

XI კლასი  
მათემატიკა

სტანდარტი

წლის ბოლოს მისაღწევი შედეგები მიმართულებების მიხედვით:

რიცხვები და მოქმედებები	კანონზომიერებები და ალგებრა	გეომეტრია და სივრცის აღქმა	მონაცემთა ანალიზი, ალბათობა და სტატისტიკა
<p><b>მათ. XI.1.</b> მოსწავლეს შეუძლია რიცხვთა პოზიციური სისტემების/ნამდვილ რიცხვთა სიმრავლეების ერთმანეთთან დაკავშირება.</p> <p><b>მათ. XI.2.</b> მოსწავლეს შეუძლია ნამდვილ რიცხვებზე მოქმედებების შესრულება სხვადასხვა ხერხით და ამ მოქმედებათა შედეგის შეფასება.</p> <p><b>მათ. XI.3.</b> მოსწავლეს შეუძლია მსჯელობა-დასაბუთების სხვადასხვა ხერხების გამოყენება</p> <p><b>მათ. XI.4.</b> მოსწავლეს შეუძლია პრაქტიკული საქმიანობიდან</p>	<p><b>მათ. XI.5.</b> მოსწავლეს შეუძლია ფუნქციებისა და მათი თვისებების გამოყენება რეალური ვითარების მოდელირებისას.</p> <p><b>მათ. XI.6.</b> მოსწავლეს შეუძლია გრაფიკული, ალგებრული მეთოდებისა და ტექნოლოგიების გამოყენება ფუნქციის/ფუნქციათა ოჯახის თვისებების შესასწავლად.</p> <p><b>მათ. XI.7.</b> მოსწავლეს შეუძლია დისკრეტული მათემატიკის ცნებებისა და აპარატის გამოყენება მოდელირებისას და პრობლემების</p>	<p><b>მათ. XI.8.</b> მოსწავლეს შეუძლია ვექტორებზე ოპერაციების შესრულება და მათი გამოყენება გეომეტრიული და საბუნებისმეტყველო პრობლემების გადაჭრისას.</p> <p><b>მათ. XI.9.</b> მოსწავლეს შეუძლია დედუქციურ/ინდუქციური მსჯელობის და ალგებრული ტექნიკის გამოყენება გეომეტრიულ დებულებათა დასამტკიცებლად.</p> <p><b>მათ. XI.10.</b> მოსწავლეს შეუძლია გეომეტრიული გარდაქმნების დახასიათება და მათი გამოყენება</p>	<p><b>მათ. XI.12.</b> მოსწავლეს შეუძლია დასმული ამოცანის ამოსახსნელად საჭირო მონაცემების მოპოვება.</p> <p><b>მათ. XI.13.</b> მოსწავლეს შეუძლია მონაცემთა წარმოდგენა ამოცანის ამოსახსნელად ხელსაყრელი ფორმით და მათი ინტერპრეტაცია.</p> <p><b>მათ. XI.14.</b> მოსწავლეს შეუძლია შემთხვევითობის ალბათური მოდელის საშუალებით აღწერა.</p> <p><b>მათ. XI.15.</b> მოსწავლეს შეუძლია მონაცემთა ანალიზი და დასკვნების</p>

<p>მომდინარე პრობლემების გადაწყვეტა.</p>	<p>გადაჭრისას.</p>	<p>გეომეტრიული პრობლემების გადაჭრისას.</p> <p><b>მათ. XI.11.</b>          მოსწავლეს შეუძლია სივრცული ფიგურის კვეთებისა და გეგმილების გამოყენება სივრცული ფიგურის შესასწავლად.</p>	<p>ჩამოყალიბება.</p>
--	--------------------	---	----------------------

წლის ბოლოს მისაღწევი შედეგები და მათი ინდიკატორები

**მიმართულება: რიცხვები და მოქმედებები**

**მათ. XI.1. მოსწავლეს შეუძლია რიცხვთა პოზიციური სისტემების/ნამდვილ რიცხვთა სიმრავლეების ერთმანეთთან დაკავშირება.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- მოყავს ინფორმაციის ციფრული კოდირების/ტექნოლოგიების მაგალითები; აკავშირებს რიცხვის სხვადასხვა პოზიციურ სისტემაში ჩაწერას ერთმანეთთან (მაგალითად, *ორობით პოზიციურ სისტემაში ჩაწერილ რიცხვს წერს ათობით პოზიციურ სისტემაში*);
- ახდენს ირაციონალური რიცხვის რაციონალური რიცხვების მიმდევრობით მიახლოების დემონსტრირებას პრაქტიკულ ამოცანებთან დაკავშირებული გამოთვლების კონტექსტში;
- მსჯელობს რაციონალურ და ირაციონალურ რიცხვებს შორის განსხვავებაზე მათი პოზიციური სისტემის გამოყენებით ჩაწერისას.

**მათ. XI.2. მოსწავლეს შეუძლია ნამდვილ რიცხვებზე მოქმედებების შესრულება სხვადასხვა ხერხით და ამ მოქმედებათა შედეგის შეფასება.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ამარტივებს ნამდვილ რიცხვებზე მოქმედებების (მათ შორის ხარისხისა და ლოგარითმის) შემცველ გამოსახულებას ან პოულობს მის მნიშვნელობას მოქმედებათა თვისებების, თანმიმდევრობისა და მათ შორის კავშირის გამოყენებით;

- პოულობს არითმეტიკული მოქმედების შედეგს დასახელებული სიზუსტით; მსჯელობს შედეგის ცვლილებაზე და ცდომილებაზე, რომელიც გამოწვეულია გამოსახულების წევრების დამრგვალებით;
- იყენებს შეფასების სხვადასხვა ხერხს ნამდვილ რიცხვებზე შესრულებული გამოთვლების (მათ შორის ფესვი და ლოგარითმი მარტივ შემთხვევებში) შედეგის ადეკვატურობის შესამოწმებლად;
- ახდენს უსასრულოდ დიდი და უსასრულოდ მცირე სიდიდეების, მათზე მოქმედებებისა და მოქმედებათა შედეგის ინტერპრეტაციას, მიმდევრობის ან რომელიმე პროცესის ამსახველი ფუნქციის კონტექსტში.

**მათ.XI.3. მოსწავლეს შეუძლია მსჯელობა-დასაბუთების სხვადასხვა ხერხების გამოყენება.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- იყენებს საწინააღმდეგოს დაშვების მეთოდს ამოცანების ამოხსნისას ან რიცხვების შესახებ მარტივი დებულებების დამტკიცებისას (მაგალითად, *საწინააღმდეგოს დაშვებით ამტკიცებს რომელიმე რიცხვის ირაციონალურობას*);
- აყალიბებს და გამოსახავს რიცხვების თვისებების ან რიცხვითი კანონზომიერებების შესახებ გამონათქვამებს შორის კერძო/ზოგადი ტიპის მიმართებებს, იყენებს გამოსახვის ხერხს გამოთქმული მოსაზრების მართებულობის შემოწმებისას/დასაბუთებისას;
- რაოდენობებთან და სიდიდეებთან დაკავშირებული მსჯელობის ნიმუშზე ახდენს მსჯელობის ხაზის და დასკვნითი ნაწილის ანალიზს, აღნიშნავს მის სუსტ და ძლიერ მხარეებს.

**მათ.XI.4. მოსწავლეს შეუძლია პრაქტიკული საქმიანობიდან მომდინარე პრობლემების გადაწყვეტა.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- იყენებს რიცხვის ხარისხსა და ლოგარითმს, ხარისხისა და ლოგარითმის თვისებებს პრაქტიკული საქმიანობიდან ან მეცნიერების სხვადასხვა დარგებიდან მომდინარე ამოცანების ამოხსნისას (მაგალითად, *ენტროპია ბიოლოგიასა და ფიზიკაში, რადიოაქტიური დაშლა და დათარიღების მეთოდები*);
- განსაზღვრავს და იყენებს შესაფერის ერთეულებს სიდიდის ცვლილების სიჩქარის აღსაწერად; ადგენს სხვადასხვა ერთეულებს შორის თანაფარდობას.

**მიმართულება: კანონზომიერებები და ალგებრა**

**მათ. XI.5 მოსწავლეს შეუძლია ფუნქციებისა და მათი თვისებების გამოყენება რეალური ვითარების მოდელირებისას.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- იყენებს (ტრიგონომეტრიულ, უბან-უბან წრფივ, საფეხურებრივ, მაჩვენებლიან, ლოგარითმულ) ფუნქციებს და მათ თვისებებს რეალური პროცესების მოდელირებისას;
- ახდენს ფუნქციის ნულების, ფუნქციის მაქსიმუმის/მინიმუმის ინტერპრეტირებას იმ რეალური პროცესის/ვითარების კონტექსტში, რომელიც ამ ფუნქციით აღიწერება;
- იყენებს სიბრტყეზე წრფივი ოპტიმიზაციის მეთოდებს რეალურ ვითარებასთან დაკავშირებულ ამოცანებში (მაგალითად, *შეზღუდული რესურსების ეფექტიანად გამოყენების ამოცანებში*) წრფივის ფუნქციის მაქსიმუმის/მინიმუმის მოძებნისას.

**მათ. XI.6 მოსწავლეს შეუძლია გრაფიკული, ალგებრული მეთოდებისა და ტექნოლოგიების გამოყენება ფუნქციის/ფუნქციათა ოჯახის თვისებების შესასწავლად.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- იყენებს ფუნქციის გრაფიკის გეომეტრიულ ნიშნებს (მაგალითად, *საკოორდინატო ღერძის პარალელური წრფის მიმართ სიმეტრიულობა, კოორდინატთა სათავის მიმართ ცენტრულად სიმეტრიულობა, პარალელური გადატანის მიმართ ინვარიანტულობა*) ფუნქციის თვისებების დასადგენად;
- იყენებს შესაფერის გრაფიკულ, ალგებრულ მეთოდებს ან ტექნოლოგიებს (ტრიგონომეტრიული, უბან-უბან წრფივი, საფეხურებრივი, მაჩვენებლიანი, ლოგარითმული) ფუნქციის ისეთი თვისებების დასადგენად, როგორცაა: ზრდადობა/კლებადობა, ნიშანმუდმივობა, პერიოდულობა/პერიოდი, ფესვები, ექსტრემუმები;
- აღწერს თუ რა გავლენას ახდენს ფუნქციის პარამეტრების ცვლილება ფუნქციის გრაფიკზე.

**მათ. XI.7 მოსწავლეს შეუძლია დისკრეტული მათემატიკის ცნებებისა და აპარატის გამოყენება მოდელირებისას და პრობლემების გადაჭრისას.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ასახელებს ისეთ სტრუქტურებს (მაგალითად, *მიმდევრობებს, ასახვებს; მათ შორის რეალურ ვითარებაში*), რომელთა აღწერისას შესაძლებელია რეკურენტული წესის გამოყენება; იყენებს რეკურენტულ წესს ასეთი სტრუქტურის აღსაწერად;
- დებულებების დამტკიცებისას, შესაბამის შემთხვევებში, იყენებს მათემატიკურ ინდუქციას (მათ შორის არითმეტიკულ/გეომეტრიულ პროგრესიასთან დაკავშირებული ზოგიერთი ფორმულის მისაღებად);
- იყენებს ხისებრ დიაგრამებს და გრაფებს ვარიანტების დასათვლელად, გეგმის/განრიგის შესადგენად, ოპტიმიზაციის დისკრეტული ამოცანების ამოსახსნელად.

**მიმართულება: გეომეტრია და სივრცის აღქმა**

**მათ. XI.8 მოსწავლეს შეუძლია ვექტორებზე ოპერაციების შესრულება და მათი გამოყენება გეომეტრიული და საბუნებისმეტყველო პრობლემების გადაჭრისას.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ახდენს ვექტორის სიგრძისა და მიმართულების, ვექტორებზე მოქმედებების (შეკრება, სკალარზე გამრავლება, სკალარული ნამრავლი) და მათი თვისებების გეომეტრიულ და ფიზიკურ ინტერპრეტაციას;
- იყენებს ვექტორებს გეომეტრიული დებულებების დასამტკიცებლად და ზომების დასადგენად სიბრტყეზე;
- იყენებს კოორდინატებს ვექტორებისა და ვექტორებზე ოპერაციების გამოსახვისას.

**მათ. XI.9 მოსწავლეს შეუძლია დედუქციურ/ინდუქციური მსჯელობის და ალგებრული ტექნიკის გამოყენება გეომეტრიულ დებულებათა დასამტკიცებლად.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- პოულობს ლოგიკურ კავშირებს (მაგალითად, *გამომდინარეობა*) მოცემულ გეომეტრიულ დებულებებს შორის; იყენებს დედუქციურ და ინდუქციურ მსჯელობას;
- განაზოგადებს ცალკეულ გეომეტრიულ დებულებებს; აყალიბებს ჰიპოთეზას და ასაბუთებს/უარყოფს მას (მათ შორის მათემატიკური ინდუქციის გამოყენებით; *მაგალითად, ეილერის ფორმულა სიბრტყეზე და სივრცეში*);
- მსჯელობს ევკლიდური გეომეტრიის აქსიომატიკის არაწინააღმდეგობრიობის შესახებ;
- იყენებს ალგებრულ გარდაქმნებს გეომეტრიულ დებულებათა დასამტკიცებლად.

**მათ. XI.10 მოსწავლეს შეუძლია გეომეტრიული გარდაქმნების დახასიათება და მათი გამოყენება გეომეტრიული პრობლემების გადაჭრისას.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ასახელებს გეომეტრიული ფიგურის იმ მახასიათებლებს, რომლებიც არ იცვლება მოცემული გეომეტრიული გარდაქმნისას (გარდაქმნის ინვარიანტებს);
- ფიგურების შესახებ სხვადასხვა მონაცემების (მაგალითად, *ფიგურათა ზომები, ფიგურათა წვეროების კოორდინატები, ფიგურათა ელემენტებს შორის ალგებრული თანაფარდობები*) გამოყენებით ასაბუთებს ან უარყოფს ორი გეომეტრიული ფიგურის ეკვივალენტობას მოცემული გარდაქმნის ან გარდაქმნის ტიპის მიმართ.

**მათ. XI.11 მოსწავლეს შეუძლია სივრცული ფიგურის კვეთებისა და გეგმილების გამოყენება სივრცული ფიგურის შესასწავლად.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:



- მსჯელობს სივრცული ფიგურის კვეთის შესაძლო ფორმაზე და აგებს სივრცული ფიგურის მითითებულ კვეთას;
- პოულობს ფიგურის გეგმილს მითითებული პარალელური დაგეგმილებისას;
- მსჯელობს სივრცული ფიგურის შესაძლო ფორმაზე მისი კვეთის/კვეთების მიხედვით;
- მსჯელობს ფიგურის შესაძლო ფორმაზე მისი ანასახის მიხედვით პარალელური დაგეგმილებისას.

**მიმართულება: მონაცემთა ანალიზი, ალბათობა და სტატისტიკა**

**მათ.XI.12 მოსწავლეს შეუძლია დასმული ამოცანის ამოსახსნელად საჭირო მონაცემების მოპოვება.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ირჩევს და იყენებს მონაცემთა შეგროვების შესაფერის საშუალებას (დაკვირვება, გაზომვა, მითითებულ რესპონდენტთა ჯგუფის გამოკითხვა მზა ანკეტიტ/კითხვარით, მონაცემთა მოპოვება მონაცემთა სხვადასხვა წყაროებიდან), ასაბუთებს თავის არჩევანს;
- განსაზღვრავს რესპონდენტებს, ირჩევს კითხვების დასმის შესაფერის ფორმას (ღია კითხვები, დახურული კითხვები, უჯრედის მონიშვნა, შკალაზე მონიშვნა), ქმნის მარტივ კითხვარს და იყენებს მას მონაცემთა შესაგროვებლად;
- წარმოადგენს საკითხის შესასწავლად შესაფერისი ექსპერიმენტის გეგმას, ატარებს ექსპერიმენტს და აგროვებს მონაცემებს.

**მათ.XI.13 მოსწავლეს შეუძლია მონაცემთა წარმოდგენა ამოცანის ამოსახსნელად ხელსაყრელი ფორმით და მათი ინტერპრეტაცია.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ირჩევს მონაცემთა წარმოდგენის შესაფერის გრაფიკულ ფორმებს, ასაბუთებს თავის არჩევანს, აგებს და განმარტავს ცხრილებს/დიაგრამებს (მათ შორის ინტერვალთა კლასებად დაჯგუფებული მონაცემებისათვის);
- ადგენს სიხშირეთა განაწილებას, წარმოადგენს მას გრაფიკული ფორმით და აღწერს მას სიმეტრიულობის, მოდების რაოდენობის, გაშლილობის ან სხვა ნიშნების საშუალებით;
- ერთი გრაფიკული ფორმით წარმოდგენილ მონაცემებს წარმოადგენს განსხვავებული გრაფიკული ფორმით და წარმოაჩენს თითოეული ფორმის ხელსაყრელ და არახელსაყრელ მხარეებს;
- ამოიცნობს დიაგრამის მცდარ ინტერპრეტაციებს ან არაკორექტულად აგებულ/გაფორმებულ დიაგრამებს, განმარტავს და ასწორებს ნაკლს.

**მათ.XI.14 მოსწავლეს შეუძლია შემთხვევითობის ალბათური მოდელების საშუალებით აღწერა.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- აღწერს შემთხვევითი ექსპერიმენტის ელემენტარულ ხდომილობათა სივრცეს, ითვლის დამოუკიდებელ ხდომილობათა ალბათობებს (მათ შორის ჯამის ალბათობის ფორმულების გამოყენებით);
- ითვლის რთულ ხდომილობათა ალბათობებს კომბინატორული ანალიზის გამოყენებით;
- შემთხვევითი ექსპერიმენტის ჩასატარებლად ერთ მოწყობილობას ცვლის მისი ეკვივალენტური სხვა მოწყობილობით და ასაბუთებს არჩევანს.

**მათ.XI.15 მოსწავლეს შეუძლია მონაცემთა ანალიზი და დასკვნების ჩამოყალიბება.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ითვლის და იყენებს შემაჯამებელ რიცხვით მახასიათებლებს დაუჯგუფებელ მონაცემთა ერთობლიობების დასახასიათებლად/შესადარებლად და მოსაზრებათა/არგუმენტების შესაფასებლად;
- განსაზღვრავს მოდალურ კლასს და აფასებს საშუალოს, მედიანას და დიაპაზონს დაჯგუფებულ მონაცემთა სიმრავლისთვის, ითვალისწინებს მათ რეალურ ვითარებაში გადაწყვეტილების მიღებისას;
- გამოთქვამს ვარაუდს ხდომილობის მოსალოდნელობის შესახებ მონაცემთა საფუძველზე (მაგალითად, *ფარდობითი სიხშირის მიხედვით*) და ასაბუთებს ვარაუდის მართლზომიერებას.

**პროგრამის შინაარსი**

1. ნამდვილ რიცხვთა ქვესისტემები: რაციონალურ და ირაციონალურ რიცხვთა სიმრავლეები.
2. სხვადასხვა პოზიციური სისტემები და მათ შორის კავშირები.
3. სხვადასხვა სახით მოცემული რიცხვების შედარება/დალაგება.
4. ალგებრული მოქმედებები ნამდვილ რიცხვებზე.
5. ნამდვილი რიცხვის დამრგვალება და არითმეტიკული მოქმედებების შედეგის შეფასება, არითმეტიკული მოქმედებების შედეგის მიახლოებითი მნიშვნელობის მოძებნა.
6. რიცხვის ხარისხი და ლოგარითმი (ნებისმიერი ფუძით).
7. ძირითადი ლოგარითმული იგივეობა.
8. ნამრავლის, შეფარდების და ხარისხის ლოგარითმი.
9. ნაშთების არითმეტიკის ელემენტები.
10. უსასრულოდ დიდი და უსასრულოდ მცირე სიდიდეები და მათზე მოქმედებები მიმდევრობების და ფუნქციების კონტექსტში.
11. ტრიგონომეტრიული, უბან-უბან წრფივი, საფეხურებრივი, მაჩვენებლიანი, ლოგარითმული ფუნქციები: განსაზღვრის არე და მნიშვნელობათა სიმრავლე; ნულები, მაქსიმუმები და მინიმუმები; ზრდადობის/კლებადობის და ნიშანმუდმივობის შუალედები.
12. ფუნქციის პერიოდულობა და პერიოდი.

13. ფუნქციის გრაფიკის გეომეტრიული თვისებები.
14. ძირითადი დამოკიდებულებები ერთი და იგივე არგუმენტის ტრიგონომეტრიულ ფუნქციებს შორის.
15. დაყვანის ფორმულები.
16. მაჩვენებლიანი განტოლებები და უტოლობები და მაჩვენებლიანი განტოლებების და უტოლობების ამოხსნა.
17. ლოგარითმული განტოლებები და უტოლობები: მუდმივფუძიანი ლოგარითმული განტოლებების და უტოლობების ამოხსნა.
18. წრფივი ოპტიმიზაციის ამოცანები სიბრტყეზე.
19. მათემატიკური ინდუქცია და მისი გამოყენება რეკურენტული წესით მოცემული რიცხვითი მიმდევრობის ზოგადი წევრის ფორმულის მისაღებად (მაგალითად: არითმეტიკული/გეომეტრიული პროგრესია, ფიბონაჩის მიმდევრობა).
20. წრფეებს შორის, წრფესა და სიბრტყეს შორის, სიბრტყეებს შორის მიმართებები სივრცეში.
21. წერტილის, წრფის, მონაკვეთის ორთოგონალური დაგეგმილება სიბრტყეზე.
22. მანძილი წერტილიდან სიბრტყემდე.
23. წრფისა და სიბრტყის ურთიერთმართობულობა და ურთიერთმართობულობის ნიშანი.
24. წრფისა და სიბრტყის პარალელობა და პარალელობის ნიშანი.
25. სიბრტყეთა პარალელობა და პარალელობის ნიშანი.
26. კუთხე სიბრტყეებს შორის.
27. სიბრტყეთა ურთიერთმართობულობა და ურთიერთმართობულობის ნიშანი.
28. კუთხე წრფესა და სიბრტყეს შორის.
29. ორწახნაგა კუთხე და მისი ზომა.
30. სიბრტყისადმი მართობი და დახრილი.
31. თეორემა სამი მართობის შესახებ.
32. ცილინდრი და მისი ელემენტები: რადიუსი, მსახველი, ფუძე, სიმაღლე, ცილინდრის ღერძი.
33. ცილინდრის ღერძული კვეთა.
34. კონუსი და მისი ელემენტები: წვერო, ფუძე, მსახველი, სიმაღლე.
35. კონუსის ღერძული კვეთა.
36. ბირთვი, სფერო და მათი ელემენტები: ცენტრი, რადიუსი, დიამეტრი.
37. ბირთვის კვეთა სიბრტყით.
38. ვექტორები და მათზე მოქმედებები: შეკრება, სკალარზე გამრავლება, სკალარული ნამრავლი.
39. კუთხე ორ ვექტორს შორის; ვექტორის სიგრძე.
40. ვექტორებისა და ვექტორული ოპერაციების გამოსახვა კოორდინატებში.
41. გეომეტრიული გარდაქმნები სიბრტყეზე: გადაადგილებები და მსგავსების გარდაქმნები.
42. ფიგურის (მრავალკუთხედის, წრის) ინვარიანტები გეომეტრიული გარდაქმნის მიმართ.
43. სივრცული ფიგურის კვეთები და გეგმილები.
44. მონაცემთა შეგროვების საშუალებანი: კითხვარის/ანკეტის შედგენა და რესპონდენტთა გამოკითხვა (წარმომადგენლობითი ჯგუფის შერჩევის გარეშე).



45. მონაცემთა კლასიფიკაცია და ორგანიზაცია: რაოდენობრივ მონაცემთა დაჯგუფება სასრული რაოდენობის ინტერვალთა კლასებად.
46. მონაცემთა მოწესრიგებული ერთობლიობების რაოდენობრივი და თვისობრივი ნიშნები: ტიპური და გამორჩეული (მაგალითად, ექსტრემალური, იშვიათი) მონაცემები; სიხშირეთა განაწილება; დაგროვილი სიხშირე, დაგროვილი ფარდობითი სიხშირე; მონაცემთა პოზიციის მახასიათებელი - რანგი.
47. მონაცემთა წარმოდგენის საშუალებანი თვისობრივი და რაოდენობრივი მონაცემებისთვის: დიაგრამის ნაირსახეობანი (ფოთლებიანი ღეროების მსგავსი დიაგრამები, ჰისტოგრამა, სიხშირული პოლიგონი, ოკივა, დაგროვილ ფარდობით სიხშირეთა დიაგრამა).
48. შემაჯამებელი რიცხვითი მახასიათებლები თვისობრივი და დაუჯგუფებელი რაოდენობრივი მონაცემებისთვის: მონაცემთა გაფანტულობის საზომები (სტანდარტული გადახრა).

ალბათობა: ოპერაციები ხდომილობებზე (ხდომილობათა გაერთიანება, თანაკვეთა); დამოუკიდებელ ხდომილებათა ალბათობების გამოთვლა ჯამის ალბათობისა და კომბინატორული ანალიზის გამოყენებით; გეომეტრიული ალბათობა მონაკვეთზე და ბრტყელ ფიგურაზე.

## XI კლასი

### მათემატიკა

#### (გადლიერებული)

### სტანდარტი

წლის ბოლოს მისაღწევი შედეგები მიმართულებების მიხედვით:

რიცხვები და მოქმედებები	კანონზომიერებები და ალგებრა	გეომეტრია და სივრცის აღქმა	მონაცემთა ანალიზი, ალბათობა და სტატისტიკა
მათ. გად. XI.1. მოსწავლეს შეუძლია რიცხვთა პოზიციური სისტემების/ნამდვილ რიცხვთა სიმრავლეების ერთმანეთთან	მათ. გად. XI.4. მოსწავლეს შეუძლია ფუნქციებსა და მათი თვისებების გამოყენება რეალური ვითარების მოდელირებისას.	მათ. გად. XI.7. მოსწავლეს შეუძლია ვექტორებზე ოპერაციების შესრულება და მათი გამოყენება გეომეტრიული და საბუნებისმეტყველო პრობლემების	მათ. გად. XI.11. მოსწავლეს შეუძლია დასმული ამოცანის ამოსახსნელად საჭირო მონაცემების

<p>დაკავშირება.</p> <p><b>მათ. გად. XI.2.</b> მოსწავლეს შეუძლია ნამდვილ რიცხვებზე მოქმედებების შესრულება სხვადასხვა ხერხით და ამ მოქმედებათა შედეგის შეფასება.</p> <p><b>მათ. გად. XI.3.</b> მოსწავლეს შეუძლია პრაქტიკული საქმიანობიდან მომდინარე პრობლემების გადაწყვეტა.</p>	<p><b>მათ. გად. XI.5.</b> მოსწავლეს შეუძლია გრაფიკული, ალგებრული მეთოდებისა და ტექნოლოგიების გამოყენება ფუნქციის/ფუნქციათა ოჯახის თვისებების შესასწავლად.</p> <p><b>მათ. გად. XI.6.</b> მოსწავლეს შეუძლია დისკრეტული მათემატიკის ცნებებისა და აპარატის გამოყენება მოდელირებისას და პრობლემების გადაჭრისას.</p>	<p>გადაჭრისას.</p> <p><b>მათ. გად. XI.8.</b> მოსწავლეს შეუძლია დედუქციურ/ინდუქციური მსჯელობის და ალგებრული ტექნიკის გამოყენება გეომეტრიულ დებულებათა დასამტკიცებლად.</p> <p><b>მათ. გად. XI.9.</b> მოსწავლეს შეუძლია გეომეტრიული გარდაქმნების დახასიათება და მათი გამოყენება გეომეტრიული პრობლემების გადაჭრისას.</p> <p><b>მათ. გად. XI.10.</b> მოსწავლეს შეუძლია სივრცული ფიგურის კვეთებისა და გეგმილების გამოყენება სივრცული ფიგურის შესასწავლად.</p>	<p>მოპოვება.</p> <p><b>მათ. გად. XI.12.</b> მოსწავლეს შეუძლია მონაცემთა წარმოდგენა ამოცანის ამოსახსნელად ხელსაყრელი ფორმით და მათი ინტერპრეტაცია.</p> <p><b>მათ. გად. XI.13.</b> მოსწავლეს შეუძლია შემთხვევითობის ალბათური მოდელების საშუალებით აღწერა.</p> <p><b>მათ. გად. XI.14.</b> მოსწავლეს შეუძლია მონაცემთა ანალიზი და დასკვნების ჩამოყალიბება.</p>
---	--	---	--

წლის ბოლოს მისაღწევი შედეგები და მათი ინდიკატორები

**მიმართულება: რიცხვები და მოქმედებები**

**მათ. გად. XI.1.** მოსწავლეს შეუძლია რიცხვთა პოზიციური სისტემების/ნამდვილ რიცხვთა სიმრავლეების ერთმანეთთან დაკავშირება.

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ადარებს სხვადასხვა პოზიციურ სისტემებს ერთმანეთს; მსჯელობს თითოეულის უპირატესობაზე რიცხვების ჩაწერისას;
- მოყავს ინფორმაციის ციფრული კოდირების/ტექნოლოგიების მაგალითები; აკავშირებს რიცხვის სხვადასხვა პოზიციურ სისტემაში ჩაწერას ერთმანეთთან;
- ახდენს ირაციონალური რიცხვის რაციონალური რიცხვების მიმდევრობით მიახლოების დემონსტრირებას პრაქტიკულ ამოცანებთან დაკავშირებული გამოთვლების კონტექსტში (მაგალითად, ნეპერის რიცხვი -  $e$ ).

### მათ. გად. XI.2. მოსწავლეს შეუძლია ნამდვილ რიცხვებზე მოქმედებების შესრულება სხვადასხვა ხერხით და ამ მოქმედებათა შედეგის შეფასება.

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ამარტივებს ნამდვილ რიცხვებზე მოქმედებების (მათ შორის ხარისხისა და ლოგარითმის) შემცველ გამოსახულებას ან პოულობს მის მნიშვნელობას მოქმედებათა თვისებების, თანმიმდევრობისა და მათ შორის კავშირის გამოყენებით;
- პოულობს არითმეტიკული მოქმედების შედეგს დასახელებული სიზუსტით; მსჯელობს მოქმედების წევრების (ნამდვილი რიცხვების) დამრგვალებით შედეგის ცვლილებაზე ან ცდომილების სიზუსტეზე;
- ამოცანის კონტექსტის გათვალისწინებით ირჩევს რა უფრო მიზანშეწონილია მოქმედებათა შედეგის შეფასება, მისი მიახლოებითი, თუ ზუსტი მნიშვნელობის პოვნა;
- იყენებს შეფასებას ნამდვილი რიცხვებზე შესრულებული გამოთვლების (მათ შორის ფესვი და ლოგარითმი მარტივ შემთხვევებში) შედეგის ადეკვატურობის შესამოწმებლად.

### მათ. გად. XI.3. მოსწავლეს შეუძლია პრაქტიკული საქმიანობიდან მომდინარე პრობლემების გადაწყვეტა.

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- იყენებს რიცხვის ხარისხსა და ლოგარითმს, ხარისხისა და ლოგარითმის თვისებებს პრაქტიკული საქმიანობიდან ან მეცნიერების სხვადასხვა დარგებიდან მომდირე ამოცანების ამოხსნისას (მაგალითად, ენტროპია ბიოლოგიასა და ფიზიკაში, რადიოაქტიული დაშლა და დათარიღების მეთოდები);
- განსაზღვრავს და იყენებს შესაფერის ერთეულებს სიდიდის ცვლილების სიჩქარის აღსაწერად; ადგენს სხვადასხვა ერთეულებს შორის თანაფარდობას;
- ასრულებს ინფორმაციის დაშიფვრასთან დაკავშირებულ გამოთვლებს და ახდენს ინფორმაციის გაშიფვრა-წაკითხვას რომელიმე მისთვის ცნობილი ალგორითმის გამოყენებით (მაგალითად,  $f(x) = ax + b \pmod n$  გარდაქმნის შებრუნებული გარდაქმნის, ანუ გაშიფვრის "გასაღების" მოსაძებნად იყენებს ევკლიდეს ალგორითმს; ახდენს ამ პროცედურის დემონსტრირებას კალკულატორის ან კომპიუტერის გამოყენებით).

**მიმართულება: კანონზომიერებები და ალგებრა**

**მათ. გად. XI.4 მოსწავლეს შეუძლია ფუნქციებსა და მათი თვისებების გამოყენება რეალური ვითარების მოდელირებისას.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- იყენებს მაჩვენებლიან და ლოგარითმულ ფუნქციებს და მათ თვისებებს რეალური პროცესების მოდელირებისას;
- ახდენს ფუნქციის ნულების, ფუნქციის მაქსიმუმის/მინიმუმის ინტერპრეტირებას იმ რეალური პროცესის/ვითარების კონტექსტში, რომელიც ამ ფუნქციით აღიწერება;
- იყენებს ფუნქციის თვისებებს (მაგალითად, ექსტრემუმებს და ექსტრემალურ მნიშვნელობებს) ოპტიმიზაციის პრობლემების გადაჭრისას.

**მათ. გად. XI.5 მოსწავლეს შეუძლია გრაფიკული, ალგებრული მეთოდებისა და ტექნოლოგიების გამოყენება ფუნქციის/ფუნქციათა ოჯახის თვისებების შესასწავლად.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- იყენებს ფუნქციის გრაფიკის გეომეტრიულ ნიშნებს (საკოორდინატო ღერძის პარალელური წრფის მიმართ სიმეტრიულობა, კოორდინატთა სათავის მიმართ ცენტრულად სიმეტრიულობა, პარალელური გადატანის მიმართ სიმეტრიულობა);
- იყენებს შესაფერის გრაფიკულ, ალგებრულ და ანალიზურ (მაგალითად, ფუნქციის წარმოებულს) მეთოდებს და ტექნოლოგიებს ფუნქციის ისეთი თვისებების დასადგენად, როგორცაა: ზრდადობა/კლებადობა, ნიშანმუდმივობა, პერიოდულობა/პერიოდი, ფესვები, ექსტრემუმები, ფუნქციის ზღვარი. ფუნქციის უწყვეტობა, ასიმპტოტები;
- დაადგენს და აღწერს თუ რა გავლენას ახდენს ფუნქციის პარამეტრების ცვლილება ფუნქციის თვისებებზე;
- აღწერს და ადარებს ფუნქციათა სხვადასხვა ოჯახებს ისეთი თვისებების მიხედვით, როგორცაა მათი გრაფიკის ფორმა, ფესვების/ ექსტრემუმების შესაძლო რაოდენობა, განსაზღვრის არე, მნიშვნელობათა სიმრავლე, ასიმპტოტები;
- აკავშირებს ფუნქციის ინტეგრალს და მრუდწირული ფიგურის ფართობს ერთმანეთთან.

**მათ. გად. XI.6 მოსწავლეს შეუძლია დისკრეტული მათემატიკის ცნებებისა და აპარატის გამოყენება მოდელირებისას და პრობლემების გადაჭრისას.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ასახელებს ისეთ სტრუქტურებს (მაგალითად, მიმდევრობებს, ასახვებს; მათ შორის რეალურ ვითარებაში), რომელთა აღწერისას შესაძლებელია რეკურსიის გამოყენება; იყენებს რეკურენტულ წესს ასეთი სტრუქტურის აღსაწერად;
- დებულებების დამტკიცებისას, შესაბამის შემთხვევებში, იყენებს მათემატიკურ ინდუქციას (მათ შორის არითმეტიკულ/გეომეტრიულ პროგრესიასთან დაკავშირებული ზოგიერთი ფორმულის მისაღებად);
- იყენებს ხისებრ დიაგრამებს ან/და გრაფებს ვარიანტების დასათვლელად, გეგმის/განრიგის შესადგენად, ოპტიმიზაციის სასრული ამოცანების ამოსახსნელად (რომელიმე ალგორითმის გამოყენებით).

### მიმართულება: გეომეტრია და სივრცის აღქმა

**მათ. გად. XI.7 მოსწავლეს შეუძლია ვექტორებზე ოპერაციების შესრულება და მათი გამოყენება გეომეტრიული და საზუნებისმეტყველო პრობლემების გადაჭრისას.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ახდენს ვექტორის სიგრძისა და მიმართულების, ვექტორებზე ოპერაციების (შეკრება, სკალარზე გამრავლება, სკალარული/ვექტორული ნამრავლი) და მათი თვისებების გეომეტრიულ და ფიზიკურ ინტერპრეტაციას;
- იყენებს ვექტორებს გეომეტრიული დებულებების დასამტკიცებლად და ზომების დასადგენად სიბრტყეზე;
- იყენებს დეკარტეს კოორდინატებს ვექტორებისა და ვექტორებზე ოპერაციების გამოსახვისას.

**მათ. გად. XI.8 მოსწავლეს შეუძლია დედუქციურ/ინდუქციური მსჯელობის და ალგებრული ტექნიკის გამოყენება გეომეტრიულ დებულებათა დასამტკიცებლად.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- პოულობს ლოგიკურ კავშირებს (მაგალითად, 'გამომდინარეობს') მოცემულ გეომეტრიულ დებულებებს შორის; იყენებს დედუქციურ და ინდუქციურ მსჯელობას ;
- განაზოგადებს ცალკეულ გეომეტრიულ დებულებებს; აყალიბებს ჰიპოთეზას და ასაბუთებს/უარყოფს მას (მათ შორის მათემატიკური ინდუქციის გამოყენებით; მაგალითად, ეილერის ფორმულა სიბრტყეზე და სივრცეში);
- იყენებს ალგებრულ გარდაქმნებს გეომეტრიულ დებულებათა დასამტკიცებლად.

**მათ. გად. XI.9 მოსწავლეს შეუძლია გეომეტრიული გარდაქმნების დახასიათება და მათი გამოყენება გეომეტრიული პრობლემების გადაჭრისას.**



შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ასახელებს გეომეტრიული ფიგურის იმ მახასიათებლებს, რომლებიც არ იცვლება მოცემული გეომეტრიული გარდაქმნისას (გარდაქმნის ინვარიანტებს);
- ფიგურების შესახებ სხვადასხვა მონაცემების (მაგალითად, ფიგურათა ზომები, ფიგურათა წვეროების კოორდინატები, ფიგურათა ელემენტებს შორის ალგებრული თანაფარდობები) გამოყენებით ასაბუთებს ან უარყოფს ორი გეომეტრიული ფიგურის ეკვივალენტობას მოცემული გარდაქმნის ან გარდაქმნის ტიპის მიმართ;
- ფიგურის გეომეტრიულ გარდაქმნას სიბრტყეზე გამოსახავს დეკარტეს კოორდინატების საშუალებით;
- ასახელებს კოორდინატებში მოცემული გეომეტრიული გარდაქმნის შესაძლო ტიპს (პარალელური გადატანა, მობრუნება, ჰომოთეტია, ღერძული სიმეტრია).

**მათ. გად. XI.10 მოსწავლეს შეუძლია სივრცული ფიგურის კვეთებისა და გეგმილების გამოყენება სივრცული ფიგურის შესასწავლად.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- მსჯელობს სივრცული ფიგურის კვეთის შესაძლო ფორმაზე და აგებს სივრცული ფიგურის მითითებულ კვეთას;
- პოულობს ფიგურის გეგმილს მითითებული პარალელური დაგეგმილებისას;
- მსჯელობს სივრცული ფიგურის შესაძლო ფორმაზე მისი კვეთის/კვეთების მიხედვით;
- მსჯელობს ფიგურის შესაძლო ფორმაზე მისი ანასახის მიხედვით პარალელური დაგეგმილებისას;
- ამოიცნობს და აღწერს წრფის გარშემო მრავალკუთხედის ბრუნვის შედეგად მიღებული სივრცული ფიგურის ფორმას.

**მიმართულება: მონაცემთა ანალიზი, ალბათობა და სტატისტიკა**

**მათ. გად. XI.11 მოსწავლეს შეუძლია დასმული ამოცანის ამოსახსნელად საჭირო მონაცემების მოპოვება.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ირჩევს და იყენებს მონაცემთა შეგროვების შესაფერის საშუალებას (დაკვირვება, გაზომვა, მითითებულ რესპონდენტთა ჯგუფის გამოკითხვა მზა ანკეტი/კითხვარით, მონაცემთა მოპოვება მონაცემთა სხვადასხვა წყაროებიდან), ასაბუთებს თავის არჩევანს;
- განსაზღვრავს რესპონდენტებს, ირჩევს კითხვების დასმის შესაფერის ფორმას (ღია კითხვები, დახურული კითხვები, უჯრედის მონიშვნა, სკალაზე მონიშვნა), ქმნის მარტივ კითხვარს და იყენებს მას მონაცემთა შესაგროვებლად;
- წარმოადგენს საკითხის შესასწავლად შესაფერისი ექსპერიმენტის გეგმას, ატარებს ექსპერიმენტს და აგროვებს მონაცემებს.

**მათ. გად. XI.12 მოსწავლეს შეუძლია მონაცემთა წარმოდგენა ამოცანის ამოსახსნელად ხელსაყრელი ფორმით და მათი ინტერპრეტაცია.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ირჩევს მონაცემთა წარმოდგენის შესაფერის გრაფიკულ ფორმებს, ასაბუთებს თავის არჩევანს, აგებს და განმარტავს ცხრილებს/დიაგრამებს (მათ შორის ინტერვალთა კლასებად დაჯგუფებული მონაცემებისათვის);
- ადგენს სიხშირეთა განაწილებას, წარმოადგენს მას გრაფიკული ფორმით და აღწერს მას სიმეტრიულობის, მოდების რაოდენობის, გამლილობის ან სხვა ნიშნების საშუალებით;
- ერთი გრაფიკული ფორმით წარმოდგენილ მონაცემებს წარმოადგენს განსხვავებული გრაფიკული ფორმით და წარმოაჩენს თითოეული ფორმის ხელსაყრელ და არახელსაყრელ მხარეებს;
- ამოიცნობს დიაგრამის მცდარ ინტერპრეტაციებს ან არაკორექტულად აგებულ/გაფორმებულ დიაგრამებს, განმარტავს და ასწორებს ნაკლს.

**მათ. გად. XI.13 მოსწავლეს შეუძლია შემთხვევითობის ალბათური მოდელების საშუალებით აღწერა.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- აღწერს შემთხვევითი ექსპერიმენტის ელემენტარულ ხდომილობათა სივრცეს, ითვლის დამოუკიდებელ ხდომილობათა ალბათობებს (მათ შორის ჯამის ალბათობის ფორმულების გამოყენებით);
- ითვლის რთულ ხდომილობათა ალბათობებს კომბინატორული ანალიზის გამოყენებით;
- შემთხვევითი ექსპერიმენტის ჩასატარებლად ერთ მოწყობილობას ცვლის მისი ეკვივალენტური სხვა მოწყობილობით და ასაბუთებს არჩევანს.

**მათ. გად. XI.14 მოსწავლეს შეუძლია მონაცემთა ანალიზი და დასკვნების ჩამოყალიბება.**

შედეგი თვალსაჩინოა, თუ მოსწავლე:

- ითვლის და იყენებს შემაჯამებელ რიცხვით მახასიათებლებს დაუჯგუფებელ მონაცემთა ერთობლიობების დასახასიათებლად/შესადარებლად და მოსაზრებათა/არგუმენტების შესაფასებლად;
- განსაზღვრავს მოდალურ კლასს და აფასებს საშუალოს, მედიანას და დიაპაზონს დაჯგუფებულ მონაცემთა სიმრავლისთვის, ითვლისწინებს მათ რეალურ ვითარებაში გადაწყვეტილების მიღებისას;
- გამოთქვამს ვარაუდს ხდომილობის მოსალოდნელობის შესახებ მონაცემთა საფუძველზე (მაგალითად, ფარდობითი სიხშირის მიხედვით) და ასაბუთებს ვარაუდის მართლობიერებას.

## პროგრამის შინაარსი

1. **სიმრავლე. სიმრავლეებს შორის მიმართებები. მოქმედებები სიმრავლეებზე.**  
სიმრავლეთა დეკარტული ნამრავლი. ეკვივალენტობის და დალაგების ბინარული მიმართებები სიმრავლეზე.
2. **რიცხვის ლოგარითმი.** ძირითადი ლოგარითმული იგივეობა, ლოგარითმის თვისებები. ნატურალური ლოგარითმი;
3. **ფუნქცია. ფუნქციის გრაფიკი.**  
მაჩვენებლიანი, ლოგარითმული ფუნქციები, მათი თვისებები და გრაფიკები; კავშირი ნატურალურ ლოგარითმსა და ნეპერის რიცხვს შორის.
4. **ფუნქციის ზღვარი. ფუნქციის უწყვეტობა.**  
ფუნქციის ზღვარი წერტილში. წერტილში ფუნქციის ზღვრის არითმეტიკული თვისებები, ფუნქციის უწყვეტობა წერტილში. უწყვეტი ფუნქციის ცნება. ძირითად ელემენტარულ ფუნქციათა უწყვეტობა, სეგმენტზე განსაზღვრულ უწყვეტ ფუნქციათა გლობალური თვისებები: ბოლცანო-კოშის თეორემა შუალედური მნიშვნელობის შესახებ; ვაიერშტრასის თეორემა მაქსიმალური და მინიმალური მნიშვნელობების მიღწევადობის შესახებ;
5. **ფუნქციის წარმოებული.**  
ფუნქციის წარმოებული წერტილში. მისი გეომეტრიული და ფიზიკური შინაარსი. არითმეტიკული ოპერაციები ფუნქციებზე და წარმოებული. ფუნქციათა კომპოზიციის წარმოებული. შექცეული ფუნქციის წარმოებული, ელემენტარულ ფუნქციათა წარმოებულები. წარმოებადი ფუნქციის გრაფიკის, წერტილში მხები წრფის განტოლება. ფერმას თეორემა;
6. **ფუნქციის გამოკვლევა წარმოებულის გამოყენებით.**  
ფუნქციის მონოტონურობის შუალედების დადგენა.  
  
ფუნქციის გამოკვლევა ლოკალურ ექსტრემუმზე. სეგმენტზე განსაზღვრული წარმოებადი ფუნქციის უდიდესი და უმცირესი მნიშვნელობის მოძებნა.  
  
ფუნქციის ასიმპტოტების მოძებნა. ფუნქციის გრაფიკის სქემატური გამოსახვა მართკუთხა საკოორდინატო სისტემაში;
7. **განტოლება, უტოლობები, განტოლებათა და უტოლობათა სისტემები.**  
მაჩვენებლიანი, ლოგარითმული, ირაციონალური, მოდულის შემცველი განტოლებები და უტოლობები. ტოლფასი განტოლებები და განტოლებათა სისტემები. პარამეტრის შემცველი განტოლებები და განტოლებათა სისტემები.

წრფივ ორუცნობიან უტოლობათა სისტემა, მის ამონახსნთა სიმრავლის გამოსახვა საკოორდინატო სიბრტყეზე. წრფივი დაპროგრამების ამოცანა (გეომეტრიული ამოხსნა); პრობლემების გადაჭრა განტოლებისა და განტოლებათა სისტემის გამოყენებით. ტექსტური ამოცანების ამოხსნა განტოლებისა და განტოლებათა სისტემის გამოყენებით. პრობლემის ადეკვატური მოდელის შედგენა განტოლების ან განტოლებათა სისტემის გამოყენებით;

#### 8. რიცხვითი მიმდევრობები, მიმდევრობის $n$ -ური წევრის ფორმულის მიხედვით მიმდევრობის წევრების პოვნა.

რიცხვითი მიმდევრობის კრებადობა. კრებად მიმდევრობათა არითმეტიკული თვისებები. უსასრულოდ მცირე და უსასრულოდ დიდი მიმდევრობები.

მიმდევრობის სახეები: მონოტონური, ზრდადი, კლებადი, სტაციონარული.

თეორემა ზრდადი (კლებადი), ზემოდან (ქვემოდან) შემოსაზღვრული მიმდევრობის კრებადობის შესახებ. ნეპერის რიცხვი. უსასრულოდ კლებადი გეომეტრიული პროგრესიის კრებადობა (ჯამის გამოსათვლელი ფორმულა).

#### 9. ინტეგრება.

ფუნქციის პირველადი და განუსაზღვრელი ინტეგრალი. ძირითად ელემენტარულ ფუნქციათა განუსაზღვრელი ინტეგრალები.

რიმანის განსაზღვრული ინტეგრალი. მისი გეომეტრიული შინაარსი.

ნიუტონ-ლაიბნიცის ფორმულა. მრუდწირული ტრაპეციის ფართობის გამოთვლა განსაზღვრული ინტეგრალის გამოყენებით.

წარმოებულისა და ინტეგრალის ფიზიკური შინაარსი (მაგალითად, სიჩქარე, გავლილი მანძილი, სიმძლავრე, მუშაობა).

#### 10. ბრუნვითი სხეულები.

ცილინდრი. მისი ელემენტები. ცილინდრის ღერძული კვეთა.

კონუსი, მისი ელემენტები. კონუსის ღერძული კვეთა. წაკვეთილი კონუსი.

ბირთვი, სფერო. მათი ელემენტები. ბირთვის კვეთა სიბრტყით. სფეროს მხები სიბრტყე.

წრფის გარშემო მრავალკუთხედის ბრუნვის შედეგად მიღებული ფიგურები;

#### 11. სხეულის მოცულობა და ზედაპირის ფართობი.

სივრცითი სხეულის მოცულობა და მისი თვისებები, კუბის, პარალელეპიპედის, პრიზმის გვერდითი და სრული ზედაპირის ფართობებისა და მოცულობების გამოთვლა.

პირამიდის, ცილინდრის, კონუსის, წაკვეთილი პირამიდის და წაკვეთილი კონუსის

გვერდითი და სრული ზედაპირის ფართობთა და მოცულობათა გამოთვლა.

ბირთვის ზედაპირის ფართობისა და მოცულობის გამოსათვლელი ფორმულები;

**12. ცილინდრის და კონუსის შლილები და კვეთები.**

ამ სხეულების აღდგენა მათი შლილების საშუალებით, ამ სხეულების კვეთების აგება;

**13. გეომეტრიული გარდაქმნები სივრცეში.**

ღერძული და ცენტრული სიმეტრიები. სიმეტრია სიბრტყის მიმართ. პარალელური გადატანა. ჰომოთეტია. მობრუნება წრფის მიმართ. მსგავსების გარდაქმნა.

გეომეტრიული გარდაქმნების (ღერძული და ცენტრული სიმეტრია, სიმეტრია სიბრტყის მიმართ, პარალელური გადატანა, ჰომოთეტია) გამოსახვა კოორდინატებში.

კუბის, პარალელეპიპედის, წესიერი პრიზმის, წესიერი პირამიდის, კონუსის, სფეროს და ბირთვის სიმეტრიები;

**14. ანალიზური გეომეტრიის ელემენტები სიბრტყეზე.**

წრფეთა კონის განტოლება, კუთხე ორ წრფეს შორის. წრფეთა არალელორობის და მართობულობის პირობები. მანძილი წერტილიდან წრფემდე.

ელიფსი, ჰიპერბოლა და პარაბოლა. მათი კანონიკური განტოლებები. ფოკუსები, ნახევარღერძები, ექსცენტრისიტეტი, დირექტრისა;

**15. მონაცემთა შეგროვების საშუალებანი:**

კითხვარის/ანკეტის შედგენა და რესპონდენტთა გამოკითხვა (წარმომადგენლობითი ჯგუფის შერჩევის გარეშე)

**16. მონაცემთა კლასიფიკაცია და ორგანიზაცია:**

რაოდენობრივ მონაცემთა დაჯგუფება სასრული რაოდენობის ინტერვალთა კლასებად

**17. მონაცემთა მოწესრიგებული ერთობლიობების რაოდენობრივი და თვისობრივი ნიშნები:**

ტიპური და გამორჩეული (მაგალითად, ექსტრემალური, იშვიათი) მონაცემები

სიხშირეთა განაწილება

დაგროვილი სიხშირე, დაგროვილი ფარდობითი სიხშირე

მონაცემთა პოზიციის მახასიათებელი - რანგი.

**18. მონაცემთა წარმოდგენის საშუალებანი თვისობრივი და რაოდენობრივი მონაცემებისთვის:**

დიაგრამის ნაირსახეობანი (ფოთლებიანი ღეროების მსგავსი დიაგრამები,

ჰისტოგრამა, სიხშირული პოლიგონი, ოგივა, დაგროვილ ფარდობით სიხშირეთა დიაგრამა)



**19. შემაჯამებელი რიცხვითი მახასიათებლები თვისობრივი და დაუჯგუფებელი რაოდენობრივი მონაცემებისთვის:**

მონაცემთა გაფანტულობის საზომები (სტანდარტული გადახრა)

**20. ალბათობა:**

ოპერაციები ხდომილობებზე (ხდომილობათა გაერთიანება, თანაკვეთა)

დამოუკიდებელ ხდომილებათა ალბათობების გამოთვლა ჯამის ალბათობისა და კომბინატორული ანალიზის გამოყენებით

გეომეტრიული ალბათობა მონაკვეთზე და ბრტყელ ფიგურაზე