

**სამაგისტრო პროგრამის დასახელება:** გამოყენებითი მათემატიკა, Applied Mathematics  
**მისანიჭებელი აკადემიური ხარისხი:** მეცნიერებათა მაგისტრი გამოყენებით მათემატიკაში,  
MSc in Applied Mathematics

**სამაგისტრო პროგრამის ხელმძღვანელები:**

სრული პროფესორი რ. ბოჭორიშვილი,  
ემერიტუსი პროფესორი დ. გორდეზიანი  
ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, სრული პროფესორი გ. ჯაიანი

**სამაგისტრო პროგრამაზე მიღების წინაპირობები**

ბაკალავრის აკადემიური ხარისხი მათემატიკის, სტატისტიკის, გამოყენებითი მათემატიკის, გამოთვლითი მათემატიკისა და ინფორმატიკის, კომპიუტერული მეცნიერებების, ფიზიკის ან სხვა მონათესავე დარგის სპეციალობით;

**სამაგისტრო პროგრამის საკვალიფიკაციო დახასიათება**

**მიზანი:**

- მაგისტრს მისცეს თანამედროვე მიღწევათა შესაბამისი საფუძვლიანი განათლება გამოყენებით მათემატიკაში;
- მაგისტრს განუვითაროს სამეცნიერო კვლევისა და პრაქტიკული ამოცანების გადაწყვეტის მათემატიკური მოდელირების, კომპიუტერული ტექნიკისა და ტექნოლოგიების გამოყენების უნარ-ჩვევები.

**შედეგი:**

- მაგისტრს ექნება საფუძვლიანი და ღრმა ცოდნა პროგრამით გათვალისწინებულ ყველა ძირითად საგანში და უნდა შეეძლოს სპეციალიზაციის შესაბამისი დარგის მიმართულებით სამეცნიერო ლიტერატურის წაკითხვა და გარჩევა;
- მაგისტრს შეეძლება მათემატიკური შედეგების ლოგიკურად გამართული სახით ჩამოყალიბება ზეპირი და წერილობითი ფორმით;
- მაგისტრს შეეძლება მეცნიერული კვლევის წარმოება შესაბამისი მიმართულებით;
- მონაცემების დამუშავება, ანალიზი, მათ საფუძველზე მათემატიკური მოდელირებისათვის მონაცემთა მომზადება, მოდელების აგება-გამოკვლევა, შესაბამისი რიცხვითი ალგორითმების შედგენა, მათი საშუალებით კომპიუტერზე გამოთვლითი ექსპერიმენტის და სიმულაციის სწორად დაგეგმვა-ჩატარება, შესასწავლი მოვლენის ან პროცესის ანალიზისა და შემდგომი მართვის მიზნით;
- მაგისტრს შეეძლება გამოყენებითი მათემატიკის, კერძოდ, გამოთვლითი მათემატიკის, მათემატიკური მოდელირების, უწყვეტ გარემოთა მექანიკის მათემატიკური მეთოდების და ფინანსური მათემატიკის თანამედროვე მიღწევების ქმედითი გამოყენება შესაბამის სფეროებში;
- მაგისტრს შეეძლება ცალკეულ ფიზიკური, მექანიკური, ეკონომიკური, სოციოლოგიური, ბიოლოგიური და ეკოლოგიურ პროცესების მიმდინარეობის პროგნოზი, რისკების მართვა და შესაბამისი სტრატეგიის განსაზღვრა;
- მაგისტრს გამოუმუშავდება სხვადასხვა სახის ინფორმაციული ნაკადის სისტემატიზაციის, ანალიზის და ადეკვატური დასკვნების გაკეთების უნარ-ჩვევები.

**დასაქმების სფეროები:**

განათლება, მეცნიერული კვლევა, მრეწველობა, ეკონომიკა, ეკოლოგიური უსაფრთხოების უზრუნველმყოფელი სტრუქტურები, სადაზღვევო და ფინანსური სტრუქტურები, საინვესტიციო ბანკები, სააქციო საზოგადოებების რისკის მართვის განყოფილებები, ბანკების ანალიტიკური ჯგუფები, სადაზღვევო კომპანიები, საფონდო ბირჟები, ფონდების მართვის ინსტიტუტები, საბროკერო ფირმები და სავაჭრო კომპანიები, მრეწველობა, ბიზნესი, სახელმწიფო სტრუქტურები.

№	სასწავლო კურსის დასახელება	სასწავლო კურსის სტატუსი: სავალდებულო, არჩევითი	საკონტაქტო/დამოუკიდებელი მუშაობის საათების რაოდენობა	ლექტორი/ლექტორები	კრედიტების საერთო რაოდენობა	კრედიტების განაწილება				
						სემესტრები				
						I	II	III	IV	
<b>საერთო საგნები</b>										
1	ფუნქციათა თეორია და ფუნქციონალური ანალიზი I	სავალდებულო	45/80	უ. გოგინავა	5	5				
2	ალბათობის თეორია, შემთხვევითი პროცესები	სავალდებულო	45/80	ო. ფურთუხია	5	5				
3	გამოთვლითი მათემატიკისა და მათემატიკური მოდელირების საფუძვლები I	სავალდებულო	45/80	თ. ვაშაყმაძე	5	5				
4	მათემატიკური ლოგიკა	სავალდებულო	45/80	რ. ომანაძე	5	5				
5	ფუნქციონალურ-დიფერენციალური განტოლებები და ოპტიმალური მართვა	სავალდებულო	45/80	თ. თადუმაძე, რ. კოპლატაძე	5		5			
6	ჰომოლოგიური ალგებრა	სავალდებულო	45/80	ხ. ინასარიძე, ა. პაჭკორია	5	5				
7	კერძოწარმოებულნიანი დიფერენციალური განტოლებები და მათი გამოყენებები უწყვეტ გარემოთა მექანიკაში	სავალდებულო	45/80	გ. ჯაიანი, ს. ხარიბეგაშვილი	5	5				
8	სამაგისტრო ნაშრომი	სავალდებულო			30					30
	<b>სულ:</b>				<b>65</b>	<b>30</b>	<b>5</b>	<b>0</b>		<b>30</b>
<b>მოდული 1. ანალიზი</b>										
1	ფუნქციათა თეორია და ფუნქციონალური ანალიზი II	არჩევითი	45/80	უ. გოგინავა	5		5			
2	ვეველეთა თეორიის რჩეული თავები	არჩევითი	45/80	ვ. ბუღაძე	5			5		
3	უოლშის გარდაქმნები და მათი გამოყენება	არჩევითი	45/80	უ. გოგინავა	5			5		
4	სპლინ სისტემები და მათი გამოყენება აპროქსიმაციის თეორიაში	არჩევითი	45/80	თ. კოპალიანი	5			5		
5	ფურიეს ანალიზის რჩეული თავები	არჩევითი	45/80	უ. გოგინავა	5		5			
	<b>სულ:</b>				<b>25</b>		<b>10</b>	<b>15</b>		<b>0</b>
<b>მოდული 2. ალბათობის თეორია და სტატისტიკა</b>										
1	სტატისტიკის არაპარამეტრული მეთოდები	არჩევითი	45/80	ე. ნადარაია, გ. სოხაძე	5		5			
2	სტოქასტური ანალიზი	არჩევითი	45/80	ო. ფურთუხია	5			5		
3	სტოქასტური ფინანსური მათემატიკა	არჩევითი	45/80	ო. ღლონტი	5			5		
4	გამოყენებითი სტატისტიკა	არჩევითი	45/80	გ. სოხაძე,	5			5		

				ზ. ხეჩინაშვილი					
5	აქტუარული მათემატიკა	არჩევითი	45/80	ზ. ციგროშვილი, გ. მირზაშვილი	5		5		
		<b>სულ:</b>			<b>25</b>		<b>10</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
<b>მოდული 3. რიცხვითი ანალიზი და გამოთვლითი ტექნოლოგიები</b>									
1	გამოთვლითი მათემატიკისა და მათემატიკური მოდელების საფუძვლები II	არჩევითი	45/80	თ. ვაშაყმაძე	5		5		
2	გამოყენებითი მათემატიკის კერძოწარმოებულნიანი დიფერენციალური განტოლებების მიახლოებითი ამოხსნის დეკომპოზიციის მეთოდები	არჩევითი	45/80	დ. გორდეზიანი, რ. ბოჭორიშვილი, გ. ავალიშვილი	5			5	
3	შენახვის კანონების ანალიზი და რიცხვითი მეთოდები	არჩევითი	45/80	რ. ბოჭორიშვილი	5			5	
4	<a href="#">მათემატიკური მეთოდები ეკოლოგიაში</a>	არჩევითი	45/80	დ. გორდეზიანი, გ. ავალიშვილი	5			5	
5	გამოთვლითი მეთოდები მყარი დეფორმადი სხეულის მექანიკაში	არჩევითი	45/80	თ. ვაშაყმაძე	5		5		
		<b>სულ:</b>			<b>25</b>		<b>10</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
<b>მოდული 4. მათემატიკური ლოგიკა და დისკრეტული სტრუქტურები</b>									
1	ფაზილოგიკის საფუძვლები გამოყენებითურთ	არჩევითი	45/80	რ. გრიგოლია, ტ. კისილიოვა	5		5		
2	ალგორითმების თეორია I	არჩევითი	45/80	რ. ომანაძე	5			5	
3	მრავალნიშნა ლოგიკების ალგებრული ანალიზი	არჩევითი	45/80	რ. გრიგოლია	5			5	
4	ალგორითმების თეორია II	არჩევითი	45/80	რ. ომანაძე	5			5	
		<b>სულ:</b>			<b>20</b>		<b>5</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
<b>მოდული 5. ალგებრა-გეომეტრია</b>									
1	გეომეტრია და ტოპოლოგია	არჩევითი	45/80	ე. ალშიბაია, მ. შუბლაძე	5		5		
2	წრფივი ალგებრის დამატებითი თავები	არჩევითი	45/80	მ. ამალობელი	5			5	
3	დიფერენციალური ტოპოლოგია	არჩევითი	45/80	მ. შუბლაძე	5			5	
4	რიცხვთა თეორიის გამოყენება კრიპტოგრაფიაში	არჩევითი	45/80	თ. ვეფხვაძე, ქ. შავგულიძე	5			5	
5	ალგებრული ტოპოლოგია	არჩევითი	45/80	მ. ბაკურაძე	5		5		
		<b>სულ:</b>			<b>25</b>		<b>10</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
<b>მოდული 6. დიფერენციალური განტოლებები</b>									
1	ფუნქციონალურ დიფერენციალური განტოლებების ამონახსნების ვარიაციის ფორმულები	არჩევითი	45/80	თ. თადუმაძე	5		5		
2	შტურმის თეორია და სასაზღვრო ამოცანები	არჩევითი	45/80	რ. კოპლატაძე,	5			5	

				გ. კვინიკაძე					
3	გალუას თეორია დიფერენციალური განტოლებებისთვის	არჩევითი	45/80	გ. გიორგაძე	5			5	
4	სასაზღვრო ამოცანები ზოგიერთი კლასის კერძოწარმოებულნიან დიფერენციალურ განტოლებებისთვის	არჩევითი	45/80	ო. ჯოხაძე	5			5	
5	<a href="#">დიფერენციალური ოპერატორები ჰიპერზედაპირებზე და გამოყენებები დრეკადობის თეორიაში 2</a>	არჩევითი	45/80	რ. დუდუჩავა	5		5		
	<b>სულ:</b>				<b>25</b>		<b>10</b>	<b>15</b>	<b>0</b>
<b>მოდული 7. მექანიკა</b>									
1	დრეკადობის მათემატიკური თეორია	არჩევითი	45/80	გ. ჯაიანი, გ. კაპანაძე, ნ. ჩინჩალაძე	5		5		
2	ჰიდროაერომექანიკის ამოცანების მათემატიკური მოდელები	არჩევითი	45/80	ჯ. შარიქაძე, გ. ჯაიანი, ნ. ჩინჩალაძე	5			5	
3	გარსთა თეორია	არჩევითი	45/80	თ. მეუნარგია, გ. ჯაიანი, ნ. ჩინჩალაძე	5			5	
4	წამახვილებული პრიზმული გარსების და ღეროების მათემატიკური თეორია	არჩევითი	45/80	გ. ჯაიანი, დ. ნატროშვილი, ს. ხარიბეგაშვილი, ნ. ჩინჩალაძე	5			5	
5	დრეკად მყარ და თხევად გარემოთა ურთიერთქმედების ამოცანები	არჩევითი	45/80	გ. ჯაიანი, ნ. ჩინჩალაძე	5		5		
	<b>სულ:</b>				<b>25</b>		<b>10</b>	<b>15</b>	<b>0</b>

**შენიშვნა: 1.** სტუდენტისთვის 7-ვე მოდულიდან თითო საგნის არჩევა სავალდებულოა  
**2.** სემესტრში კრედიტების რიცხვი არ უნდა აღემატებოდეს 30 კრედიტს

## მაგისტრატურაში მისაღები გამოცდის პროგრამა – გამოყენებითი მათემატიკა

1. **სიმრავლეთა თეორიის ელემენტები.** (სიმრავლის ცნება. სიმრავლეთა თანაკვეთა, გაერთიანება, სხვაობა. ქვესიმრავლე. დე მორგანის კანონები (დამტკიცებით). დალაგებული წყვილი. სიმრავლეთა დეკარტული ნამრავლი. ბინარული მიმართება: დალაგების მიმართება, ეკვივალენტობის მიმართება. სასრული, თვლადი და არათვლადი სიმრავლეები. სიმძლავრე, სიმძლავრეების შედარება. კანტორ-ბერნშტეინის თეორემა. ნამდვილი რიცხვები. სისრულის აქსიომა. სიმრავლის ზუსტი ზედა და ქვედა საზღვრის ცნება. რიცხვითი კონტინუუმი. [12], [15], [18].)
2. **რიცხვითი მიმდევრობები და მწკრივები.** (რიცხვითი მიმდევრობა. შემოსაზღვრული მიმდევრობები. მიმდევრობის კრებადობა. კრებად მიმდევრობათა ზოგიერთი ზოგადი თვისება (შემოსაზღვრულობა, ზღვრის ერთადერთობა). (დამტკიცებით). რიცხვითი მიმდევრობისათვის ართმეტიკული ოპერაციები და ზღვრული გადასვლები. უტოლობები და ზღვრული გადასვლები (“ორი პოლიციელის” თეორემა) (დამტკიცებით). ფუნდამენტური მიმდევრობა. რიცხვითი მიმდევრობის კრებადობის კოშის კრიტერიუმი. მონოტონური მიმდევრობები და მათი კრებადობა. (დამტკიცებით). რიცხვითი მწკრივი. რიცხვითი მწკრივის კრებადობა. მწკრივის კრებადობის კოშის კრიტერიუმი. (დამტკიცებით). რიცხვითი მწკრივის აბსოლუტური და პირობითი კრებადობა. მწკრივის აბსოლუტური კრებადობის კოშისა და დალამბერის ნიშნები. (დამტკიცებით). მწკრივის კრებადობის ვაიერშტრასის შედარების ნიშანი. (დამტკიცებით).[12], [15], [18].)
3. **ფუნქციის ზღვარი და უწყვეტობა.** (ფუნქცია (ასახვა). ინექციური, სურექციული და ბიექციური ასახვები. ასახვათა კომპოზიცია. ურთიერთშეცვლელი ასახვები. ფუნქციის გრაფიკის ცნება. ფუნქციის ზღვარი წერტილში. ზღვარზე გადასვლა და არითმეტიკული ოპერაციები. (დამტკიცებით). ფუნქციის უწყვეტობა წერტილში. წყვეტის წერტილთა კლასიფიკაცია. სეგმენტზე უწყვეტი ფუნქციის თვისებები: თეორემა შუალედური მნიშვნელობის შესახებ (დამტკიცებით); ვაიერშტრასის თეორემა (დამტკიცებით). თანაბარი უწყვეტობა. კანტორის თეორემა (დამტკიცებით). [12], [15], [18].)

**ფუნქციის წარმოებული.** (წერტილში ფუნქციის წარმოებადობა. ფუნქციის წარმოებული და დიფერენციალი. წარმოებულის გეომეტრიული შინაარსი. არითმეტიკული ოპერაციები და წარმოებადობა. ფუნქციათა კომპოზიციის წარმოებული (დამტკიცებით); შეცვლელი ფუნქციის წარმოებული (დამტკიცებით). ფუნქციის მაღალი რიგის წარმოებულები. [12], [15], [18].)

4. **დიფერენციალური აღრიცხვის ძირითადი დებულებები.** (ფერმას თეორემა (დამტკიცებით). ლაგრანჟის თეორემა სასრული ნაზრდის შესახებ (დამტკიცებით). ფუნქციის მონოტონურობის პირობები. შიდა ექსტრემუმის არსებობის საკმარისი პირობები პირველი რიგის წარმოებულების საშუალებით (დამტკიცებით). [12], [15], [18].)
5. **რიმანის ინტეგრალი.** (განსაზღვრული ინტეგრალის ცნება. რიმანის აზრით ფუნქციის ინტეგრებადობის აუცილებელი პირობა (დამტკიცებით). სეგმენტზე უწყვეტი ფუნქციის ინტეგრებადობა (დამტკიცებით). საშუალო მნიშვნელობის პირველი თეორემა (დამტკიცებით). ნიუტონ -ლაიბნიცის ფორმულა (დამტკიცებით). ფუნქციის პირველადის ცნება და მისი მოძებნის ძირითადი წესები. [12], [15], [18].)
6. **მეტრიკული და ნორმირებული სივრცეები.** მეტრიკული სივრცე. სისრულე. სრული და არასრული სივრცის მაგალითები; თეორემა მეტრიკული სივრცის გასრულების შესახებ. ნორმირებული სივრცე: ნორმა; მაგალითები [20]: ევკლიდური სივრცე; სკალარული ნამრავლი. კოში-ბუნიაკოვსკის უტოლობა (დამტკიცებით) . ორთონორმირებული ბაზისი. ჰილბერტის სივრცე. წრფივი ფუნქციონალი. წრფივი ფუნქციონალის ნორმა. [14],[20].
7. **კომპლექსური რიცხვები.** (კომპლექსური რიცხვი: ნამდვილი და წარმოსახვითი ნაწილი, მოდული და არგუმენტი, ჩაწერის ფორმები. მოქმედებები კომპლექსურ რიცხვებზე, მუავრის ფორმულა. კომპლექსური სიბრტყე. კომპლექსური რიცხვთა მიმდევრობის ზღვარი. [4], [21], [24].)
8. **წრფივი ალგებრა და ანალიზური გეომეტრია.** (ძირითადი ალგებრული სტრუქტურები: ჯგუფი, რგოლი, ველი და მათი თვისებები. ერთგვლადიანი პოლინომთა რგოლი. პოლინომთა გაყოფადობა. ნაშთით გაყოფის ალგორითმი. პოლინომთა უდიდესი საერთო გამყოფი. მატრიცი, კვადრატული მატრიცის დეტერმინანტი,

მისი თვისებები. მოქმედებები მატრიცებზე. კვადრატულ მატრიცთა რგოლი. შებრუნებული მატრიცი, მისი არსებობის პირობა. ვექტორული სივრცე ველის მიმართ, ბაზისი, განზომილება. ვექტორთა სისტემის რანგი. მატრიცის რანგი. დეტერმინანტები და მათი ძირითადი თვისებები. წრფივ განტოლებათა სისტემის თავსებადობის კრიტერიუმი: კრონეკერ-კაპელის თეორემა. ზოგადი ამონახსნი. ამონახსნთა ფუნდამენტური სისტემა. კავშირი ერთგვაროვან და არაერთგვაროვან სისტემებს შორის. ვექტორული სივრცის წრფივი გარდაქმნა და მისი მატრიცი: განსაზღვრება და მაგალითები. თეორემა წრფივი გარდაქმნის არსებობის და ერთადერთობის შესახებ. წრფივი გარდაქმნის მატრიცული ჩაწერა. ოპერაციები წრფივ გარდაქმნებზე. წრფე სივრცეში. წრფისა და სიბრტყის ურთიერთგანლაგება სივრცეში. მეორე რიგის წირთა ორთოგონული კლასიფიკაცია. [7], [8], [9], [13], [16], [19], [22] [25]. )

9. პირველი რიგის  $y' = f(x, y)$  სახის დიფერენციალური განტოლება. (ამონახსნის ცნება, კოშის ამოცანის დასმა და ამონახსნის ამონახსნისა და ერთადერთობის თეორემა [23], [27].)
10. ალბათობის თეორიის და მათემატიკური სტატისტიკის ელემენტები. (ალბათური სივრცე (ზომადი სივრცისა და ალბათობის ცნებები). პირობითი ალბათობა, ხდომილებათა დამოუკიდებლობა. შემთხვევითი სიდიდე და მისი ფუნქციონალური მახასიათებლები: განაწილების კანონი, განაწილების ფუნქცია, განაწილების სიმკვრივე. შემთხვევითი სიდიდის რიცხვითი მახასიათებლები: მათემატიკური ლოდინი, დისპერსია. მათემატიკური სტატისტიკის ძირითადი ცნებები: გენერალური ერთობლიობა, შერჩევა, შერჩევითი საშუალო და დისპერსია, ემპირიული განაწილების ფუნქცია. [10], [17], [26].)
11. რიცხვითი ანალიზის ელემენტები. (წრფივ ალგებრულ განტოლებათა სისტემის ამოხსნის გაუსის მეთოდი, ლაგრანჟის და ნიუტონის საინტერპოლაციო ფორმულები. ეილერის და რუნგე-კუტას მეთოდები პირველი რიგის ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებისათვის.)
12. მათემატიკური ლოგიკის ელემენტები. (პროპოზიციული აღრიცხვის სისრულის თეორემა. პირველი რიგის თეორიის აქსიომები. დედუქციის თეორემა პირველი რიგის თეორიისათვის. გოდელის თეორემა სისრულის შესახებ. ბულის ფუნქციათა წარმოდგენა ცვლადებით. პოსტის თეორემა ბულის ფუნქციათა სისტემის სისრულის შესახებ. [33],[34].)

#### ლიტერატურა:

1. ე.ალშიბაია. დიფერენციალური გეომეტრია. თბილისი, 2001.
2. ა.გაგნიძე. მათემატიკური ფიზიკის განტოლებები. თსუ გამომცემლობა, 2003.
3. თ.გეგელია. მათემატიკური ფიზიკის განტოლებები I. თსუ გამომცემლობა, 1987.
4. დ.კვესელავა. კომპლექსური ცვლადის ფუნქციები. თსუ, 1966.
5. გ.კვინიკაძე. მათემატიკური ფიზიკის ამოცანათა კრებული I. თსუ გამომცემლობა, 1997.
6. გ.კვინიკაძე. მათემატიკური ფიზიკის ამოცანათა კრებული II. თსუ გამომცემლობა, 2001.
7. ა.გ.კუროში. უმაღლესი ალგებრის კურსი. თსუ, თბილისი, 1963.
8. გ.ლომაძე. ლექციები უმაღლეს ალგებრაში. თსუ, თბილისი, 2006.
9. ნ.მუსხელიშვილი. ანალიზური გეომეტრიის კურსი. თბილისი, 1951.
10. ე.ნადარია, რ.აბსავა, მ.ფაცაცია. ალბათობის თეორია, თსუ, 2005.
11. ა.ფილიპოვი. დიფერენციალური განტოლებების ამოცანათა კრებული. თსუ გამომცემლობა, 1989.
12. ი.ქარცივაძე. მათემატიკური ანალიზის კურსი, ტომი I. თსუ, თბილისი, 1981.
13. ა.ჩახტაური. ანალიზური გეომეტრია. თბილისი, 1961.
14. ვლ.ჭელიძე. ნამდვილი ცვლადის ფუნქციათა თეორია. თბილისი, ცოდნა, 1964.
15. ვლ.ჭელიძე, ე.წითლანაძე. მათემატიკური ანალიზის კურსი, ტ. 1. თბილისი, 1975.
16. И.М.Гельфанд. Лекции по линейной алгебре. М., 1998 (an nebismieri wina gamocema).
17. Дунин-Барковский, Н.В.Смирнов. Курс теории вероятностей и математической статистики для технических приложений. Москва, «Наука», 1980.
18. В.А. Зорич. Математический анализ, часть I. изд. «Наука», М., 1981.
19. В.А.Ильин, Э.Г.Позняк. Аналитическая геометрия. Москва, Изд. «Наука», 1982.
20. А.Н.Колмогоров, С.В.Фомин. Элементы теории функций и функционального анализа. М., 1989.
21. А.И.Маркушевич. Краткий курс теории аналитических функций. «Наука», 1978.
22. Р.В.Милованов, Р.И.Тишкевич, А.С. Феденко. Алгебра и аналитическая геометрия, часть I. «Минск», 1984.

24. И.И. Привалов. Введение в теорию функций комплексного переменного. «Наука», 1984.
25. Д.К.Фаддеев. Лекции по алгебре. Москва, 2003 (an nebismieri wina gamocema).
26. Б.А.Севастьянов. Курс теории вероятностей и математической статистики. Москва, «Наука», 1988.
27. А.Н.Тихонов, А.Б.Васильева, А.Г.Свешников. Дифференциальные уравнения. Москва, Наука, 1980
28. Д.К.Фаддеев, Н.Фаддеева. Вычислительные методы линейной алгебры. Москва, 1962.
29. ჰ.მელაძე, მ.მენტეშაშვილი, ნ.სხირტლაძე. გამოთვლითი მათემატიკის საფუძვლები, ნაწ. II, თსუ, 2005.
30. v.kosarevi. 12 leqcia gamoTvliT maTematikaSi. Tbilisi: Tsu, 2003(Targmani).
31. Л.С.Понтрягин. Обыкновенные дифференциальные уравнения. М.: Наука, 1974.
32. გ.ხაჯალია. ჩვეულებრივი დიფერენციალური განტოლებები. თბილისი, 1961.
33. А.Ф.Филиппов. Введение в теорию дифференциальных уравнений. М.: УРСС, 2004.
34. Э. Мендельсон. Введение в математическую логику .М. Наука. 1984.
35. A.Quarteroni, R.Sacco, F.Saleri, Numerical Mathematics, Springer, 2007