სტატისტიკური ხერხებიდან ეფექტურობით გამოირჩევა ტიპური შერჩევა. თავდაპირველად გენერალური ერთობლიობა უნდა დავყოთ თემატურად ერთგვაროვან ტიპურ ჯგუფებად, რომელთაგან ამორჩევა შემთხვევითი წესით ხდება [4; გვ. 221)]. სახელმძღვანელოს შემთხვევაში ასეთ თემატურად ერთგვაროვან ჯგუფებად დაყოფას ავტომატურად გვაძლევს პარაგრაფები, ხოლო პარაგრაფები უნდა ამოვირჩიოთ შემთხვევითი წესით. რაც შეეხება პარაგრაფების სტატისტიკურ ანალიზს, ჩვენ ვამჯობინებდით მათ სრულად, მთლიანად დამუშავებას და არა მათგან კვლავ შემთხვევითი წესით წინადადებების ამორჩევას. შემთხვევითი წესით არჩევისათვის ვიყენებდით შემთხვევითი რიცხვების ცხრილს. ასეთი ცხრილი მათემატიკური სტატისტიკის ნებისმიერ სახელმძღვანელოშია მოცემული (ან სპეციალური მათემატიკური ცხრილების ცნობარშია) და მისი გამოყენება სპეციალურ ახსნას არ საჭიროებს. გარკვეულობისათვის დავამატებთ მხოლოდ შემდეგს. თუ ცხრილიდან აღებული შემთხვევითი რიცხვის თანრიგი აღემატება

ჩვენთვის საჭირო რიცხვთა თანრიგს, მაშინ ,,ზედმეტი‘‘ ციფრები შეგვიძლია უგულებელვყოთ. ვთქვათ, ცხრილიდან ,,ბრმად‘‘ ავარჩიეთ ასეთი შემთხვევითი რიცხვი: 499988. სახელმძღვანელოში პარაგრაფთა რაოდენობა ასამდეც არ აღწევს. ამიტომ პარაგრაფის ნორმის ნიშნის მისაღებად 6-თანრიგიანი რიცხვი არ გვჭირდება – მაგალითად, ბოლო ოთხ თანრიგს უგულებელყოფთ და მივიღებთ პარაგრაფის ნომერს 49-ს (შეგვიძლია ციფრების სხვა ნებისმიერი კომბინაციაც ავირჩიოთ. რადგან შემთხვევით რიცხვში ციფრების განლაგებაც შემთხვევითია). თუ დარჩენილი რიცხვი არ იძლევა რეალური პარაგრაფის ნომერს (აღემატება პარაგრაფთა საერთო რაოდენობას), მას გამოვტოვებთ და ავირჩევთ მომდევნოს. ასე გაგრძელდება, სანამ საჭირო რიცხვს არ მივიღებთ.

როგორ განვსაზღვროთ შერჩევის მოცულობა? ჩვენს შემთხვევაში ეს ნიშნავს გავარკვიოთ რამდენიმე პარაგრაფი (თემატურად ერთგვაროვანი ტიპური ჯგუფი), რამდენი წინადადება ავირჩიოთ, რათა შერჩევის თვისებები რაც შეიძლება სრულად ასახავდეს გენერალური ერთობლიობის თვისებებს. კითხვაზე ცალსახად პასუხი არ არსებობს – იგი დამოკიდებულია გამოკვლევის მიზანზე. ზოგადი მოსაზრება ასეთია: თუ გვსურს დავადგინოთ შესასწავლი თვისების მახასიათებელი შემთხვევითი სიდიდის განაწილების კანონი, შერჩევის მოცულობა შეძლებისდაგვარად დიდი უნდა იყოს; თუ გვინდა შევაფასოთ განაწილების კანონის პარამეტრები – საშუალო (მათემატიკური ლოდინი) და დისპერსია (საშუალო კვადრატული გადახრა), მაშინ შედარებით მცირე მოცულობის შერჩევაც საკმარისია. საკითხი მნიშვნელოვანია, ამიტომ უფრო დაწვრილებით განვიხილოთ შერჩევის მოცულობის შეფასების ხერხები.

შერჩევის მოცულობის შეფასება ემყარება განაწილების კანონის თვისებებს. ჩვენი საკვლევი საგანი – წინადადების სიგრძე – ლინგვისტურ დისკრეტულ სიდიდეთა რიგს განეკუთვნება. როგორია ლინგვისტურ სიდიდეთა განაწილების კანონი? სპეციალურ ლიტერატურაში [4] დადგენილია, რომ ხშირად შესაძლებელია დამოუკიდებელ გამოცდათა ბერნულის სქემის რეალიზება და დისკრეტული სიდიდეებისათვის მართებულია ბინომური განაწილება, რომელიც ცდათა დიდი რიცხვისას ასიმპტოტურად გადადის ნორმალურ განაწილებაში (გაუსის კანონში). ასეთი მდგომარეობა

გვაქვს, როდესაც ლინგვისტური სიდიდის (ჩვენს შემთხვევაში წინადადების სიგრძის) ფორმირება ხდება თავისუფალი შემთხვევითი ფაქტორების გავლენით. მაგრამ ლინგვისტიკაში შემთხვევით მიზეზებს ზედ ედება დეტერმინირებული მიზეზები, რომლებსაც განაპირობებს ენის ნორმები და წესები, ეს კი იწვევს გადახრას ნორმალური განაწილების კანონიდან (მაგალითად, ასეთ მდგომარეობას აღწერს ე. წ. ფუქსი-გაჩეჩილაძეს განაწილება [4; გვ. 139], რომელიც პუასონის ცნობილი განაწილების განზოგადებას წარმოადგენს). მაგრამ, როგორც წესი, ჩვენი საკვლევი სფეროსთვის გადახრა ნორმალური განაწილების კანონიდან დიდი არ არის და ამიტომ შერჩევის მოცულობის შეფასება სავსებით კორექტულად შეიძლება, გამომდინარე განაწილების კანონის ასიმპტოტურად ნორმალურობიდან.

მათემატიკური სტატისტიკის წიგნებში შერჩევის N მოცულობის შეფასებისათვის მოცემულია ფორმულა – იხ., მაგალითად [4; გვ. 298]:

$$N = \frac{t^2 S^2}{\varepsilon^2} = \frac{t^2 S^2}{\delta^2 \overline{x}^2} \quad (1)$$

(1) ფორმულაში S^2 არის ემპირიული დისპერსია (გაბნევა შემთხვევითი სიდიდისათვის,) ε – გაზომვის აბსოლუტური ცდომილება, $\delta = \varepsilon / \overline{x}$ – ფარდობითი ცდომილება, $\overline{x}$ – შესასწავლი შემთხვევითი სიდიდის საშუალო, t – პარამეტრი, რომელიც შეესაბამება F(t) ალბათობის ფუნქციის არეულ მნიშვნელობას, F(t) – კი, სანდოობის განსაზღვრას. პედაგოგიკური და ლინგვისტური გამოკვლევებისათვის, როგორც წესი, საკმარისია ორიდან ერთ-ერთის არჩევა: 1. თუ F(t)=0,95, მაშინ, t=1,96; 2. თუ F(t)=0,99, მაშინ t=2,58 (ამ მნიშვნელობებს სათანადო ცხრილებიდან ვპოულობთ, რომელიც მოყვანილია მათემატიკური სტატისტიკის ნებისმიერ სახელმძღვანელოში). პირველ შემთხვევაში არჩეულია სანდოობის 95%-იანი დონე, მეორე შემთხვევაში – 99%-იანი. S საშუალო კვადრატული გადახრისა და $\overline{x}$ საშუალოს შეფასებისათვის საჭიროა წინასწარი საკონტროლო გაზომვების ჩატარება.

(10 ფორმულიდან ჩანს, რომ შერჩევის N მოცულობა (სტატისტიკურ ერთეულთა რაოდენობა) ძლიერადაა დამოკიდებული გაზომვის ცდომილებაზე. თუ F(t)-ს, ე. ი. სანდოობას, გავზრდით, გაიზრდება t პარამეტრიც და მოცემული სიზუსტისათვის (ე. ი. ფიქსირებული ε-თვის) გაიზრდება N მოცულობაც და პირიქით. ჩვენი საკონტროლო გაზომვებიდან ავიღოთ შემდეგი მნიშვნელობები S=3,6, $\bar{x}$=9, $\delta = 0{,}05 = 5\%$ და t=1,96. მივირებთ $\mathrm{N} \approx 300$. ეს ნიშნავს, რომ ასეთი მოცულობის წინადადებათა რაოდენობის შერჩევა მოგვცემს 95%-იან სარწმუნო, სანდო შედეგებს წინადადების საშუალო სიგრძისა და დისპერსიის შესახებ (გაზომვის მოცემული სიზუსტისათვის.) შერჩევის ეს მოცულობა VII-VIII კლასების ცალკეული სახელმძღვანელოს პარაგრაფთა საშუალოდ 15-20%-ს შეადგენს. გაზომვის სიზუსტის k-ჯერ გაზრდისას (ε-ის k-ჯერ შემცირებისას), შერჩევის N – მოცულობა K^2-ჯერ იზრდება. ამიტომ, როდესაც გვაინტერესებს განაწილების კანონის შემოწმება ან დადგენა – ეს კი გაზომვის მეტ სიზუსტეს მოითხოვს, შერჩევის მოცულობა უფრო დიდი (2-3-ჯერ) უნდა ავიღოთ.

არსებობს შერჩევის მოცულობის განსაზღვრის უფრო კონკრეტული და მარტივი რეკომენდაციები, რომლებიც გამოთვლას არ მოითხოვს [იხ. 5; გვ. 211]. თუ განაწილება ზომიერად (სუსტად) ასიმეტრიულია, ნორმალურ კანონთან მიახლოება საშუალოს მიმართ N>30 მოცულობისათვის პრაქტიკულად საკმარისად შეიძლება ჩაითვალოს, ხოლო თუ დისპერსიაც გვაინტერესებს (ჩვენს შემთხვევაში, ეს ასეა), მაშინ შერჩევის მოცულობა არანაკლებ 100 ერთეულს უნდა შეადგენდეს: N>100. აღნიშნულის გათვალისწინებით შეიძლება გენერალური ერთობლიობიდან შერჩევის შედგენის ტიპურ შერჩევაზე მარტივი ხერხი – სერიულ-მექანიკური შერჩევა გამოვიყენოთ (თუმცა ამ უკანასკნელის ეფექტურობა უფრო ნაკლებია). რადგან წინადადებათა რიცხვი 100-ზე ნაკლები არ უნდა იყოს, ავირჩიოთ მცირე-ვთქვათ ხუთ გვერდიანი – მოცულობის მქონე სერიები. სერიები ტექსტიდან კი მექანიკური წესით ავარჩიოთ, ვთქვათ, ყოველი მე-10 (ან სხვა) გვერდიდან.

2. გარდამავალი ასაკის მოსწავლეთა ფიზიკური აზროვნების სტატისტიკური სურათი

ჩვენ დავინტერესდით გამოგვეკვლია, თუ როგორია VII-VIII კლასის მოსწავლეთა ფიზიკური აზროვნება წინადადებათა სართულის მიხედვით.

ჩვენმა ძიებამ გვიჩვენა, რომ ოპტიმალურია მოკლედ ჩავთვალოთ არა უმეტეს 8 სიტყვიანი წინადადება (ძირითადი მაინც 5-6 სიტყვიანი წინადადებებია). მოკლედ წინადადებების ძირითადი სახეებია: მარტივი გაუვრცობელი, მარტივი გავრცობილი, შერწყმული და რთული თანწყობილი წინადადებები. ჩვენმა პრაქტიკამ გვიჩვენა, რომ გრძელი წინადადებები (სიტყვათა რიცხვი 8-ს აღემატება) პირობითად შეიძლება დავყოთ ,,ადვილადკითხვად" და ,,ძნელადკითხვად" წინადადებებად. პირველს განვაკუთვნოთ შემდეგი სახის წინადადებები: მარტივი გაუვრცობელი, შერწყმული, რთული თანწყობილი (და, ან, ანუ, ესე იგი, თუ – კავშირებით), რთული ქვეწყობილი (რომ, იმიტომ რომ, ასე რომ – კავშირებით). მაგალითად, ,,ადვილადკითხვადი" წინადადების ნიმუშია: ,,გათბობისას სხეულზე გადაცემული სითბოს რაოდენობა იმაზეცაა დამოკიდებული, თუ რა ნივთიერებისაგან შედგება სხეული". ,,ძნელადკითხვადს" განვაკუთვნოთ შემდეგი სახის წინადადებები: მარტივი გავრცობილი, რთული თანწყობილი, რთული ქვეწყობილი. ,,ძნელდაკითხვად" წინადადებათა მაგალითებია: ,,სხეულის გასათბობად საჭირო ან მის გაცივებისას გამოყოფილი სითბოს რაოდენობის გამოსათვლელად ნივთიერების კუთრი სითბოტევადობა უნდა გავამრავლოთ სხეულის მასაზე და მისი უდიდესი ტემპერატურისა და უმცირესი ტემპერატურის სხვაობაზე"; ან ,,თუ სხეულთა ზედაპირები კარგადაა გაპრიალებული, მაშინ შეხებისას მათი მოლეკულების ნაწილი იმდენად ახლოს განლაგდება ერთიმეორესთან, რომ საგრძნობლად იჩენს თავს მიზიდულობა მიმხები სხეულების მოლეკულათა შორის".

წინადადებები ავიღეთ VII-VIII კლასის სახელმძღვანელოებიდან.

განვიხილოთ პედაგოგიკური ექსპერიმენტის შედეგები. ექსპერიმენტი ჩატარდა სხვადასხვა სკოლის VII-VIII კლასებში.

მოსწავლეებს ვაძლევდით საკონტროლო სამუშაოებს, რომლებიც შეიცავდა სამი ტიპის კითხვას. ეს კითხვები შეძლებისდაგვარად ერთნაირი სირთულის შევადგინეთ და ისინი მოითხოვდნენ გავრცობილ პასუხებს (რაც აძნელებდა მოკლე წინადადების გამოყენებას). I. ტიპის კითხვა შესაძლებლობას აძლევს მოსწავლეს პასუხი გასცეს წიგნის მზა წინადადების მიხედვით, ხოლო II ტიპის კითხვა – ამოკრიფოს შინაარსიდან ძირითადად მზა წინადადებები (ერთმანეთთან დაკავშირებით). III ტიპის კითხვა მოითხოვს დამოუკიდებელი პასუხის გაცემას, ე. ი. სცილდება პარაგრაფის უშუალო შინაარსს, მაგრამ მისგან გამომდინარეობს. ცხადია, პირველი ორი ტიპის კითხვაზეც შეუძლია მოსწავლეს დამოუკიდებელი პასუხის გაცემა, როგორც ამბობენ, თავისი სიტყვებით.

ნიმუშის სახით მოვიყვანთ მაგალითს. პარაგრაფი „ხახუნის ძალა" VII კლასის სახელმძღვანელოდან.

I ტიპის კითხვა – რას ეწოდება ხახუნის ძალა?

II ტიპის კითხვა – როგორ ამცირებს საპოხის ფენა ხახუნის ძალას?

III ტიპის კითხვა – იატაკზე მერხის გასრიალებისათვის საჭიროა მნიშვნელოვანი სიდიდის ძალა. ახსენით.

I ტიპის კითხვაზე პასუხი მზა სახით არის მოცემული სახელმძღვანელოს ტექსტში და ის შემდეგია: „ძალას, რომელიც წარმოიქმნება ერთი სხეულის ზედაპირზე მეორის მოძრაობისას და მიმართულია მოძრაობის მიმართულების საპირისპიროდ, ხახუნის ძალა ეწოდება".

II ტიპის კითხვაზე პასუხი ტექსტის შინაარსიდან არის ამოსაკრეფი. „საპოხის ფენა აცალკევებს ზედაპირს. ახლა სრიალებენ საპოხის ფენები. მათი ხახუნი უფრო სუსტია, ვიდრე ზედაპირების".

აი III ტიპის კითხვაზე კი საჭიროა დამოუკიდებელი პასუხის გაცემა. მაგალითად, მოსწავლეები პასუხობენ შემდეგნაირად: „იმიტომ რომ, ხახუნის ძალაა".

საკონტროლო სამუშაოთა შედეგებმა გვიჩვენა, რომ (იხ. დანართი) I ტიპის კითხვებზე სწორ პასუხებში გვხვდება საკმარისად გრძელი (16 სიტყვიანი და მეტი) და რთული წინადადებები, რადგან აქ გამოყენებულია მზამზარეული წინადადებები წიგნიდან.

ეს კი ნიშნავს, რომ ამ პასუხებში მეხსიერება დომინირებს აზროვნებაზე, მოსწავლეები ,,სხვისი‘‘ წინადადებებით მეტყველებენ, II ტიპის კითხვებზე სწორ პასუხებში ასეთი წინადადებების რაოდენობა საგრძნობლად მცირდება (აქ სიტყვათა მაქსიმალური რაოდენობა წინადადებაში 12-ს წარმოადგენს). მაგრამ მაინც გვხვდება და მეტწილად იმეორებს წიგნის მზა წინადადებებს. I და II ტიპის კითხვებზე სწორი დამოუკიდებელი პასუხების რაოდენობა უმნიშვნელოა და ისინი არ ცვლიან საერთო სურათს. III ტიპის კითხვებზე კი სწორ დამოუკიდებელ პასუხებში იშვიათად გვხვდება გრძელი წინადადებები. მაქსიმუმი მოდის 4-5 სიტყვიან წინადადებებზე, 10 სიტყვაზე მეტი სიტყვიანი წინადადებები კი საერთოდ არ გვხვდება.

პედაგოგიკური ექსპერიმენტების შედეგების ანალიზმა გვიჩვენა, რომ პასუხების მოკლე წინადადებებში სახეების მიხედვით ძირითადად მარტივი წინადადებები (61%) გვხვდება. მოულოდნელი აღმოჩნდა, რომ მცირეა შერწყმული წინადადებათა წილი (3%0. გვხვდება როგორც რთული თანწყობილი (18%), ასევე რთული ქვეწყობილი (18%) წინადადებებიც. რაც შეეხება გრძელ წინადადებებს სწორ დამოუკიდებელ პასუხებში, როგორც აღვნიშნეთ, ისინი იშვიათია, მაგრამ შესაძლებლობას იძლევა გარკვეული დასკვნების გაკეთებისათვის. ყველა მათგანი არ არის მოსწავლეთა მეტყველებისათვის ძნელი, სახელდობრ, გრძელი რთული თანწყობილი წინადადებები და ე. ი. მაკავშირებელი სიტყვები უბრალო ჯამია მოკლე მარტივი წინადადებებისა და ,,ადვილადკითხვადია‘‘. მაგალითად., ,,ჭურჭელში მოთავსებული აირის წონა მცირეა და მისი წონით განპირობებული წნევა ხშირად შეიძლება არც კი გავითვალისწინოთ‘‘. ასეთივეა ზოგიერთი ტიპის რთული ქვეწყობილი წინადადებაც (მაგალითად, იმიტომ, რომ – ით დაქვემდებარებული). სახელდობრ, ,,მუშაობა არ სრულდება იმიტომ, რომ სხეული არ გადაადგილდება.‘‘

სხვა სახის გრძელი წინადადებები ,,ძნელადკითხვადია‘‘, მათ შორის – მარტივი გავრცობილი მრავალი არამთავარი წევრით. მაგალითად, ,,ერთი წრფის გასწვრივ ურთიერთსაწინააღმდეგოდ მიმართული ორი ძალის ტოლქმედი მიმართულია მეტი მოდულის მქონე ძალის მხარეს‘‘. ასეთი წინადადების გამოყენება მოს-

წავლეებს საკმაოდ უჭირთ. ეს წინადადება ,,ადვილადკითხვადი‘‘, რომ გახდეს უმჯობესია მისი გამართვა შემდეგნაირად: ,,ერთი წრფის გასწვრივ ურთიერთსაწინააღმდეგოდ მიმართულია ორი ძალა. მათი ტოლქმედი მიმართული იქნება მეტი მოდულის მქონე ძალის მხარეს‘‘.

ამგვარად, ჩვენი მონაცემები გვაძლევს, რომ VII-VIII კლასების მოსწავლეებს დამოუკიდებელი ფიზიკური აზროვნება შეუძლიათ, როგორც წესი, არაუმეტეს 9-10 სიტყვიანი წინადადებებით (სხვადასხვა სახის). ძირითადად კი ისინი მეტყველებენ 5-6 სიტყვიანი წინადადებებით.

საინტერესოა, რომ არასწორი პასუხების სტატისტიკა იგივე სურათს იძლევა: სიტყვების რაოდენობა წინადადებაში 8-9-ს არ აღემატება, ე. ი. მოსწავლეები საერთოდ ვერ იყენებენ მრავალსიტყვიან წინადადებებს.

წინადადების $\bar{x}$ საშუალო სიგრძე და S ემპირიული საშუალო კვადრატული გაბნევა გამოვთვალოთ ცხრილი I-ის მიხედვით.

$$\overline{X} = \frac{\Sigma x_i n_i}{N} = 5{,}0,$$

$$S^2 = \frac{\Sigma (x_i - \bar{x})^2 n_i}{N} = 3{,}94 \Rightarrow S = 1{,}98 = 2{,}0.$$

ეს ნიშნავს, რომ 68%-იანი ალბათობით მოსწავლეთა დამოუკიდებელ პასუხებში წინადადებათა სიგრძე მოქცეულია ინტერვალში $\overline{X} \pm S = (3 \div 7)$, ხოლო ,,სამი სიგმას‘‘ წესის თანახმად, მოსწავლეთა პასუხებში 0,997 ალბათობით არ გვხვდება $\overline{X} + 3S = 11$ სიტყვიანებზე გრძელი წინადადება.

გავარკვიოთ, თუ ეთანხმება მოსწავლეთა დამოუკიდებელ პასუხებში წინადადებათა სიგრძის მიხედვით განაწილების ემპირიული კანონი ნორმალურს (იხ. გრაფიკი 3). რადგან პედაგოგიკურ გაზომვებში რეალური სიზუსტე არანაკლებია დაახლოებით 5%-ისა (ასეთივეა არჩეული მნიშვნელობის დონეც), არ არის საჭირო ამ მიზნისათვის მკაცრი და შრომატევადი მეთოდების გამოყენება, საკ-

მარისია საკითხი შევამოწმოთ გამარტივებული მეთოდით – ასიმეტრიისა და ექსცესის მიხედვით.

ემპირიული ასიმეტრია (იხ. ცხრილი I):

$$r_3 = \frac{m_3}{S^3} = \frac{\frac{1}{N}\Sigma(X_{i-}\overline{X})^3 n_i}{S^3} = \frac{504/154}{7,80} = 0,42 > 0$$

რადგან ასიმეტრია დადებითია, განაწილების მაქსიმუმიდან მარჯვენა მხარე უფრო გრძელია – სუსტი მარჯვენამხრივი ასიმეტრია (ასეთია, როგორც წესი, ლინგვისტური სიდიდეების განაწილების კანონი).

ექსცესი (იხ. ცხრილი 1).

$$e = \frac{m_4}{S^4} - 3 = \frac{\frac{1}{N}\Sigma(X_i - \overline{X})^{4_{n_1}}}{S^4} - 3 = \frac{5658154}{15,52} - 3 = 2,37 - 3 = -0,63$$

(e<0 ნიშნავს, რომ განაწილება ოდნავ უფრო ბლაგვია ნორმალურთან შედარებით).

ასიმეტრიისა და ექსცესის საშუალო კვადრატული გაბნევა შემდეგი ფორმულით განისაზღვრება:

$$\sigma_{r_3} = \sqrt{\frac{6(N-1)}{(N+1)(N+3)}} \approx \sqrt{\frac{6}{N}},$$ როდესაც

N>>1= σ_{r_3} =0,19

$$\sigma_{r_3} = \sqrt{\frac{24(N-2)(N-3)}{(N-1)^2(N+3)(N+5)}} \approx 2\sqrt{\frac{6}{N}} = 26r_3,$$ როდესაც

$$N >> 1 \Rightarrow \sigma_e = 0,38$$

გამოვთვალოთ შემდეგი შეფარდებები: $\frac{r_3}{\sigma_{r_3}} = \frac{0,42}{0,19} = 2,2 < 3;$

$$\frac{|e|}{\sigma_e} = \frac{0,63}{0,38} = 1,7 \leq 3$$

რადგან შეფარდებათა მნიშვნელობები ნაკლებია 3-ზე (ასეთია წესი), შეგვიძლია ვივარაუდოთ, რომ მოსწავლეთა დამოუკიდებელ პასუხებში წინადადებათა განაწილება სიგრძის მიხედვით ნორმალურ კანონს ეთანხმება. სპეციალური ლიტერატურის თანახმად [იხ. 4. გვ. 258]. ეს ნიშნავს, რომ დამოუკიდებელ პასუხებში (ე. ი. როდესაც მოსწავლე დაზეპირებულ წინადადებებს ვერ იყენებს) წინადადებათა ფორმირება ხდება თავისუფალი, შემთხვევითი ფაქტორების გავლენით (და არა — დეტერმინირებული ფაქტორებით, რომელსაც ენის ნორმები და წესები განაპირობებს) — აქედან კი ის დასკვნა გამომდინარეობს, რომ წინადადების საშუალო სიგრძე (რომელიც მოდას — სიხშირის მაქსიმუმის შესატყვის მნიშვნელობას — ემთხვევა) განისაზღვრება მოსწავლის შინაგანი ოპერატიული მეხსიერებით. მაგრამ ეს შესაძლებლობა ინფორმაციის დამახსოვრებისა, ასაკობრივ თავისებურებათა გამო, ნაკლებია, ვიდრე მოზრდილი ადამიანისა. ამიტომ გარდამავალი ასაკის მოსწავლე მოკლე წინადადებებით (არაუმეტეს 11 სიტყვისა, ძირითადად საშუალოდ 5-სიტყვიანი) აზროვნებს.

რამდენად აისახება ამ სურათში ფიზიკის სპეციფიკა? ამისათვის საჭიროა ჩვენი მონაცემები შევადაროთ ამავე ასაკის მოსწავლეთა მხატვრულ-ბელეტრისტიკულ და საყოფაცხოვრებო ენაზე მეტყველების შედეგებს. სამწუხაროდ, ჩვენ ვერ მოვიპოვებთ შესატყვისი მასალები ქართული ენისათვის. ამიტომ შესადარებლად ავიღეთ გერმანელი ლინგვისტების გამოკვლევის შედეგი [6]; 7 წლის ასაკში ბავშვები ძირითადად მოკლე, არაუმეტეს 8 სიტყვიან წინადადებებს იყენებენ და იგებენ. ე. ი. განაწილების სტატისტიკური სურათი წინადადების სიგრძის მიხედვით ისეთივეა როგორც გრაფიკზე. ეს ნიშნავს, რომ ფიზიკური აზროვნების სპეციფიკა, აბსტრაქტულობა 4 წლიან წანაცვლებას — დაგვიანებას — იწვევს ასაკობრივ განვითარებაში.

3. ფიზიკის სახელმძღვანელოთა ტექსტის სტატისტიკური ანალიზი

ითვალისწინებენ თუ არა ფიზიკის სახელმძღვანელოები ფიზიკური ენისა და აზროვნების ამ ასაკობრივ სპეციფიკას?

ჩვენ გავაანალიზეთ მემკვიდრეობით მიღებული რუსულიდან თარგმნილი ფიზიკის სახელმძღვანელოები, აგრეთვე ბოლო დროს გამოჩენილი რამდენიმე ქართული სახელმძღვანელო. ყოველი კლასის სახელმძღვანელოდან პარაგრაფებს ვიღებდით შემთხვევითი შერჩევის ხერხით და ამონაკრების მოცულობა აღემატებოდა წიგნის მოცულობის მესამედს. ასეთი მიდგომა სტატისტიკურ სურათს იძლევა მთელი წიგნისათვის. თითოეულ პარაგრაფში ვითვლიდით გრძელი და მოკლე წინადადებების რაოდენობას წინადადებათა სახეების მიხედვით. მდგომარეობა ორივე კლასის (VII, VIII) სახელმძღვანელოებისათვის დაახლოებით ერთნაირი გამოვიდა იმ თვალსაზრისით, რომ გრძელ წინადადებათა წილი უზომოდ დიდია – აღემატება 50%-ს. თუ გავითვალისწინებთ, რომ გარდამავალ ასაკში ყველა გრძელი წინადადება „ძნელადკითხვადი" არ არის – ძირითადად რთული ქვეწყობილი და გრძელი „ჩახლართული" მარტივი გავრცობილი წინადადების გარდა – მაინც ძალზე არასახარბიელო სურათი გვრჩება (იხ. დანართი, ნახ. 2.).

ნახაზიდან ჩანს, რომ წინადადებაში სიტყვათა მაქსიმალური რაოდენობა 32-34-მდეა (?!), ხოლო სიხშირის მაქსიმუმი 8-9 სიტყვიან წინადადებებზე.

VII-VIII კლასის სახელმძღვანელოთა ანალიზი გვიჩვენებს, რომ მოკლე წინადადებებში შედის ძირითადად მარტივი წინადადებები (58%), მნიშვნელოვანია რთული თანწყობილი წინადადებების წილიც (13%), ძალზე იშვიათია შერწყმულ წინადადებათა წილი (3%), საგრძნობია მოკლე რთული ქვეწყობილი წინადადებების წილი (27%). ამრიგად, VII-VIII კლასის თარგმნილი სახელმძღვანელოები არ ითვალისწინებენ ფიზიკური ენისა და აზროვნების ასაკობრივ სპეციფიკას. ხომ არ არის ეს განპირობებული თარგმანით, რომელიც ამასთანავე დამძიმებულია ბარბარიზმებით და კალკებით? სამწუხაროდ, ქართულ წიგნებში მდგომარეობა უკეთესი არ არის ამ თვალსაზრისით (ნახ. 2).

VII-VIII კლასის სახელმძღვანელოთა სულ ცოტა 30% (რეალურად მეტი) დაწერილია ფიზიკური ენისა და აზროვნების განვითარებისათვის ხელშემშლელი ენით — ასეთ გაკვეთილს მოსწავლეთა უმრავლესობა უბრალოდ ვერ მოყვება. ეს ნიშნავს, რომ მათ არ უყალიბდებათ ფიზიკური აზროვნება და ენა საფუძველშივე, შემდგომ კი ამის გაკეთება შეუძლებელია. შედეგი კი ის არის, რომ, როგორც ამას მოსწავლეთა მრავალრიცხოვანი გამოკითხვა გვიჩვენებს, დიდი ნაწილისათვის ფიზიკა გაუგებარი და უინტერესო საგანია.

საინტერესოა, როგორ იცვლება მდგომარეობა ფიზიკის სწავლების II საფეხურზე (უფროსი ასაკობრივი ჯგუფი, 15-17 წლები)? ეს ჩვენი კვლევის საგანი არ არის, ამიტომ მოკლედ აღვნიშნოთ, ამ ასაკის მოსწავლეთა აზროვნება და მეტყველება მნიშვნელოვნად უფრო განვითარებულია, ვიდრე გარდამავლისა. მაგრამ სახელმძღვანელოთა ანალიზი მიგვითითებს იმაზე, რომ ამ შემთხვევაშიც არ არის ფიზიკური ენის სპეციფიკა გათვალისწინებული.

რა თქმა უნდა, არ არის აუცილებელი მთელი სახელმძღვანელო მოკლე წინადადებებით დაიწეროს, მაგრამ ზომიერი თანაფარდობა კი უნდა დავიცვათ. გრძელი და რთული წინადადებებიც უნდა გამოვიყენოთ, რომ ხელი შევუწყოთ მოსწავლეთა აზროვნების განვითარებას. მაგრამ მათი რაოდენობა არ უნდა იყოს დიდი. ჩვენი დაკვირვებით, გრძელ წინადადებათა წილი სასწავლო ტექსტში არ უნდა აღემატებოდეს დაახლოებით 10%-ს, ამასთანავე ასეთ წინადადებათა აბსოლუტური უმრავლესობა უნდა იყოს „ადვილადკითხვადი“ (იხ. ზემოთ). სასურველია „ძნელადკითხვადი“ გრძელი წინადადებები არ გამოვიყენოთ, მაგრამ როდესაც არ ხერხდება ამის დაცვა (მაგალითად, ზოგიერთი ფიზიკური წესის ჩამოყალიბებისას), მათი წილი 2-3%-ს არ უნდა აღემატებოდეს.

ხაზგასმით გვინდა აღვნიშნოთ, რომ ჩვენი რეკომენდაციები ეხება წინადადებაში სიტყვათა განაწილების სტატისტიკურ კანონზომიერებას, რომელიც ასაკობრივი თავისებურებებითაა განპირობებული. განხორციელება კი რჩება ინდივიდის (ავტორის) შემოქმედებით აქტად, რომელშიც მისი ნიჭი და შესაძლებლობა აისახება. საუკეთესო ნიმუშად გამოდგება ქართული ზღაპრები, რომლებიც

მოკლე და ნათელი წინადადებების საფუძველზე მრავალფეროვან მხატვრულ სამყაროს ქმნის.

როგორც ჩანს, ჩვენ ყველა შევეჩვიეთ სტანდარტულ ფიზიკურ მეტყველებას, რომელიც მოზარდისათვის მძიმე და გაუგებარია და აუცილებელია მისი არსებითი გადახალისება ფიზიკის ახალი, თანამედროვე ქართული სასკოლო სახელმძღვანელოების შესაქმნელად.

ნახ. 2-ზე გამოსახულია VII-VIII კლასების 5 სახელმძღვანელოს პოლიგონები, როგორც თარგმნილისა, ასევე ქართულ ენაზე დაწერილების. ჩანს, რომ პრაქტიკულად ეს პოლიგონები ერთმანეთს ემთხვევა – განსხვავება პრინციპული არ არის. ეს თანხვედრა იმაზე მეტყველებს, რომ განაწილების კანონი გამოხატავს ზრდასრული ადამიანის, სპეციალისტის აზროვნების ხასიათს – ის ყველა სპეციალისტისათვის საშუალოდ ერთნაირია. წინადადებათა საშუალო სიგრძე 8-9-ს შეადგენს (იხ. ცხრილი II).

$$\overline{X} = \frac{\sum X_i n_i}{N} = \frac{4357}{495} = 8,80 \approx 9$$

$$S^2 = \frac{\sum (X_i - \overline{X})^2 n_i}{N} = \frac{6396,6}{495} = 12,92 \Rightarrow S = 3,595$$

$$S^3 = 46,44; \quad S^4 = 166,93;$$

ასიმეტრია $r_3 = \dfrac{m_3}{S_3} = \dfrac{\sum (X_i - \overline{X})^3_{n_i} / N}{495} = 0,81$

ექსცესი

$$e = \frac{m_4}{S^4} - 3 = \frac{\sum \left(X_i - \overline{X}^s\right)^4_x / N}{X^4} - 3 = 3,84 - 3 = 0,85$$

$$\sigma_r \approx \sqrt{\frac{6}{N}} = 0{,}110; \quad \sigma_e \cong 2\sigma_r = 0{,}220$$

გამოვთვალოთ შემდეგი შეფარდებები:

$r/\sigma_e = 0{,}84/0{,}11 = 7{,}36 > 3$ გადახრა ნორმალური კანონიდან დიდი არ არის;

$e/\sigma_e = 0{,}85/0{,}22 = 3{,}88 > 3$ გადახრა ნორმალური კანონიდან მცირეა.

საინტერესოა, რომ ეს მონაცემები კარგად ეთანხმება ინფორმაციის დამახსოვრების ზოგად ფორმულას 7+2. ეს ნიშნავს, რომ წინადადების საშუალო სიგრძეს განსაზღვრავს შინაგანი ოპერაციული მეხსიერება. 8-9 სიტყვიანი წინადადებები გრძელ, „ძნელადკითხვად" წინადადებებს არ განეკუთვნება და, ერთი შეხედვით, თითქოს ყველაფერი რიგზეა, მაგრამ დისპერსია (გაბნევა) ემპირული პოლიგონისა ყველა შემხვევისთვის დიდია. ჩვენ გაბნევა, რასაკვირველია, გრძელი წინადადებებისაკენ გვაინტერესებს. ჩანს, რომ საკმარისად დიდია წილი გრძელი წინადადებებისა – პოლიგონების მარჯვენამხრივი (მაქსიმუმიდან მარჯვნივ) ასიმეტრია ახასიათებს. საკმაოდ ხშირად გვხვდება 20 სიტყვიანზე გრძელი წინადადებები. შესადარებლად ცალკე გრაფიკზე (იხ. 3) ერთადაა გამოსახული წიგნისა და მოსწავლეთა დამოუკიდებელ პასუხებში წინადადებათა განაწილების პოლიგონები.

რით არის ცუდი გრძელი წინადადება (წინადადების სახისაგან დამოუკიდებლად)?

გერმანელი ლინგვისტების გამოკვლევით ნორმალურ, ზრდასრულ ადამიანთა მხოლოდ ნახევარს შეუძლია გაიგოს ფრაზა, რომელიც შედგება 13-ზე მეტი სიტყვისაგან, აბსოლუტურად ნორმალური, ზრდადასრულებული ადამიანების მესამედ ნაწილს, როდესაც ის უსმენს წინადადების მე-14 და მომდევნო სიტყვებს, საერთოდ ავიწყდება მისი დასაწყისი. მკვლევართა დასკვნა ასეთია: თუ გინდა, რომ შენ გაგიგონ – არ უნდა წარმოთქვა გრძელი ფრაზები!

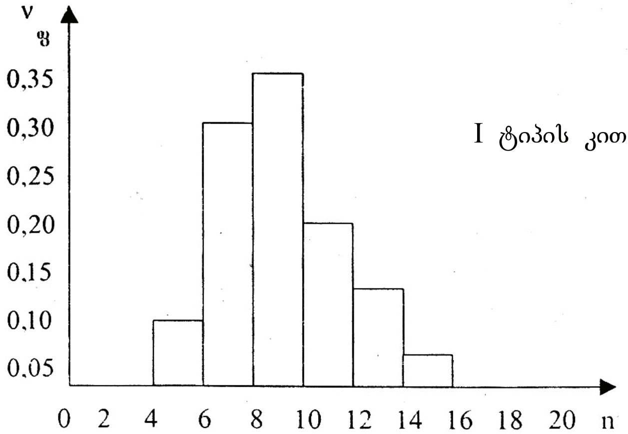
ამასავე ესადაგება შემდეგიც: ი. პერელმანის ,,სახალისო ფიზიკაში,“ რომლის ტექსტი ნაკლებად ,,მძიმე“ უნდა იყოს ვიდრე ფიზიკის სახელმძღვანელოსი, საშუალოდ 15 და მეტ სიტყვიანი წინადადებებიც არის. მ. კრსმანოვიჩი ამ წიგნის ანალიზის შედეგად მივიდა იმ დასკვნამდე, რომ ეს ტექსტი საშუალოზე დაბალი დონის კითხვადობისაა [1]. ასეთი ტექსტები შესწავლისას ითხოვენ დიდ ძალისხმევას.

ამგვარად, გრძელი წინადადებებით ნაწერი ტექსტის, მითუმეტეს ფიზიკურის, გასაგებად მოსწავლემ იგი რამდენჯერმე უნდა წაიკითხოს, რათა წინადადების ბოლოში ჩავიდეს. ეს კი ძალზე ართულებს წაკითხულის გაგებას. ასეთი ძნელად გასაგები წინადადებებით არის დაწერილი სასწავლო ტექსტის საშუალოდ 30% მაინც. გარდა ამისა, როგორც ჩვენმა დაკვირვებამ აჩვენა, დამოუკიდებელ პასუხებში გარდამავალი ასაკის მოსწავლეები ასეთ გრძელ წინადადებებს ვერ იყენებენ. ამრიგად, მოსწავლე ასეთ გაკვეთილს პრაქტიკულად ვერ მოყვება, იგი ვერ ეუფლება ფიზიკურ ენაზე მეტყველებას. ესეც არის მიზეზი, რომ სკოლაში ფიზიკის სწავლების პრაქტიკიდან (და არა მხოლოდ ფიზიკისა) ამოვარდა გაკვეთილის მოყოლა.

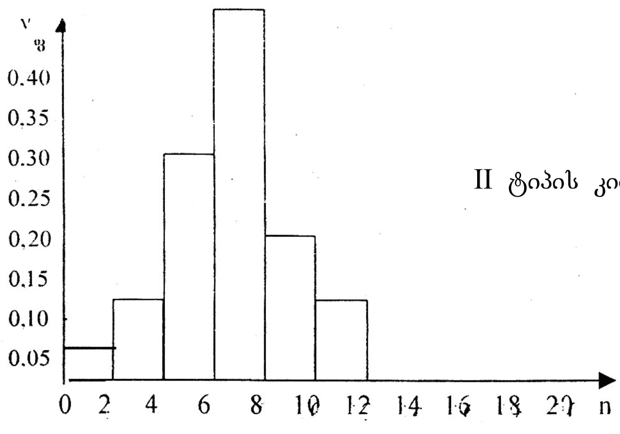
მნიშვნელოვანია შემდეგიც. პოლიგონების განაწილების კანონის შედარება, ნორმალურ კანონთან ემპირული ასიმეტრიისა და ექსცესის მიხედვით (იხ. ცხრილი II) გვაძლევს, რომ ამჯერად გვაქვს მცირე გადახრა ნორმალური განაწილებიდან. როგორც ზემოთ აღვნიშნეთ, თანახმად სპეციალური ლიტერატურისა [4; გვ. 258], ეს ნიშნავს, რომ სპეციალისტის აზროვნების პროცესში წინადადების ფორმირება ხდება როგორც თავისუფალი, შემთხვევითი ფაქტორების გავლენით (ძირითადად), ასევე დეტერმინირებული ფაქტორების გავლენით. ამ უკანასკნელს განაპირობებს ენის ნორმები და წესები, აგრეთვე, უნდა ვივარაუდოთ, დისციპლინის სპეციფიკა, მსგავსი დეტერმინირებული ფაქტორების გავლენა არ გვხვდება გარდამავალი ასაკის მოსწავლეთა აზროვნებისას. ეს კი კიდევ უფრო ,,ამძიმებს“ სახელმძღვანელოს სასწავლო ტექსტის გაგებასა და შეთვისებას, მის ენაზე მეტყველების დაუფლებას. რასაკვირველია, ნათქვამი პირდაპირ მიუთითებს იმაზე, რომ სასწავლო ტექსტის სირთულეს მხოლოდ წინადადების სიგრძე არ განსაზღვრავს და საჭიროა სირთულის პარამეტრების გამოვლენა-შესწავლა [8].

დანართი

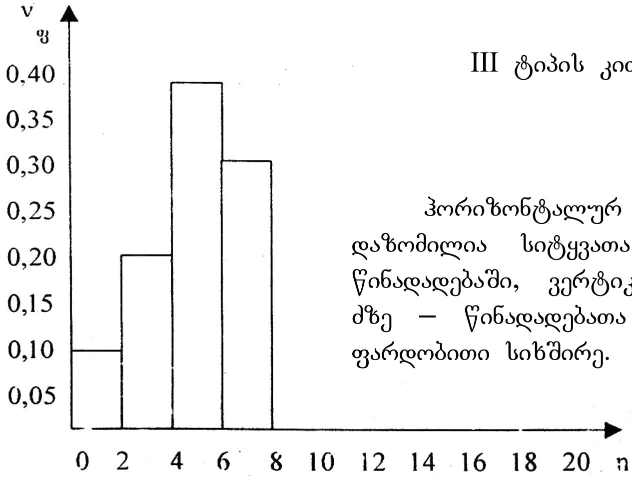
სიხშირეთა მიხედვით წინადადებათა განაწილების ჰისტოგრამები



I ტიპის კითხვებისათვის



II ტიპის კითხვებისათვის

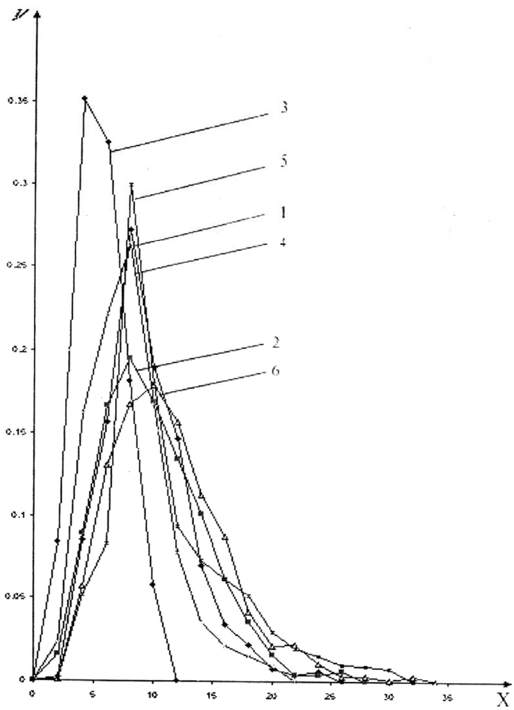


III ტიპის კითხვებისათვის

ჰორიზონტალურ ღერძზე გადაზომილია სიტყვათა რაოდენობა წინადადებაში, ვერტიკალურ ღერძზე – წინადადებათა გამოყენების ფარდობითი სიხშირე.

ჰისტოგრამები აგებულია სხვადასხვა ექსპერიმენტული სკოლის VII კლასის 174 მოსწავლის გამოკითხვის საფუძველზე (მსგავსი სურათი მოგვცა VIII კლასელთა გამოკვლევამ).

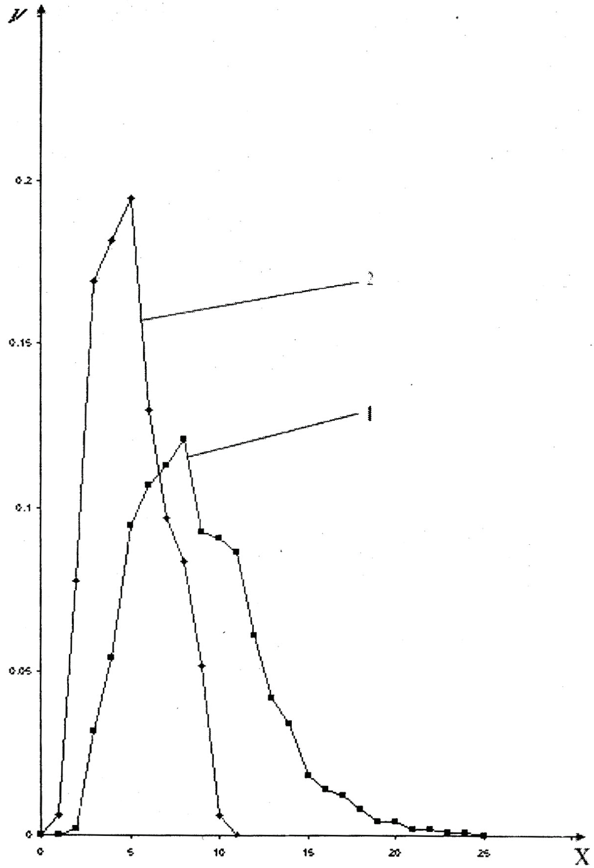
სიხშირეთა მიხედვით წინადადებათა განაწილების პოლიგონები



ჰორიზონტალურ ღერძზე გაზომილია სიტყვათა რაოდენობა წინადადებაში, ვერტიკალურ ღერძზე – წინადადებათა გამოყენების ფარდობითი სიხშირე.

1. ა. პერაშკინი, ა. როდინა. ფიზიკა VII კლასი
2. ა. პერაშკინი, ა. როდინა. ფიზიკა VIII კლასი
3. დამოუკიდებელი პასუხები
4. ე. სურგულაძე, მ. კასრაძე, ფიზიკა VII კლასი
5. კ. ხვითარია, დ. ჭეიშვილი. ფიზიკა VIII კლასი
6. ჯიბლაძე. ფიზიკა VII კლასი

სიხშირეთა მიხედვით წინადადებათა განაწილების პოლიგონები



ჰორიზონტალურ ღერძზე გადაზომილია სიტყვათა რაოდენობა წინადადებაში. ვერტიკალურ ღერძზე, წინადადებათა გამოყენების ფარდობითი სიხშირე.

1. 1. ა. პერაშკინი, ა. როდინა. ფიზიკა VII კლასი
2. დამოუკიდებელი პასუხები;

ცხრილი №1

საკონტროლო სამუშაოთა შედეგების სტატისტიკური ანალიზი

X_i	n_i	$v_i = \frac{n}{n_i}$	$n_i x_i$	$X_i - \overline{X}$	$(X_i - \overline{X})^2$	$(X_i - \overline{X})^2 \cdot n_i$	$(X_i - \overline{X})^3$	$(X_i - \overline{X})^3 \cdot n_i$	$(X_1 - \overline{X})^4$	$(X_i - \overline{X})^4 \cdot n_i$
1	1	0,006	1	-4	16	16	-64	-64	256	256
2	12	0,078	24	-3	9	108	-27	-324	81	972
3	26	0,169	78	-2	4	104	-8	-208	16	416
4	28	0,182	112	-1	1	28	-1	-28	1	28
5	30	0,195	150	0	0	0	0	0	0	0
6	20	0,130	120	1	1	20	1	20	1	20
7	15	0,097	105	2	4	60	8	120	16	240
8	13	0,084	104	3	9	117	27	351	81	1053
9	8	0,052	72	4	16	128	64	512	256	2048
10	1	0,006	10	5	25	25	125	125	625	625
სულ:	N=154	$0,999 \approx 1$	776			606		504		5658

ცხრილი №2

ფიზიკის სახელმძღვანელოთა ტექსტის სტატისტიკური ანალიზი

$v_i = \frac{n}{n_i}$	$n_i \cdot x_i$	$X_i - \overline{X}$	$\left(X_i - \overline{X}\right)^2$	$\left(X_i - \overline{X}\right)^3$	$\left(X_i - \overline{X}\right)^4$	$\left(x_i - \overline{x}\right)^2 \cdot n_i$	$\left(X_i - \overline{X}\right)^3 \cdot n_i$	$\left(X_i - \overline{X}\right)^4 \cdot n_i$
0	0	-7.8	60.84	-474.55	3701,50	0	0	0
0.002	2	-6.8	46.24	-314.43	2138,14	46,24	-314,43	2138,14
0.032	48	-5.8	33.64	-195.11	1131,65	538,24	-3121,76	18.106,40
0.054	108	-4.8	23.04	-110.99	530,84	622,08	-2985,93	14.332,68
0.095	235	-3.8	14.44	-54.87	208,51	678,68	-2578,89	9.799,97
0.107	318	-2.8	7.84	-21.95	61,47	415,52	-1163,35	3257,91
0.113	392	-1.8	3.24	-5.83	10,50	181,44	-326,48	588,00
0.121	480	-0.8	0.64	-0.51	0,41	38,40	-30,60	24,60
0.093	414	0.2	0.04	0.008	≈ 0	1,84	0,37	0
0.091	450	1.2	1.44	11.73	2,07	64,80	77,85	93,15
0.087	473	2.2	4.84	10.65	23,43	208,12	457,95	1007,49
0.061	360	3.2	10.24	32.77	104,86	307,20	983,10	3145,80
0.042	273	4.2	17.64	74.09	311,17	370,44	1555,89	6534,57
0.034	238	5.2	27.04	140.61	731,16	459,68	2390,37	12.429,72
0.018	135	6.2	38.44	238.33	1477,63	345,96	2144,97	13.298,67
0.014	112	7.2	51.84	373.25	2687,39	362,88	2612,75	18.811,73
0.012	102	8.2	67.24	551.37	4521,22	403,44	3308,22	27.127,32
0.008	72	9.2	84.64	778.69	7163,93	338,56	3114,76	28.655,72
0.004	38	10.2	104.04	1061.21	10.824,32	208,08	2122,42	21.648,64
0.004	40	11.2	125.44	1404.93	15.735,19	250,88	2809,86	31.470.38
0.002	21	12.2	148.84	1815.85	22.153,35	148,84	1815,85	22.153,35
0.002	22	13.2	174.24	2299.97	30.359,58	174,24	2299,97	30.359,58
0	0	14.2	201.64	2863.29	40.658,69	0	0	0
0.002	24	15.2	231.04	3511.81	53.379,48	231,04	3511,81	53.379,48
$0.998 \approx 1$	4357					6396,6	18684,70	318.363,30

ლიტერატურა

1. Крсманович М. Методы исследования удобочитаемости учебных текстов. Проблемы школьного учебника. Вып. 2. М., Просвещение, 1974. стр. 108-120.

2. Микк Я. А. Оценка учебников формулами трудности текста. Проблемы школьного учебника. Вып. 5. М., Просвещение. 1977. стр. 98-109.

3. თანამედროვე ქარტული ენის სინტექსი/ კვაჭაძე ლ/ თბ/. განათლება, 1988.

4. Математическая лингвистика. Пиотровский Р. Г., Бектаев К. Б., Пиотровская А.А. М., Высшая школа, 1977.

5. Курс теории вероятностей и математической статистики. Смирнов Н. В., Дунин-Барковский И. В. М., Наука, 1969.

6. Вокруг света. №12, с. 61.

7. Переработка информации у человека. Линдсей П., Норман Д., Перевод с англиского, М., Мир. 1974.

8. მაისურაძე ნ. ფიზიკის სასწავლო ტექსტის კითხვადობის ფორმულა. „საზრისი“, შრომების კრებული, თბ., ი. გოგებაშვილის სახელობის პედაგოგიურ მეცნიერებათა ეროვნული ინსტიტუტი. 2003. №11. გვ. 76-84.

გამომცემლობა „უნივერსალი“

თბილისი, 0179, ი. ჭავჭავაძის გამზ. 19, ☎: 22 36 09, 8(99) 17 22 30
E-mail: universal@internet.ge