

## **2023 წლის ერთიანი ეროვნული გამოცდების სკალირებული ქულის გამოთვლის მეთოდი**

ერთიანი ეროვნული გამოცდების პროცესისა და შედეგების მიმართ საზოგადოების მაღალი ინტერესიდან გამომდინარე, გთავაზობთ „სსიპ შეფასებისა და გამოცდების ეროვნული ცენტრის“ მიერ ერთიანი ეროვნული გამოცდების ტესტებში აბიტურიენტების ქულების შედარებისთვის გამოყენებული მეთოდოლოგიისა და პრაქტიკული მეთოდების აღწერას.

ჩვენი მიზანია, მაქსიმალურად გასაგებად აღვწეროთ შემდეგი:

1. მოცემულ საგანში აბიტურიენტების მიერ ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში მიღებული ნედლი ქულების გაიგივებისა და გათანაბრების მიზანშეწონილობა;
2. სხვადასხვა საგანში გათანაბრების შედეგად მიღებული ქულების ერთიან სკალაზე განთავსების (სკალირების) აუცილებლობა;
3. ქულების გაიგივების/გათანაბრებისა და სკალირებისათვის გამოყენებული მეთოდოლოგია და შესაბამისი პროცედურები.

დოკუმენტი განკუთვნილია აბიტურიენტებისა და მათი მშობლებისთვის (ისინი ზოგადი განათლების სისტემის მთავარი ბენეფიციარები არიან), ასევე ყველა სხვა დაინტერესებული პირის, ჯგუფის თუ ორგანიზაციისათვის. დოკუმენტი საჯაროა და მისი ნახვა შესაძლებელია შეფასებისა და გამოცდების ეროვნული ცენტრის ვებგვერდზე.

დოკუმენტში წარმოდგენილი იდეების, მეთოდებისა და მოყვანილი მაგალითების გასაგებად საკმარისია სწავლების საბაზო და საშუალო საფეხურზე მათემატიკის საგანში მიღებული განათლება.

### **ერთიანი ეროვნული გამოცდების დანიშნულება და ფორმატი**

ერთიანი ეროვნული გამოცდების დანიშნულება არის საგნობრივი და ზოგადი უნარების ტესტების შედეგებზე დაყრდნობით, *ინსტიტუციურ დონეზე* მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებების მიღება. კერძოდ, უმაღლეს სასწავლებლებში აბიტურიენტთა — პოტენციურად საუკეთესო სტუდენტთა (მერიტოკრატიული) შერჩევა და მათი დაფინანსების შესახებ გადაწყვეტილების მიღება (დეტალებისთვის იხილეთ [2023 წლის ერთიანი ეროვნული გამოცდების ცნობარი აბიტურიენტებისათვის](#)).

საგამოცდო ცენტრში ეროვნული გამოცდების ადმინისტრირება *შერეული ფორმატით* ხორციელდება; აბიტურიენტი ტესტის დავალებებს ელექტრონულ ფორმატში, კომპიუტერის ეკრანზე კითხულობს, ხოლო პასუხს ნაბეჭდ ბუკლეტში წერილობით სცემს.

თუ რომელიმე გამოცდაზე დარეგისტრირებულია იმდენად ბევრი აბიტურიენტი, რომ საგამოცდო ცენტრში ერთსა და იმავე დღეს მათი ერთდროულად გამოცდა ფიზიკურად ვერ ხერხდება, გამოიყენება ტესტის სხვადასხვა ვარიანტი. კონკრეტულ საგანში ტესტის ერთი ვარიანტი წარმოადგენს დავალებათა კრებულს, რომელიც წინასწარ განსაზღვრული შინაარსობრივი/კოგნიტური (დეტალებისათვის იხილეთ ეროვნული სასწავლო გეგმა და [2023 წლის საგამოცდო პროგრამები](#)), სტატისტიკური მოთხოვნებისა და სპეციფიკაციების მიხედვით არის შექმნილი. მიუხედავად იმისა, რომ ტესტის სხვადასხვა ვარიანტი შინაარსობრივი და კოგნიტური თვალსაზრისით ერთგვაროვანია, მათ შორის სირთულის თვალსაზრისით შესაძლებელია მაინც არსებობდეს მცირე განსხვავება. ამიტომ სხვადასხვა ვარიანტში მიღებული ნედლი ქულების პირდაპირი შედარება არასამართლიანი და არასწორი პრაქტიკა იქნებოდა, რასაც საქართველოში თუ მის გარეთ

ცენტრის ფუნქციების მქონე არც ერთი ორგანიზაცია არ იზიარებს. ამიტომ აუცილებელია აბიტურიენტების მიერ ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში მიღებული ნედლი ქულების ურთიერთშესაბამება (გაიგივება) და გაიგივებული ქულების გათანაბრება.

მეორე მხრივ, სხვადასხვა საგნის ტესტი შესაბამის სკალაზე სხვადასხვა შინაარსსა და კოგნიტურ უნარებს ზომავს. შესაბამისად, აუცილებელია სხვადასხვა საგნის ტესტში მიღებული გათანაბრებული ქულების ერთიან სკალაზე განთავსება (სკალირება). მხოლოდ ამის შემდეგ ხდება შესაძლებელი (სკალირებული) ქულების შეწონილი საშუალოს გამოთვლა გრანტების გაცემის შესახებ გადაწყვეტილების მისაღებად (დეტალებისთვის იხილეთ [სახელმწიფო სასწავლო გრანტის გაცემის წესი - ცნობარი აბიტურიენტებისათვის 2023, გვ. 22](#)).

## 1. გათანაბრებისა და სკალირების დიზანი და მეთოდოლოგია

ერთსა და იმავე საგანში საგამოცდო ტესტის სხვადასხვა ვარიანტის არსებობის შემთხვევაში, თითოეული აბიტურიენტი ტესტის მხოლოდ ერთ ვარიანტს წერს. ამასთან, ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში დავალებები არ მეორდება. შესაბამისად, ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში მიღებული ნედლი ქულების გაიგივებისთვის მონაცემთა შეგროვების სტრატეგია ეფუძნება *შემთხვევითი ჯგუფების* დიზაინს, რაც იმას ნიშნავს, რომ თუ, მაგალითად, მოცემულ საგნობრივ ტესტში არსებობს ორი ვარიანტი — **A** და **B**, ამ საგანში რეგისტრირებული აბიტურიენტები *შემთხვევითი შერჩევის პრინციპით* დაიყოფიან ორ ჯგუფად. აბიტურიენტებს პირველ ჯგუფში ეძლევათ ვარიანტი **A**, ხოლო აბიტურიენტებს მეორე ჯგუფში - ვარიანტი **B**.

მოცემულ საგანში ტესტის სხვადასხვა ვარიანტის ნედლი ქულების ტოლ-პროცენტულ რანგებზე დაფუძნებული ქულების გათანაბრებისა და სხვადასხვა საგნის ტესტებში მიღებული გათანაბრებული ქულების სკალირების ქვემოთ აღწერილი სტატისტიკური მეთოდოლოგია და პროცედურები ტესტირების საერთაშორისო პრაქტიკაში ფართოდ არის გავრცელებული. ისინი ეფუძნება ბოლო კვლევებს, ასევე სხვადასხვა წლებში ცენტრის შესაბამისი პერსონალისთვის, კერძოდ, ფსიქომეტრიკის ჯგუფის წევრებისთვის, საერთაშორისო ექსპერტებისგან<sup>1</sup> მიღებულ რჩევებსა და რეკომენდაციებს.

## 2. ერთიანი ეროვნული გამოცდების სკალირებული ქულის გამოთვლის საფეხურები

ერთიანი ეროვნული გამოცდების სკალირებული ქულების გამოთვლა შემდეგი ორი საფეხურისაგან შედგება:

**2.1 პირველი საფეხური** - ერთი საგამოცდო საგნის ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში აბიტურიენტების მიერ მიღებულ ნედლ ქულებს შორის შესაბამისობის დადგენა (გაიგივება) და გაიგივებული ქულების გათანაბრება; ეს საფეხური მხოლოდ მაშინ არის საჭირო, როდესაც ერთსა და იმავე საგანში ტესტის რამდენიმე ვარიანტი არსებობს.

გაიგივების პროცედურა არ შეეხება ისეთი საგამოცდო სესიის შედეგებს, რომლის მონაწილეთა რაოდენობა გაცილებით ნაკლებია იმავე საგნის დანარჩენ სესიებში მონაწილეთა რაოდენობაზე, ან რომლის ფორმირება არ ხდება მონაწილეების შემთხვევითი შერჩევის პრინციპით. მაგალითად, ფორს-მაჟორულ ვითარებაში, მცირე ზომის ჯგუფებისთვის დამატებითი სესიების დანიშვნის შემთხვევაში, ამ

<sup>1</sup> მათ შორის, ისეთი ცნობილი საერთაშორისო ორგანიზაციების ექსპერტების, როგორებიც არის [CITO](#), [Education Testing Service \(ETS\)](#).

სესიებში მონაწილე აბიტურიენტის მიერ მიღებული ნედლი ქულა იქნება მისი საბოლოო ქულა.

**2.2 მეორე საფეხური** – თითოეულ საგამოცდო საგანში გათანაბრებული ქულების სტანდარტიზება და ერთიან სკალაზე განთავსება.

### **2.1 პირველი საფეხური – ნედლი ქულების გაიგივება და გაიგივებული ქულების გათანაბრება (მეთოდის ზოგადი აღწერა)**

ამ ნაწილში აღვწერთ ერთი საგამოცდო საგნის ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში აბიტურიენტების მიერ მიღებული ნედლი ქულების ტოლ-პროცენტულ რანგებზე დაფუძნებული გათანაბრების მეთოდსა და მასთან დაკავშირებულ პროცედურებს.

აბიტურიენტების მიერ ერთი საგამოცდო ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში მიღებულ ნედლ ქულებს შორის შესაბამისობის დადგენისა და მათი გათანაბრების პროცედურა მოიცავს სამ ეტაპს:

**2.1.I პირველი ეტაპი - პროცენტული რანგის დადგენა:** ტესტის თითოეული ვარიანტისა და ამ ვარიანტში მიღებული თითოეული ქულისათვის პროცენტული რანგის გამოთვლა;

**2.1.II მეორე ეტაპი - ნედლი ქულების გაიგივება:** მოცემულ ვარიანტში მიღებული ნედლი ქულის გაიგივება დანარჩენი ვარიანტების იმ ქულებთან, რომელთა პროცენტული რანგებიც ამ ქულის პროცენტული რანგის ტოლია;

**2.1.III მესამე ეტაპი - აბიტურიენტის მიერ ტესტის ვარიანტში მიღებული ქულისთვის გათანაბრებული ქულის მინიჭება.**

განვიხილოთ მაგალითი, რომელიც გვაჩვენებს, თუ როგორ ხდება ტოლ-პროცენტული რანგების საფუძველზე, ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში მიღებული ნედლი ქულების ერთმანეთთან გაიგივება და გაიგივებული ქულების გათანაბრება. თავდაპირველად, მოცემული საგნის ტესტის  $A$  ვარიანტში აბიტურიენტების მიერ მიღებული ნედლი ქულებისთვის, რომლებიც ამ საგანში მინიმალური კომპეტენციის ზღვრის ნახევარს აღემატება, შემოვიღოთ:

**განსაზღვრება 1:** მოცემული ნედლი  $a$  ქულის პროცენტული რანგი წარმოადგენს  $a$  -ზე ნაკლები ყველა სხვა ქულის ერთობლივი პროცენტული წილისა და თავად  $a$  ქულის პროცენტული წილის ნახევრის ჯამს.

**მაგალითი 1.** ვთქვათ, ერთ ჯგუფში, სადაც 20 აბიტურიენტია, მათემატიკის ტესტის  $A$  ვარიანტში ნინომ და ალიმ ერთი და იგივე (ნედლი) ქულა მიიღეს (მაგ., 48 ქულა), რომელიც სხვა 16 აბიტურიენტის ქულებზე უფრო მაღალი და დანარჩენი 2 აბიტურიენტის (ვინც იგივე  $A$  ვარიანტი წერა) ქულებზე უფრო დაბალია. რიცხვის პროცენტის ცნების გამოყენებით, ნინოს (და ალის) ქულა ამ ჯგუფში აბიტურიენტთა მიერ ტესტის  $A$  ვარიანტში მიღებული ქულების 80%-ზე მაღალია, ნინოს (და ალის) ქულა ყველა მონაცემის 10% -შია, ხოლო მონაცემების დანარჩენი 10% ნინოს (და ალის) ქულაზე მაღალია. ზემოთ მოყვანილი განსაზღვრებით, ნინოს (და ალის) ქულის შესაბამისი პროცენტული რანგი იქნება

$$P_A(48) = 80\% + \frac{1}{2} \cdot 10\% = 85\%.$$

ახლა ვთქვათ, პარალელურ ჯგუფში, სადაც აგრეთვე 20 აბიტურიენტია, ელენემ და კიდევ სამმა სხვა აბიტურიენტმა ტესტის  $B$  ვარიანტში ერთი და იგივე (ნედლი) ქულა მიიღო (მაგ., 50 ქულა), რომელიც სხვა 15 აბიტურიენტის ქულებთან შედარებით უფრო მაღალია და 1 აბიტურიენტის ქულაზე უფრო დაბალი. მაშინ ელენეს (და ამ სამი აბიტურიენტის) ქულა ამ ჯგუფში მიღებული ყველა ქულის 75% -ზე მეტია, ელენეს (და ამ სამი აბიტურიენტის) ქულა ყველა მონაცემის 20% -შია, ხოლო მონაცემების დანარჩენი 5% ელენეს (და ამ სამი სხვა აბიტურიენტის) ქულაზე მაღალია. ამ შემთხვევაში, ელენეს (და ამ სამი აბიტურიენტის) მიერ მიღებული ქულის პროცენტული რანგი იქნება:

$$P_B(50) = 75\% + \frac{1}{2} \cdot 20\% = 85\%$$

პროცენტული რანგის ცნების განმარტების შემდეგ, მოვიყვანოთ გათანაბრებული ქულის შემდეგი:

**განსაზღვრება 2:** ტესტის  $\mathcal{A}$  ვარიანტში მიღებული  $a$  ნედლი ქულისთვის მისი გათანაბრებული ქულა  $a$ -სა და ამ ტესტის ყველა დანარჩენ ვარიანტში მასთან გაიგივებულ (ე. ი. იმავე პროცენტული რანგის მქონე) ქულებს შორის უდიდესის ტოლია.

განსაზღვრება 2-ზე დაყრდნობით, ზემოთ განხილულ მაგალითში გავაიგივოთ ტოლ-პროცენტულ რანგებზე დაფუძნებული ქულები და მივანიჭოთ მათ გათანაბრებული ქულა:

რადგან ტესტის  $\mathcal{A}$  ვარიანტში ნინოს (და ალის) და  $\mathcal{B}$  ვარიანტში ელენეს (და იმ სამი სხვა აბიტურიენტის) მიერ მიღებული ქულების პროცენტული რანგები ტოლია, მათი ქულები გაიგივდება და ყველას — ნინოს, ალის, ელენესა და იმ სამ სხვა აბიტურიენტს — მიენიჭებათ გათანაბრებული ქულა 50.

**შევიშნავთ, რომ განსაზღვრება 2-ის მიხედვით, გათანაბრების შედეგად ქულა არავის აკლდება – ნედლი ქულისთვის მინიჭებული გათანაბრებული ქულა ამ ნედლ ქულაზე მეტია ან მისი ტოლია.**

სანამ ქულათა გაიგივების პროცედურის თვალსაჩინოდ ახსნის მიზნით კიდევ ერთ მაგალითს განვიხილავდეთ, შევიშნავთ, რომ ტესტირების თეორიაში ტოლ-პროცენტულ რანგებზე დაფუძნებული ქულათა გაიგივება განიმარტება უწყვეტი შემთხვევითი სიდიდეებისთვის. პრაქტიკაში ტესტში მიღებული ნედლი ქულების რიცხვითი მნიშვნელობები, როგორც წესი, დისკრეტულია, როგორც ერთიანი ეროვნული გამოცდების ტესტებში მიღებული ნედლი ქულების შემთხვევაში. ამიტომ, ჯერ ხდება ნედლი ქულების შესაბამისი დისკრეტული შემთხვევითი სიდიდის უწყვეტად გარდაქმნა, მაგალითად, წრფივი ინტერპოლაციის გამოყენებით (იხილეთ ნახ. 1).

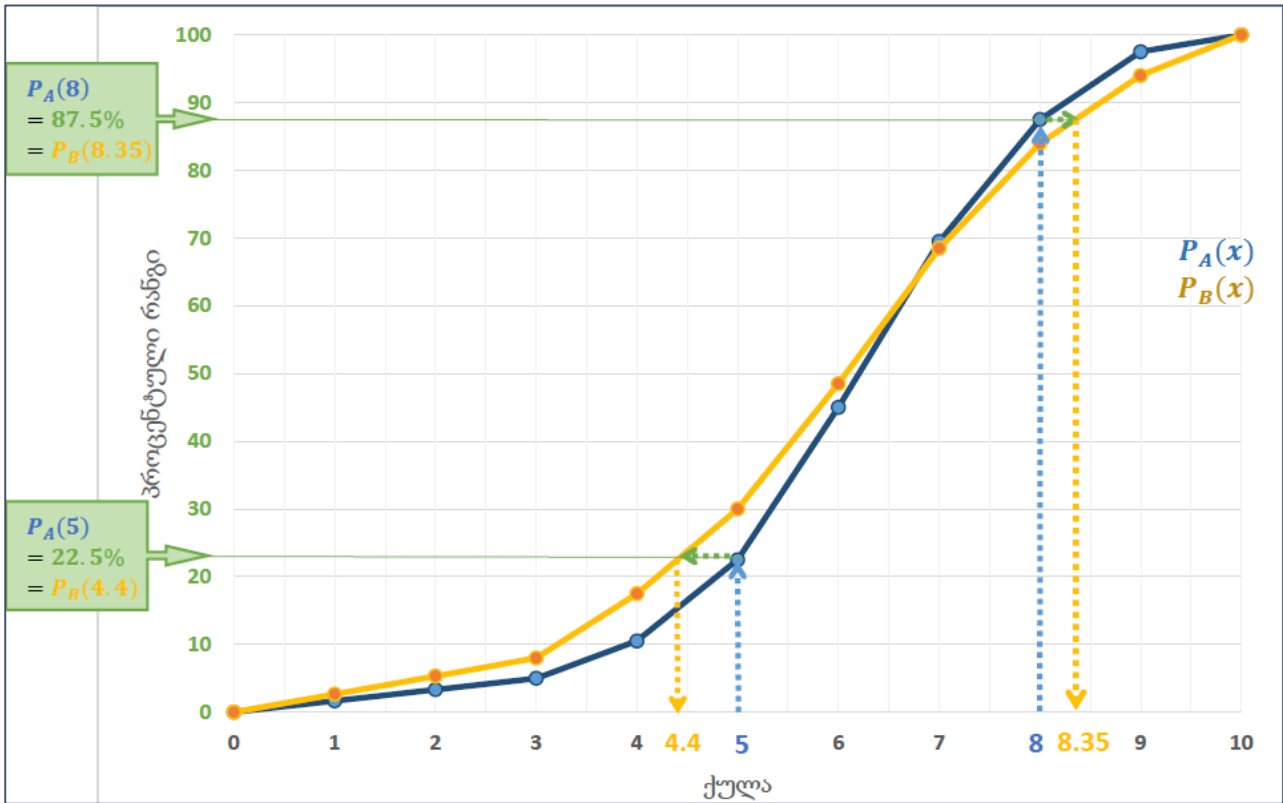
**მაგალითი 2.** ვთქვათ, გვაქვს ტესტის ორი ვარიანტი —  $\mathcal{A}$  და  $\mathcal{B}$ , რომლებშიც შესაძლო მაქსიმალური ქულაა 10, მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი კი — 30%-ის ტოლია. დავუშვათ, რომ მიღებული ქულების პროცენტული განაწილება ასეთია:

ქულა	ქულების განაწილების სიმკვრივები		კუმულაციური განაწილების ფუნქციები		პროცენტული რანგები	
	ვარიანტი A $f_A(x)$	ვარიანტი B $f_B(x)$	ვარიანტი A $F_A(x)$	ვარიანტი B $F_B(x)$	ვარიანტი A $P_A(x)$	ვარიანტი B $P_B(x)$
0	1.0%	0.0%	1.0%	0.0%	0.0%	0.0%
1	0.0%	0.0%	1.0%	0.0%	1.0%	0.0%
2	2.0%	4.0%	3.0%	4.0%	2.0%	2.0%
3	4.0%	8.0%	7.0%	12.0%	5.0%	8.0%
4	7.0%	11.0%	14.0%	23.0%	10.5%	17.5%
5	17.0%	14.0%	31.0%	37.0%	22.5%	30.0%
6	28.0%	23.0%	59.0%	60.0%	45.0%	48.5%
7	21.0%	17.0%	80.0%	77.0%	69.5%	68.5%
8	15.0%	14.0%	95.0%	91.0%	87.5%	84.0%
9	5.0%	6.0%	100.0%	97.0%	97.5%	94.0%
10	0.0%	3.0%	100.0%	100.0%	100.0%	98.5%

როგორც წარმოდგენილი ცხრილიდან ჩანს,  $\mathcal{A}$  ვარიანტში 0 ქულა მიიღო აბიტურიენტთა ერთმა პროცენტმა, 1 ქულა არავის მიუღია, 2 ქულა მიიღო ორმა პროცენტმა და ასე შემდეგ. ქვემოთ მოცემულ სურათზე კი უკვე წარმოდგენილია  $\mathcal{A}$  და  $\mathcal{B}$  ვარიანტებში

მიღებული ნედლი ქულების შესაბამისი  $A$  და  $B$  უწყვეტი შემთხვევითი სიდიდეების პროცენტული რანგების ფუნქციები.

ნახ. 1



\*შემდგომში ქულაში ვიგულისხმებთ ვარიანტის შესაბამისი უწყვეტი შემთხვევითი სიდიდის მნიშვნელობას.

ვთქვათ, ჩვენი მიზანია  $A$  ვარიანტში სოფოს მიერ მიღებულ  $a = 8$  ქულასთან  $B$  ვარიანტში გაიგივებული  $x$  ქულის პოვნა. ამისათვის  $A$  ვარიანტის შესაბამისი პროცენტული რანგების ფუნქციის გამოყენებით, ჯერ ვნახულობთ 8 ქულის პროცენტულ რანგს. როგორც ეს (ლურჯი ფერის) გრაფიკიდან ჩანს  $P_A(8) = 87.5\%$ . შემდეგ  $B$  ვარიანტის შესაბამისი (ყვითელი ფერის) გრაფიკიდან ვპოულობთ, რომ 87.5%-ის ტოლი პროცენტული რანგი აქვს ქულას  $x = 8.35$ . ეს იმას ნიშნავს, რომ  $A$  ვარიანტის 8 ქულასთან გაიგივდება  $B$  ვარიანტის 8.35 ქულა.

რაც შეეხება სოფოს მიერ მიღებულ გათანაბრებულ ქულას, იგი 8.35-ის ტოლი იქნება, რადგან გათანაბრებული ქულის რიცხვით მნიშვნელობად აიღება  $A$  ვარიანტში მიღებულ 8 და მასთან გაიგივებული  $B$  ვარიანტის 8.35 ქულებს შორის მაქსიმალური (იხ. განსაზღვრება 2).

ახლა კი, ვთქვათ, გვინტერესებს  $A$  ვარიანტში თინას მიერ მიღებულ  $a = 5$  ქულასთან  $B$  ვარიანტში გაიგივებული  $x$  ქულის პოვნა. როგორც გრაფიკიდან ვხედავთ,  $A$  ვარიანტში 5 ქულის პროცენტული რანგი არის  $P_A(5) = 22.5\%$ . ამიტომ  $B$  ვარიანტის ქულებში ვეძებთ ისეთ ქულას, რომლის პროცენტული რანგიც ამ ვარიანტში არის 22.5% -ის ტოლი. რადგან  $P_A(5) = 22.5\%$  მოთავსებულია  $P_B(4) = 17.5\%$  -სა და  $P_B(5) = 30\%$  -ს შორის, წრფივი ინტერპოლაციის მეთოდის გამოყენებით (დეტალებისთვის იხილეთ ქვემოთ ნომრით (5) აღნიშნული ფორმულები)  $A$  ვარიანტში მიღებული 5 ქულასთან გაიგივებული ქულა,  $B$  ვარიანტში იქნება:

$$x = 4 + \frac{22.5 - 17.5}{30 - 17.5} \cdot (5 - 4) = 4.4$$

რაც შეეხება თინას მიერ მიღებულ გათანაბრებულ ქულას, ის 5-ის ტოლი დარჩება, რადგან გათანაბრებული ქულის რიცხვით მნიშვნელობად აიღება  $\mathcal{A}$  ვარიანტის 5 და მასთან გაიგივებულ  $\mathcal{B}$  ვარიანტის 4.4 ქულებს შორის მაქსიმალური (იხ. განსაზღვრება 2).

**მენიშვნა 1:** როგორც მოყვანილი ორი მაგალითადან ვხედავთ, გათანაბრების შედეგად, პირველ მაგალითში სოფოს ნედლი ქულა 0.35 -ით გაიზარდა, ხოლო მეორე მაგალითში, თინას ქულა არ შეცვლილა. ანუ მათემატიკის ენაზე, ფუნქციების  $P_B^{-1}$  ( $\mathcal{B}$  ვარიანტის შესაბამისი პროცენტული რანგების შექცეული ფუნქცია) და  $P_A$  ( $\mathcal{A}$  ვარიანტის შესაბამისი პროცენტული რანგები) კომპოზიცია  $P_B^{-1}(P_A(a))$  არაწრფივი ფუნქციაა.

ქულათა გათანაბრების ზემოთ განხილული გრაფიკული მეთოდი მხოლოდ სადემონსტრაციო ხასიათისაა, პრაქტიკაში კი მისი შესაბამისი ანალიტიკური პროცედურები გამოიყენება. ქვემოთ მოცემულია ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში მიღებული (ნედლი) ქულების ტოლ-პროცენტული რანგებით გათანაბრების უკვე განხილული გრაფიკული მეთოდის შესაბამისი ალგორითმი, რომელიც შეფასებისა და გამოცდების ეროვნულ ცენტრში, კომპიუტერული პროგრამის სახით არის რეალიზებული.

**2.1.A ტოლ-პროცენტულ რანგებზე დაფუძნებული ნედლი ქულების გაიგივებისა და გათანაბრების პროცედურების ფორმალური აღწერა**

თავდაპირველად განვსაზღვროთ მოცემულ  $\mathcal{A}$  ვარიანტში ქულების განაწილების სიმკვრივე  $f_A(x)$  და კუმულაციური განაწილების ფუნქცია  $F_A(x)$ .

მოცემული  $x$  ქულისათვის განაწილების სიმკვრივის ფუნქცია განისაზღვრება ტოლობით:

$$f_A(x) = \frac{\text{იმ აბიტურიენტთა რაოდენობა, რომლებმაც } A \text{ ვარიანტში მიიღეს } x \text{ ქულა}}{\text{იმ აბიტურიენტთა საერთო რაოდენობა, რომლებმაც } A \text{ ვარიანტი შეასრულეს}} \times 100\% \quad (1)$$

თუ  $\mathcal{A}$  ვარიანტში მიღებული ქულებია  $0 \leq a_1 < a_2 < \dots < a_n \leq M$ , სადაც  $M$  უდიდესი შესაძლო ქულაა, ხოლო  $a_n$  რეალურად  $\mathcal{A}$  ვარიანტში მიღებულ ქულათა შორის უდიდესია, მაშინ

$$f_A(a_1), f_A(a_2), \dots, f_A(a_n) > 0; \\ f_A(x) = 0, x\text{-ის ყველა სხვა მნიშვნელობისთვის და } \sum_{i=1}^n f_A(a_i) = 100\%.$$

მოცემული  $x$  ქულისათვის, კუმულაციური განაწილების ფუნქცია განისაზღვრება შემდეგი ტოლობით:

$$F_A(x) = \frac{\text{იმ აბიტურიენტთა რაოდენობა, რომელთა ქულა } A \text{ ვარიანტში არ აღემატება } x \text{ ქულას}}{\text{იმ აბიტურიენტთა საერთო რაოდენობა, რომლებმაც } A \text{ ვარიანტი შეასრულეს}} \times 100\% \quad (2)$$

კერძოდ,  $F_A(x) = 0\%$ , თუ  $x < 0$ ,  $0\% \leq F_A(a_1) < F_A(a_2) < \dots < F_A(a_n) = 100\%$ , და  $F_A(x) = 100\%$ , თუ  $x \geq a_n$ .

**2.1.I პირველი ეტაპი - ვარიანტში მიღებული ნედლი ქულების პროცენტული რანგის განსაზღვრა.**

$a_*$ -ით აღვნიშნოთ მოცემული საგნის ტესტის  $\mathcal{A}$  ვარიანტში მიღებულ ნედლ ქულებს შორის ის უმცირესი ქულა, რომელიც მინიმალური კომპეტენციის ზღვრის ნახევარს აღემატება. მაშინ  $\mathcal{A}$  ვარიანტში მიღებული ქულებისათვის დაწყებული ამ უმცირესი  $a_*$  ქულით პროცენტული რანგების ფუნქცია განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$P_A(a_i) = F_A(a_{i-1}) + \frac{1}{2}f_A(a_i), a_* \leq a_i < M \quad \text{და} \quad P_A(M) = 100\%, \quad (3)$$

სადაც  $M$  უდიდესი შესაძლო ქულაა. ნებისმიერი  $x$  რიცხვისთვის  $[0, M]$  ინტერვალიდან პროცენტული რანგების ფუნქცია  $P_A(x)$  შემდეგი წრფივი ინტერპოლაციით განისაზღვრება:

$$\begin{aligned}
\text{თუ } 0 \leq x \leq a_*, & \quad \text{მაშინ } P_A(x) = P_A(a_*) \frac{x}{a_*}; \\
\text{თუ } a_* \leq a_i < x \leq a_{i+1}; i < n, & \quad \text{მაშინ } P_A(x) = P_A(a_i) + (P_A(a_{i+1}) - P_A(a_i)) \frac{x-a_i}{a_{i+1}-a_i}; \quad (4) \\
\text{თუ } a_n < x \leq M, & \quad \text{მაშინ } P_A(x) = P_A(a_n) + (100 - P_A(a_n)) \frac{x-a_n}{M-a_n}.
\end{aligned}$$

**შენიშვნა 2.** რადგან სრულდება ტოლობა  $f_A(a_i) = F_A(a_i) - F_A(a_{i-1})$ , პროცენტული რანგი შეიძლება შემდეგი ფორმულითაც გამოითვალოს:

$$P_A(a_i) = \frac{F_A(a_{i-1}) + F_A(a_i)}{2}, \quad a_* \leq a_i < M.$$

**2.1.II მეორე ეტაპი** - ერთ-ერთ ვარიანტში მიღებული ნედლი ქულისთვის მეორე ვარიანტში მასთან გაიგივებული ქულის გამოთვლა:

**$\mathcal{A}$  ვარიანტში მიღებულ ნედლ  $a$  ქულას ვაიგივებთ  $\mathcal{B}$  ვარიანტის ისეთ  $x$  ქულასთან, რომელსაც იგივე პროცენტული რანგი აქვს. ე.ი., რომლისთვისაც  $P_A(a) = P_B(x)$ .**

ის, რომ ასეთი  $x$  არსებობს და ერთადერთია, ეფუძნება მათემატიკაში კარგად ცნობილ შემდეგ ფაქტს: რადგან  $\mathcal{B}$  ვარიანტში მიღებული ქულების პროცენტული რანგების  $P_B$  ფუნქცია  $[0, M]$  შუალედში უწყვეტი და მკაცრად ზრდადი ფუნქციაა, ამასთან  $P_B(0) = 0$  და  $P_B(M) = 100$  (იხილეთ 3), ამიტომ არსებობს მისი შექცეული ფუნქცია  $P_B^{-1}$ , რომელიც  $[0, 100]$  შუალედში არის განსაზღვრული. ე.ი. ნებისმიერი  $a$ -სთვის  $[0, M]$  შუალედიდან, განტოლებას  $x = P_B^{-1}(P_A(a))$  ერთადერთი  $x$  ამონახსნი ექნება.

როგორც ზემოთ ვთქვით (იხილეთ *შენიშვნა 1*),  $\mathcal{A}$  ვარიანტში მიღებული ნედლი ქულების  $\mathcal{B}$  ვარიანტის ქულებთან ტოლ-პროცენტული რანგებით გაიგივების ფუნქცია  $e_B(a) = P_B^{-1}(P_A(a))$  არაწრფივია.

**შენიშვნა 3:** ცხადი სახით  $A$  ვარიანტში მიღებული  $a$  ქულისათვის  $B$  ვარიანტში მასთან გაიგივებული  $x$  ქულა შემდეგნაირად გამოითვლება:

$$\begin{aligned}
\text{თუ } P_A(a) \leq P_B(b_*), & \quad \text{მაშინ } x = b_* \frac{P_A(a)}{P_B(b_*)}; \\
\text{თუ } P_B(b_*) \leq P_B(b_j) < P_A(a) \leq P_B(b_{j+1}), & \quad \text{მაშინ } x = b_j + \frac{P_A(a) - P_B(b_j)}{P_B(b_{j+1}) - P_B(b_j)} (b_{j+1} - b_j); \quad (5) \\
\text{თუ } P_B(b_m) < P_A(a) \leq 100\%, & \quad \text{მაშინ } x = b_m + \frac{P_A(a) - P_B(b_m)}{100 - P_B(b_m)} (M - b_m),
\end{aligned}$$

სადაც  $0 \leq b_1 < b_2 < \dots < b_m \leq M$  არის  $B$  ვარიანტში მიღებული ქულები, ხოლო  $b_*$  ის უმცირესი  $b_j$  ქულაა, რომელიც აღემატება მინიმალური კომპეტენციის ზღვრის ნახევარს.

**2.1.III მესამე ეტაპი** - აბიტურიენტის მიერ მიღებული ნედლი ქულისთვის გათანაბრებული ქულის მინიჭება: ტესტის  $\mathcal{A}$  ვარიანტში მიღებული  $a$  ნედლ ქულას ენიჭება გათანაბრებული ქულა, რომელის რიცხვითი მნიშვნელობა  $a$ -სა და იმავე ტესტის ყველა დანარჩენ ვარიანტში  $a$ -სთან გაიგივებულ ქულებს შორის უდიდესის ტოლია.

## 2.2 მეორე საფეხური - სკალირებული ქულის განსაზღვრა

როგორც დასაწყისში აღვნიშნეთ, სხვადასხვა საგნის ტესტი შესაბამის სკალაზე სხვადასხვა შინაარსსა და კოგნიტურ უნარებს ზომავს. ამიტომ, აუცილებელია სხვადასხვა საგნის ტესტში მიღებული გათანაბრებული ქულების ერთიან სკალაზე განთავსება (სკალირება). მხოლოდ ამის შემდეგ არის შესაძლებელი თითოეული აბიტურიენტის

შემთხვევაში (სკალირებული) ქულების შეწონილი საშუალოს გამოთვლა გრანტის გაცემის შესახებ გადაწყვეტილების მიღების მიზნით.

ამ ნაწილში ფორმალურად აღვწერთ სხვადასხვა საგნის ტესტებში მიღებული ქულების სკალირების პროცედურას.

სხვადასხვა საგამოცდო საგანში მიღებული ქულების ერთიან სკალაზე განთავსების მიზნით, თითოეული საგამოცდო საგნისათვის ჯერ გამოითვლება საშუალო ქულა და ქულების სტანდარტული გადახრა, შემდეგ კი თითოეული აბიტურიენტის ე. წ.  $Z$  ქულა, რომელიც განისაზღვრება შემდეგი ფორმულით:

$$Z = \frac{X_i - E}{SD}$$

სადაც:

$X_i$  - კონკრეტულ საგამოცდო საგანში გათანაბრების შედეგად მიღებული აბიტურიენტის ქულა;

$E$  - კონკრეტული საგამოცდო საგნის გათანაბრებული ქულების საშუალო არითმეტიკულია;

$SD$  - კონკრეტული საგამოცდო საგნის გათანაბრებული ქულების სტანდარტული გადახრაა.

აქვე შევნიშნავთ, რომ  $Z$  ქულის საშუალო მნიშვნელობა 0-ის, ხოლო მისი სტანდარტული გადახრა 1-ის ტოლია.  $Z$  ქულა აჩვენებს, თუ რამდენი სტანდარტული ერთეულით მეტი ან ნაკლებია ესა თუ ის კონკრეტული ქულა საგამოცდო საგნის საშუალო ქულაზე.

ყველა საგამოცდო საგანში მიღებული ქულების ერთიან სკალაზე განთავსება ხდება წრფივი გარდაქმნის საშუალებით. გამოცდების შედეგები არ არის დამოკიდებული ამ გარდაქმნის კოეფიციენტების მნიშვნელობაზე. თითოეულ საგამოცდო საგანში აბიტურიენტისათვის განსაზღვრული  $Z$  ქულა სტანდარტულ სკალაზე შემდეგი ფორმულის საშუალებით გადაგვყავს:

$$\text{სკალირებული ქულა} = 15 \times Z + 150$$

შესაბამისად, თითოეულ საგანში აბიტურიენტების საშუალო სკალირებული ქულა იქნება 150, ხოლო ამ ქულების სტანდარტული გადახრა — 15, რაც უზრუნველყოფს სკალირებული ქულების მაღალი ალბათობით განთავსებას [100, 200] რიცხვით ინტერვალში.

### გამოყენებული ლიტერატურა:

Angoff, W.H. (1971). Scales, norms, and equivalent scores. In R. L. Thorndike (Ed.), *Educational measurement* (2nd ed., pp. 508–600). Washington, DC: American Council on Education.

Kolen, M.J. & Brennan, R.L. (2014). *Statistics for social and behavioral sciences. Test equating, scaling, and linking: Methods and practices* (3rd ed.). New York, NY, US: Springer Science + Business Media.