



## სილაბუსი

აკადემიური წელი 2023-2024

სემესტრი II

კოდი

დასახელება მათემატიკური ანალიზი 1

ტიპი

ძირითადი

ECTS კრედიტი

6 (168 საათი)

საკონტაქტო 72 საათი:

- ლექცია 32 საათი
  - პრაქტიკული 32 საათი
  - შუალედური გამოცდა 2 საათი
  - პრეზენტაცია 3 საათი
  - დასკვნითი გამოცდა 3 საათი
- დამოუკიდებელი მუშაობა 96 საათი

ენა

ქართული

აუდიტორია

ლექტორი

გიორგი ჯორჯაძე

ელექტრონული  
ფოსტა

[g.jorjadze@freeuni.edu.ge](mailto:g.jorjadze@freeuni.edu.ge)

კონსულტაცია ინდივიდუალურად სტუდენტის საჭიროებისამებრ დანიშნულ დროს

### აღწერა

კურსი ითვალისწინებს მათემატიკური ანალიზის საკვანძო საკითხების ღრმა შესწავლას. ეს საკითხები მოიცავს ნამდვილ რიცხვთა თეორიას, მეტრულ სივრცეებს და კომპაქტურ სიმრავლეებს, მიმდევრობებს, მწკრივებს და ზღვართა თეორიის საფუძვლებს, ანალიზური გეომეტრიის და წრფივი ალგებრის საკითხებს და აგრეთვე, დიფერენციალური და ინტეგრალური აღრიცხვის მნიშვნელოვან ნაწილებს, რომლებიც ერთობლიობაში ქმნიან თანამედროვე ფიზიკის ძირითად აპარატს. განსაკუთრებული ყურადღება ექცევა მათემატიკური ცნებების და პროცედურების გამოყენებას ფიზიკაში.

### პრერეკვიზიტი

ზოგადი ფიზიკის მათემატიკური მეთოდების კურსი ან კალკულუსი 1

### სწავლის მიზანი

კურსის მიზანია სტუდენტმა ღრმად შეისწავლოს მათემატიკური ანალიზის ფუნდამენტური საკითხები, რაც შექმნის მყარ საფუძველს უმაღლესი მათემატიკის მომდევნო კურსების შესასწავლად. ამავე დროს სტუდენტი უნდა დაეუფლოს მათემატიკური ანალიზის მეთოდების პრაქტიკულ გამოყენებას ფიზიკის და მათემატიკის ამოცანათა ამოსახსნელად.

### სწავლის შედეგები

ამ კურსის წარმატებით დასრულების შედეგად სტუდენტი:

- იცნობს მათემატიკური ანალიზის საფუძვლებსა და მეთოდებს
- იაზრებს სრულფასოვნად ფიზიკის ამოცანების ამოხსნისათვის საჭირო მათემატიკურ ასპექტებს და ახორციელებს შესაბამისი პრობლემების პრაქტიკულ გადაწყვეტას
- იყენებს მათემატიკური ანალიზის მეთოდებს ფიზიკისა და მათემატიკის ამოცანათა ამოსახსნელად
- ახორციელებს შესრულებული სამუშაოს წერილობით და ვერბალურ კომუნიკაცია.

## სწავლების და სწავლის მეთოდები

სწავლის ფორმატით გათვალისწინებულია ლექციები და სემინარული ტიპის პრაქტიკული მეცადინეობები. ყოველ ლექციას თან მოსდევს პრაქტიკული მეცადინეობა შესაბამის თემაზე, რომელზეც მოხდება სტუდენტებისთვის მიცემული დავალების შემოწმება და მსგავსი ამოცანების ამოხსნა. გათვალისწინებულია ერთი შუალედური გამოცდა, ერთი პრეზენტაცია და დასკვნითი გამოცდა. სტუდენტს უფლება აქვს თვითონ აირჩიოს პრეზენტაციის თემა, ლექტორთან შეთანხმებით. სასწავლო კურსის წარმატებით დაძლევისთვის სტუდენტი რეგულარულად უნდა ეცნობოდეს სილაბუსში მითითებულ ლიტერატურას და ასრულებდეს შესაბამის საშინაო დავალებას.

კურსის ფარგლებში გამოყენებული იქნება სწავლებისა და სწავლის შემდეგი მეთოდები:

- წიგნზე მუშაობის მეთოდი
- ანალიზის მეთოდი
- პრაქტიკული მეთოდები
- ახსნა-განმარტებითი მეთოდი
- ვერბალური მეთოდი

## შეფასების სისტემა

სტუდენტის ცოდნა ფასდება პრაქტიკულ მეცადინეობებზე გამოჩენილი აქტიურობით და პრეზენტაციასა და გამოცდებზე დაგროვილი ქულებით. დასკვნითი გამოცდის შეფასება არის სავალდებულო. თუ სტუდენტი არ მიიღებს დასკვნით შეფასებას, მას კურსი არ ჩაეთვლება გავლილად.

საგანი ითვლება ჩაბარებულად მხოლოდ იმ შემთხვევაში, თუ სტუდენტმა გადალახა შუალედური და დასკვნითი შეფასებებისთვის განსაზღვრული მინიმალური ზღვრები და ჯამურად დააგროვა ქულათა 50 პროცენტზე მეტი.

**შუალედური შეფასების ჯამის (60 ქულიდან) მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი არის 25 ქულა**  
**დასკვნითი შეფასების (40 ქულიდან) მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი არის 16 ქულა**

შენიშვნა: შუალედური გამოცდის აღდგენა არ ხდება.

სტუდენტს შეუძლია გავიდეს განმეორებით ფინალურ გამოცდაზე (Fx):

- თუ სტუდენტმა გადალახა შუალედური შეფასების მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი, ვერ გადალახა დასკვნითი გამოცდის მინიმალური კომპეტენციის ზღვარი და შუალედური შეფასების შედეგად უგროვდება 41 და მეტი ქულა/% (მათ შორის, შესაძლოა 41-ზე მეტი სილაბუსის შეფასების სისტემის შესაბამისად).
- თუ მან გადალახა შუალედური და დასკვნითი შეფასებების მინიმალური კომპეტენციის ზღვრები და ორივე შეფასების შედეგად უგროვდება 41-50 ქულა/%.

გადაბარებაზე გასვლის წესი და შეფასებასთან დაკავშირებული სხვა საკითხები იხილეთ ბაკალავრიატის დებულებაში.

გთხოვთ, გაითვალისწინოთ, რომ თბილისის თავისუფალი უნივერსიტეტის სტუდენტის ეთიკის კოდექსის პლაგიატსა და აკადემიურ თაღლითობასთან დაკავშირებული მე-5 მუხლის ნებისმიერი ქვეპუნქტის დარღვევის შემთხვევაში სტუდენტს საგანში უფორმდება F შეფასება და იღებს წერილობით გაფრთხილებას. დარღვევის სიმძიმის გათვალისწინებით, შეიძლება დადგეს სტუდენტის სტატუსის შეწყვეტის გადაწყვეტილება.

თუ სტუდენტი ვერ ახერხებს საგნის შეფასების რომელიმე კომპონენტზე დასწრებას და სურს აღდგენა, უშუალოდ შეფასების კომპონენტის დადგომამდე, წინასწარ უნდა გაიაროს კონსულტაცია შესაბამისი საბაკალავრო პროგრამის კოორდინატორთან. აღნიშნული წარმოადგენს შეფასების აღდგენის აუცილებელ (მაგრამ არა საკმარის) წინაპირობას.

**შეფასების კომპონენტებია:**

- პრაქტიკული სამუშაო - 20 ქულა
- პრეზენტაცია – 10 ქულა
- შუალედური გამოცდა – 30 ქულა
- დასკვნითი გამოცდა – 40 ქულა

### შუალედური შეფასება

**პრაქტიკული სამუშაო: 20 ქულა** - პრაქტიკული სამუშაოს შეფასება ხდება სტუდენტის მიერ საშინაო დავალებების შესრულების ხარისხით და პრაქტიკულ მეცადინეობაზე გამოჩენილი აქტიურობით. სემესტრის მანძილზე სტუდენტს ეძლევა საშინაო დავალებები კვირების მიხედვით. პრაქტიკული სამუშაოს შეფასების კრიტერიუმებია:

- 20-16 ქულა - თუ შესრულებულია დავალებათა 60 პროცენტზე მეტი და სტუდენტი აქტიურად მონაწილეობს პრაქტიკულ მეცადინეობებზე ამოცანების გარჩევაში.
- 15-10 ქულა - თუ შესრულებულია დავალების 40 პროცენტზე მეტი და/ან სტუდენტი ჩართულია პრაქტიკულ მეცადინეობებზე ამოცანების გარჩევაში.
- 9-0 ქულა - თუ შესრულებულია დავალების 30 პროცენტზე ნაკლები და სტუდენტი არ მონაწილეობს პრაქტიკულ მეცადინეობებზე ამოცანების გარჩევაში.

**პრეზენტაცია: 10 ქულა** - შეფასების კრიტერიუმებია:

- 10-8 - ამჟღავნებს საკითხის სიღრმისეულ ცოდნას;
- 7-5 -ამჟღავნებს საკითხის ცოდნას, თუმცა არის მცირე ხარვეზები;
- 4-2 -ამჟღავნებს საკითხის ზედაპირულ ცოდნას და უშვებს შეცდომებს;
- 1-0 - საკითხი მოუმზადებელია და უშვებს უხეში შეცდომებს.

**შუალედური გამოცდა: 30 ქულა** - შუალედურ გამოცდა შეიძლება იყოს წერიითი ან ზეპირი.

წერით გამოცდის შემთხვევაში ჯგუფის სტუდენტებს ურიგდებათ ერთი და იგივე საკითხები განვლილი მასალიდან. წერის ხანგრძლივობაა 2 საათი.

ზეპირი გამოცდა სტუდენტს უტარდება ინდივიდუალურად. ამ დროს სტუდენტს წინასწარ ეძლევა საკითხები. საკითხი შეიძლება იყოს როგორც თეორიული, ასევე ამოცანა.

შუალედური გამოცდების შეფასების კრიტერიუმებია:

- 30-25 - ამჟღავნებს საკითხების სიღრმისეულ ცოდნას;
- 24-15 -ამჟღავნებს საკითხების ცოდნას, თუმცა არის მცირე ხარვეზები;
- 14-7 -ამჟღავნებს საკითხების ზედაპირულ ცოდნას და უშვებს შეცდომებს;
- 6-0- ცუდად ესმის საკითხები და უშვებს უხეშ შეცდომებს.

### დასკვნითი გამოცდის შეფასება

**დასკვნითი გამოცდა: 40 ქულა** - დასკვნითი გამოცდა შეიძლება იყოს წერიითი ან ზეპირი.

წერით გამოცდის შემთხვევაში ჯგუფის სტუდენტებს ურიგდებათ ერთი და იგივე საკითხები მთელი განვლილი პროგრამიდან. წერის ხანგრძლივობაა 3 საათი.

ზეპირი გამოცდა სტუდენტს უტარდება ინდივიდუალურად. ამ დროს სტუდენტს წინასწარ ეძლევა საკითხები მოსამზადებლად მთელი განვლილი პროგრამიდან. საკითხი შეიძლება იყოს როგორც თეორიული, ასევე ამოცანა.

დასკვნითი გამოცდების შეფასების კრიტერიუმებია:

- 40 - 35 ამჟღავნებს საკითხების სიღრმისეულ ცოდნას;
- 34 - 25 ამჟღავნებს საკითხის ცოდნას, თუმცა არის ხარვეზები;
- 24 - 16 ამჟღავნებს საკითხების არასრულყოფილ ცოდნას და უშვებს შეცდომებს;
- 15 - 0 ცუდად ესმის საკითხები და უშვებს უხეშ შეცდომებს.

### შეფასების სკალა

შეფასება	აღწერა	პროცენტული ინტერვალი	რიცხვითი ეკვივალენტი 4.0 ბალან სკალაში
A	ფრიადი	91 – 100	3.39 – 4.0
B	ძალიან კარგი	81 – 90	2.78 – 3.38
C	საშუალო	71 – 80	2.17 – 2.77
D	დამაკმაყოფილებელი	61 – 70	1.56 – 2.16
E	საკმარისი	51 – 60	1.0 – 1.55
FX	ვერ ჩააბარა (ხელახლა ჩაბარების უფლება)	41 – 50	0
F	ჩაიჭრა (საგანი ახლიდან შესასწავლი)	0 - 40	0

## აუცილებელი მასალები

ძირითადი მასალა: **R. A. Adams, C. Essex.** *Calculus. A complete course* (A, E);

დამატებითი მასალა:

**ვლ. ჭელიძე, ე. წითლანაძე.** *მათემატიკური ანალიზის კურსი* (ჭ, წ);

**W. Rudin.** *Principles of Mathematical Analysis.* (R);

**M. Spivak,** *Calculus on Manifolds* (S).

ლექტორის მიერ მიწოდებული ფაილები.

ამოცანები პრაქტიკული მეცადინეობებისთვის ძირითადად არჩეული იქნება წიგნიდან (A, E). შესაბამისი ნომრები მითითებული იქნება დავალების გამოგზავნისას.

## კალენდარული გეგმა

კურსი მოიცავს 2 სთ ლექციას და 2 სთ პრაქტიკულს კვირაში.

*შუალედური გამოცდის თარიღი განისაზღვრება გამოცდამდე არაუგვიანეს ხუთი დღისა და ეცნობება სტუდენტს.*

კვირა	მეცადინეობის ტიპი	თემა	დავალება
1	ლექცია	მეორე რიგის წირები, წირების პარამეტრიზაცია	(A, E): თავი 8, §§ 8.1-8.3;
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
2	ლექცია	წირის სიგრძე და წირით შემოსაზღვრული არის ფართობი, პოლარული კოორდინატები	(A, E): თავი 8, §§ 8.4-8.6;
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
3	ლექცია	წრფეები, სიბრტყეები, მეორე რიგის ზედაპირები, სფერული და ცილინდრული კოორდინატები	(A, E): თავი 10, §§ 10.4-10.6; (ჭ, წ): II ტომი, თავი IV
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
4	ლექცია	წრფივი ალგებრის საკითხები	(A, E): თავი 10, § 10.7; (ჭ, წ): ტომი II, თავი IV
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
5	ლექცია	ერთი ცვლადის ვექტორული ფუნქცია, წირის სიმრუდე და გრესა, ფრენის ფორმულები	(A, E): თავი 11, §§ 11.1, 11.3-11.4
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
6	ლექცია	რიცხვითი მიმდევრობა და მისი კრებადობა, რიცხვითი მწკვი, მწკვირვის კრებადობა	(A, E): თავი 9, §§ 9.1-9.2; (ჭ, წ): ტომი I, თავი III- IV
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
7	ლექცია	დადებითი მწკვირვის კრებადობის ნიშნები, აბსოლუტური და პირობითი კრებადობა	(A, E): თავი 9, §§ 9.3-9.4; (ჭ, წ): ტომი I, თავი IV
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები

8	ლექცია	ხარისხოვანი მწკრივი, ტეილორის და მაკლორანის მწკრივები	(A, E): Chapter 9, §§ 9.5-9.6; (ჭ, წ): ტომი II, თავი I
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
9	ლექცია	ტეილორის მწკრივების გამოყენება, ბინომიალური მწკრივები	(A, E): თავი 9, §§ 9.7-9.8; (ჭ, წ): ტომი II, I თავი;
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
10	ლექცია	ფურიეს მწკრივი	(A, E): Chapter 9, § 9.9; (ჭ, წ): ტომი II, თავი XVIII
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
11	ლექცია	მრავალი ცვლადის ფუნქციები, ზღვარი და უწყვეტობა, კერძო წარმოებულები	(A, E): თავი 12, §§ 12.1-12.3; (ჭ, წ): ტომი II, თავი VI
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
12	ლექცია	მაღალი რიგის კერძო წარმოებულები, რთული ფუნქციის გაწარმოება, ფუნქციის დიფერენციალი	(A, E): თავი 12, §§ 12.4-12.6; (ჭ, წ): ტომი II, თავი VI
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
13	ლექცია	ფუნქციის გრადიენტი, მრავალი ცვლადის არაცხადი ფუნქციები, შექცეული ფუნქცია, ტეილორის გაშლა	(A, E): თავი 12, § 12.7-12.9; (ჭ, წ): ტომი II, თავები VI-VIII
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
14	ლექცია	მრავალი ცვლადის ფუნქციის ექსტრემუმი	(A, E): თავი 13; §§ 13.1-13.3; (ჭ, წ): ტომი II, თავი IX
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
15	ლექცია	ექსტრემუმის ამოცანა დამატებითი პირობებით	(A, E): თავი 13; §§ 13.4-13.5; (ჭ, წ): ტომი II, თავი IX
	პრაქტიკული	ამოცანები შესაბამისი ლექციის თემაზე	ამოცანები
16	ლექცია	პრეზენტაციის საკითხები	საკითხები (R) და (S) დან
	კონსულტაციები		
დასკვნითი გამოცდა 3 სთ.			

#### დამატებითი მოთხოვნები

სტუდენტის ეთიკის კოდექსის მიხედვით, აკრძალულია სასწავლო პროცესის მიმდინარეობისას აუდიო-ვიდეო გადაღება/ჩაწერა, სთრიმინგი (პირდაპირ ეთერში გადაცემა) აკადემიური პერსონალის/ლექტორის და აუდიტორიის თანხმობის გარეშე. ამასთან, აკრძალულია აუდიო-ვიდეო ჩანაწერის საჯარო გავრცელება.