

2019 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 (შემდგომში - ცენტრი) მიერ ერთიანი ეროვნული გამოცდების ტესტებში აბიტურიენტების ქულების შედარებისთვის გამოყენებული მეთოდოლოგიისა და პრაქტიკული მეთოდების აღწერას.

ჩვენი მიზანია, რომ მაქსიმალურად გასაგებად აღვწეროთ:

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

დოკუმენტი განკუთვნილია როგორც აბიტურიენტებისა და მათი მშობლებისათვის, ასევე სხვა დაინტერესებული ჯგუფების, ორგანიზაციებისა და პირებისათვის; იგი საჯაროდ ხელმისაწვდომია ცენტრის ვებგვერდზე. ეროვნული გამოცდების სხვა წესებთან ერთად აბიტურიენტები ინფორმირებულნი არიან საგამოცდო ტესტებში მიღებული ნედლი ქულების გათანაბრებისა და გათანაბრებული ქულების სკალირების წესების შესახებ. დოკუმენტში მოცემული იდეების, მაგალითებისა და მეთოდების გასაგებად საკმარისია სწავლების საშუალო საფეხურზე მათემატიკის საგანში მიღებული განათლება (დეტალები მოცემულია საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის 2016 წლის 18 მაისის №40/ნ ბრძანებით დამტკიცებულ დოკუმენტში - [ეროვნული სასწავლო გეგმა მათემატიკაში](#), მაგალითად, შედეგები: მათ.IX.11., მათ.X.14, მათ.X.16, მათ.XI.13 და მათ.XII.9 და მათი ინდიკატორები).

ერთიანი ეროვნული გამოცდების დანიშნულება და ფორმატი

ერთიანი ეროვნული გამოცდების დანიშნულებას წარმოადგენს მათში გამოყენებული საგნობრივი და ზოგადი უნარ-ჩვევების ტესტების შედეგებზე დაყრდნობით, ინსტიტუციონალურ დონეზე მნიშვნელოვანი გადაწყვეტილებების მიღება, კერძოდ, უმაღლესი საგანმანათლებლო დაწესებულებებისათვის აბიტურიენტთა - პოტენციურად საუკეთესო სტუდენტთა (მერიტოკრატიული) შერჩევა და მათთვის ფინანსური დახმარების შესახებ გადაწყვეტილების მიღება.

საგამოცდო ცენტრში ერთიანი ეროვნული გამოცდები შერეული ფორმატით ტარდება: აბიტურიენტი ტესტის დავალებებს ელექტრონულ ფორმატში, კომპიუტერის ეკრანზე კითხულობს, პასუხებს კი ნაბეჭდ ბუკლეტში წერილობით გასცემს.

როდესაც რომელიმე გამოცდაზე დარეგისტრირებულია დიდი რაოდენობით აბიტურიენტი ისე, რომ საგამოცდო ცენტრში ერთსა და იმავე დღეს, ერთდროულად მათი გამოცდა ფიზიკურად ვერ ხერხდება, გამოიყენება ტესტის სხვადასხვა ვარიანტი. კონკრეტულ საგანში ტესტის მოცემული ვარიანტი წარმოადგენს დავალებათა კრებულს, რომელიც წინასწარ განსაზღვრული შინაარსობრივი/კოგნიტური (დეტალები

მოცემულია *ეროვნულ სასწავლო გეგმასა* და საქართველოს განათლების, მეცნიერების, კულტურისა და სპორტის მინისტრის 2018 წლის 12 დეკემბერის ბრძანებაში „[2019 წლის ერთიანი ეროვნული გამოცდების საგამოცდო პროგრამის დამტკიცების შესახებ](#)“ და სტატისტიკური მოთხოვნებისა და სპეციფიკაციების მიხედვით არის შექმნილი. მიუხედავად ტესტის სხვადასხვა ვარიანტის შინაარსობრივი და კოგნიტური თვალსაზრისით ერთგვაროვნებისა, ვარიანტებს შორის სირთულის თვალსაზრისით შეიძლება მაინც არსებობდეს მცირე განსხვავება. ამიტომ სხვადასხვა ვარიანტში მიღებული ნედლი ქულების პირდაპირი შედარება არასამართლიანი და არასწორი პრაქტიკა იქნებოდა, რასაც (საქართველოში ან მის გარეთ) ცენტრის ფუნქციების მქონე არც ერთი ორგანიზაცია არ ეწევა. ამის ნაცვლად, 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 - სკალირების საფუძველზე - შეიძლება ქულების შეწონილი საშუალოს გამოთვლა გრანტირების შესახებ გადაწყვეტილების მისაღებად (დეტალური ინფორმაცია მოცემულია საქართველოს განათლებისა და მეცნიერების მინისტრის 2011 წლის 18 თებერვლის №19/ნ ბრძანებით დამტკიცებულ „სახელმწიფო სასწავლო გრანტის განაწილების წესში“ და [2019 წლის ერთიანი ეროვნული გამოცდების ცნობარში აბიტურიენტებისათვის](#)).

1. გათანაბრებისა და სკალირების დიზაინი 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 ჯგუფებად შემთხვევითი დაყოფის პრინციპს, 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 როგორც ბოლო კვლევებს, ასევე სხვადასხვა წელს ცენტრის შესაბამისი პერსონალისთვის, კერძოდ, ფსიქომეტრიკის ჯგუფის წევრებისთვის, საერთაშორისო ექსპერტებისგან¹ მიღებულ რჩევებსა და რეკომენდაციებს.

¹ მათ შორის, ისეთი ცნობილი საერთაშორისო ორგანიზაციების ექსპერტების, როგორებიც არის [CITO](#), [Education Testing Service \(ETS\)](#) და [Polymetrika International Inc.](#)

2. ერთიანი ეროვნული გამოცდების სკალირებული ქულის გამოთვლის საფეხურები

ერთიანი ეროვნული გამოცდების სკალირებული ქულების გამოთვლა ორი საფეხურისგან 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.

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. ამასთან, კიდევ ერთხელ შევნიშნავთ, რომ აბიტურიენტთა ქულების გათანაბრების პროცედურის გამოყენება მხოლოდ მაშინ არის საჭირო, როდესაც ერთსა და იმავე საგანში საგამოცდო ტესტის სხვადასხვა ვარიანტი არსებობს.

აბიტურიენტების მიერ რომელიმე საგნის საგამოცდო ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში მიღებულ ნედლ ქულებს შორის შესაბამისობის დადგენისა და მათი გათანაბრების პროცედურა სამი ეტაპისაგან შედგება:

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 დაგვანახვებს, თუ როგორ ხდება ტოლ-პროცენტული რანგების საფუძველზე ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში მიღებული ნედლი ქულების ერთმანეთთან გაიგივება და გაიგივებული ქულების გათანაბრება. თავდაპირველად მოცემული საგნის ტესტის \mathcal{A} ვარიანტში აბიტურიენტების მიერ მიღებული ნედლი ქულებისთვის, რომლებიც ამ საგანში მინიმალური კომპეტენციის ზღვრის ნახევარს აღემატება, შემოვიღოთ შემდეგი:

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, რომელშიც 20 აბიტურიენტია, მათემატიკის ტესტის \mathcal{A} ვარიანტში ნინომ და ალიმ ერთი და იგივე (ნედლი) ქულა მიიღეს (მაგალითად, 48 ქულა), რომელიც 16 სხვა აბიტურიენტის ქულებზე უფრო მაღალია და დანარჩენი 2 აბიტურიენტის ქულებზე უფრო დაბალია, ვინც იგივე \mathcal{A} ვარიანტი წერა. რიცხვის პროცენტის ცნების გამოყენებით, ნინოს (და ალის) ქულა ამ ჯგუფში აბიტურიენტთა

მიერ ტესტის A ვარიანტში მიღებული ქულების 80% -ზე უფრო მაღალია, ნინოს (და ალის) ქულა ყველა მონაცემის 10% -შია, ხოლო მონაცემების დანარჩენი 10% კი ნინოს (და ალის) ქულაზე მაღალია. ზემოთ მოყვანილი განსაზღვრებით, ნინოს (და ალის) ქულის შესაბამისი პროცენტული რანგი იქნება

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

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

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

პროცენტული რანგის ცნების განმარტების შემდეგ მოვიყვანოთ *გათანაბრებული ქულის* შემდეგი:

განსაზღვრება 2: ტესტის 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 საჭიროა ტოლ-პროცენტულ რანგებზე დაფუძნებულ ქულათა გაიგივება და მათთვის გათანაბრებული ქულის მინიჭება:

რადგან ტესტის A ვარიანტში ნინოს (და ალის) და 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 – დაეწერებათ გათანაბრებული ქულა 50.

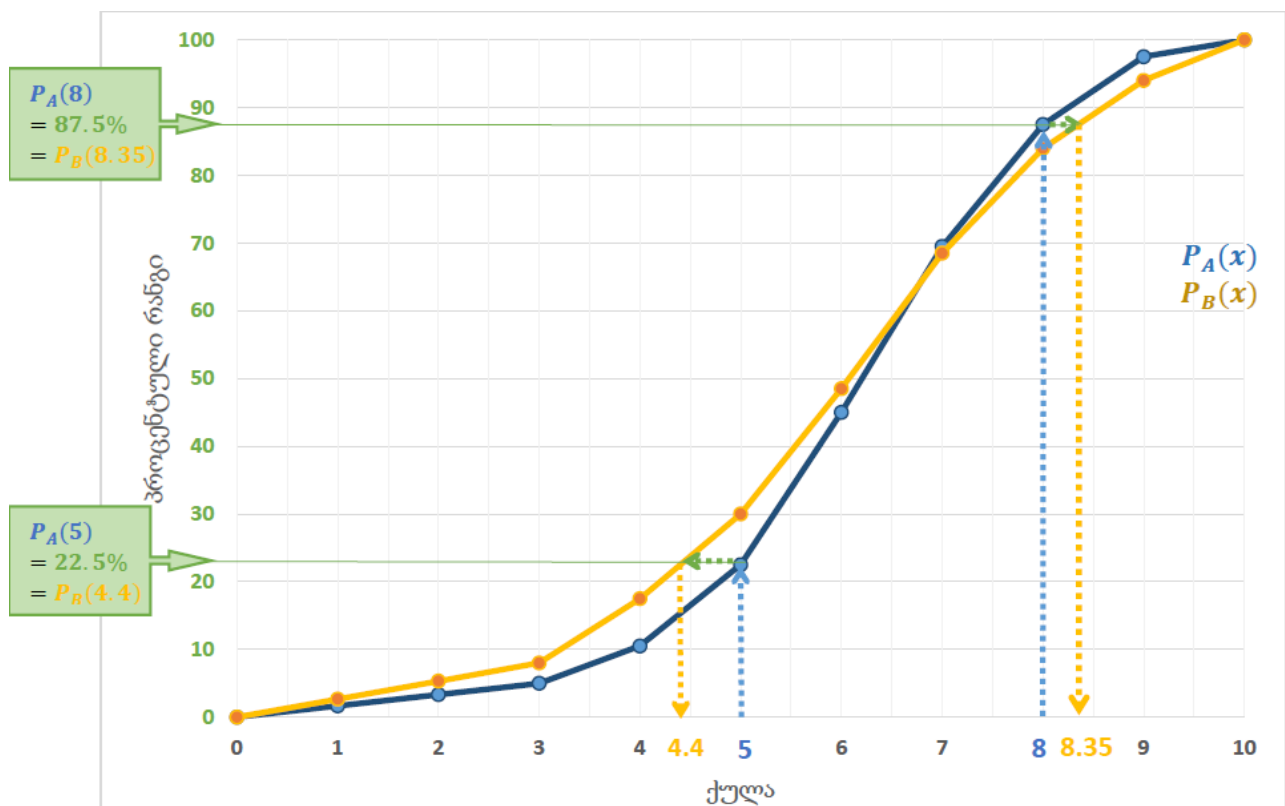
შევნიშნავთ, რომ განსაზღვრება 2-ის მიხედვით, გათანაბრების შედეგად ქულა არავის აკლდება – ნედლი ქულისთვის მინიჭებული გათანაბრებული ქულა ამ ნედლ ქულაზე მეტია ან – ტოლი.

სანამ ქულათა გაიგივების პროცედურის თვალსაჩინოდ ახსნის მიზნით კიდევ ერთ სადემონსტრაციო ხასიათის მაგალითს განვიხილავდეთ, შევნიშნავთ, რომ ტესტირების თეორიაში ტოლ-პროცენტულ რანგებზე დაფუძნებულ ქულათა გაიგივება განიმარტება უწყვეტი შემთხვევითი სიდიდეებისთვის. პრაქტიკაში ტესტში მიღებული ნედლი ქულების რიცხვითი მნიშვნელობები, როგორც წესი, დისკრეტულია, როგორც ეს ერთიანი ეროვნული გამოცდების ტესტებში მიღებული ნედლი ქულების შემთხვევაშია. 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, A და B , რომლებშიც შესაძლო მაქსიმალური ქულაა 10 და მინიმალური კომპეტენცია არის 30%. 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% | 1% | 0% | 0% | 0% |
| 1 | 0% | 0% | 1% | 0% | 1.7% | 2.7% |
| 2 | 2% | 4% | 3% | 4% | 3.3% | 5.3% |
| 3 | 4% | 8% | 7% | 12% | 5% | 8% |
| 4 | 7% | 11% | 14% | 23% | 10% | 17.5% |
| 5 | 17% | 14% | 31% | 37% | 22% | 30% |
| 6 | 28% | 23% | 59% | 60% | 45% | 48.5% |
| 7 | 21% | 17% | 80% | 77% | 69% | 68.5% |
| 8 | 15% | 14% | 95% | 91% | 87% | 84% |
| 9 | 5% | 6% | 100% | 97% | 97% | 94% |
| 10 | 0% | 3% | 100% | 100% | 100% | 100% |

როგორც ზემოთ მოცემული ცხრილიდან ჩანს, \mathcal{A} ვარიანტში 0 ქულა მიიღო აბიტურიენტთა ერთმა პროცენტმა, 1 ქულა არავის მიუღია, 2 ქულა მიიღო ორმა პროცენტმა და ასე შემდეგ. ქვემოთ სურათზე კი უკვე მოცემულია \mathcal{A} და \mathcal{B} ვარიანტებში მიღებული ნედლი ქულების შესაბამისი A და B უწყვეტი შემთხვევითი სიდიდეების პროცენტული რანგების ფუნქციები.



ამის შემდეგ ქულაში ყველგან ვიგულისხმებთ ვარიანტის შესაბამისი უწყვეტი შემთხვევითი სიდიდის მნიშვნელობას.

ვთქვათ, გვინტერესებს \mathcal{A} ვარიანტში სოფოს მიერ მიღებულ $a = 8$ ქულასთან \mathcal{B} ვარიანტში გაიგივებული x ქულის პოვნა. ამისთვის \mathcal{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 \mathcal{B} ვარიანტის შესაბამისი (ყვითელი ფერის) გრაფიკიდან ვპოულობთ, რომ 87.5%-ის ტოლი პროცენტული რანგი აქვს ქულას $x = 8.35$, ანუ \mathcal{A} ვარიანტის 8 ქულასთან იგივედება \mathcal{B} ვარიანტის 8.35 ქულა.

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

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

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

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

შენიშვნა: როგორც მოყვანილი ორი მაგალითიდან 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 $P_B^{-1}(P_A(a))$ არის არაწრფივი ფუნქცია.

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

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

დასაწყისში 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

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

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_* -სიმბოლოთი 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:

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

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

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

შენიშვნა 2. რადგან $f_A(a_i) = F_A(a_i) - F_A(a_{i-1})$, პროცენტული რანგი შემდეგი ფორმულითაც შეიძლება 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, ანუ 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. ანუ ნებისმიერი a -სთვის $[0, M]$ შუალედიდან, განტოლებას $x = P_B^{-1}(P_A(a))$ ერთადერთი x ამონახსნი ექნება.

როგორც ზემოთ ეს უკვე შევნიშნეთ (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:

$$\text{თუ } P_A(a) \leq P_B(b_*), \text{ მაშინ } x = b_* \frac{P_A(a)}{P_B(b_*)};$$

$$\text{თუ } P_B(b_*) \leq P_B(b_j) < P_A(a) \leq P_B(b_{j+1}), \text{ მაშინ } x = b_j + \frac{P_A(a) - P_B(b_j)}{P_B(b_{j+1}) - P_B(b_j)} (b_{j+1} - b_j); \quad (5)$$

$$\text{თუ } P_B(b_m) < P_A(a) \leq 100\%, \text{ მაშინ } x = b_m + \frac{P_A(a) - P_B(b_m)}{100 - P_B(b_m)} (M - b_m),$$

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 ნედლი ქულა ხდება გათანაბრებული ქულა, რომლის რიცხვითი მნიშვნელობა ტოლია a -სა და იგივე ტესტის ყველა დანარჩენ ვარიანტებში a -სთან გაიგივებულ ქულებს შორის უდიდესის.

2.2. მეორე საფეხური - სკალირებული ქულის განსაზღვრა

როგორც ეს დასაწყისში უკვე 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 შეიძლება თითოეული აბიტურიენტის შემთხვევაში (სკალირებული) ქულების შეფარდებითი საშუალოს გამოთვლა იმ მიზნით, რომ გრანტირების შესახებ გადაწყვეტილება იქნას მიღებული.

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 ქულაა;

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.

შენიშვნა 4: უცხოური ენები (ინგლისური, გერმანული, რუსული, ფრანგული) ერთ საგამოცდო საგნად ჩაითვლება და სკალირებისას მათი საერთო საშუალო და სტანდარტული გადახრა გამოითვლება. ამიტომ უცხოურ ენაში აბიტურიენტის Z ქულის განსაზღვრისას აღებულია ყველა უცხოური ენის გათანაბრებული ქულების საშუალო არითმეტიკული. იმის გამო, რომ ინგლისურის ტესტის რამდენიმე ვარიანტია გამოყენებული, ზემოთ აღწერილი პროცედურით (იხილეთ 2.1 ნაწილში აღწერილი პირველი საფეხური) ხდება საგამოცდო ტესტის სხვადასხვა ვარიანტში მიღებულ ქულებს შორის შესაბამისობის დადგენა, ანუ მათი გათანაბრება. რუსულ, ფრანგულ და გერმანულ ენაში კი აბიტურიენტების გათანაბრებული ქულა მათ მიერ ტესტში მიღებული ნედლი ქულის ტოლი იქნება, რადგან ეს ტესტები მხოლოდ თითო ვარიანტით არის წარმოდგენილი.

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

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 დიდი ალბათობით [100; 200] ინტერვალში განთავსებას.

გამოყენებული ლიტერატურა:

Angoff, W.H. (1971). Scales, norms, and equivalent scores. In R. L. Thorridike (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.