

სასწავლო კურსის (მოდულის) სილაბუსი

სასწავლო დასახელება	კურსის	მათემატიკა ელექტრონიკისათვის: კომპლექსური ცვლადის ფუნქციათა თეორია, ფურიეს ანალიზი Theory of Functions of Complex Variable
ავტორი		ლაშა ეფრემიძე
ლექტორი (ლექტორები)		ლაშა ეფრემიძე - ასოცირებული პროფესორი, ფიზიკა-მათემატიკის მეცნიერებათა დოქტორი, ტელ. 2322333, მობ. 855360343 ელ.ფოსტა lephremi@umd.edu ; lasha@rmi.ge
სასწავლო კოდი	კურსის	დროებითი პირობითი კოდი MATH3
სასწავლო სტატუსი	კურსის	საფაკულტეტო სავალდებულო კურსი; გათვალისწინებულია ზუსტი და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტის ელექტრული და ელექტრონული ინჟინერიის სპეციალობების ბაკალავრებისათვის.
სასწავლო მიზნები	კურსის	კურსის მიზანია კომპლექსური ცვლადის ფუნქციათა თეორიის საფუძვლების შესწავლა, კომპლექსური ანალიზის მეთოდების და მათი გამოყენებების გაცნობა. ილუსტრირებული იქნება მათემატიკის სხვადასხვა დარგის სინთეზი, როგორცაა ზოგადი და წრფივი ალგებრა, ანალიზური გეომეტრია, ფუნქციათა თეორია, ინტეგრალის თეორია.
ECTS		სასწავლო კურსის კრედიტები 5 ECTS, 125 საათი; სტუდენტის საკონტაქტო მუშაობის საათების რაოდენობა სემესტრული გათვლით 65 მათ შორის: შუალედური გამოცდის ჩასაბარებლად განკუთვნილი დრო – 2 საათი; დასკვნითი გამოცდის ჩასაბარებლად განკუთვნილი დრო – 3 საათი სტუდენტის დამოუკიდებელი მუშაობის საათების რაოდენობა სემესტრული გათვლით 60 მათ შორის: შუალედური გამოცდის მოსამზადებლად განკუთვნილი დრო 10 საათი; დასკვნითი გამოცდის მოსამზადებლად განკუთვნილი დრო 10 საათი.
დაშვების		კალკულუსი

წინაპირობები	
სწავლების შედეგები	<p>კურსის წარმატებულად დაძლევის შემთხვევაში სტუდენტი გაეცნობა ანალიზურ ფუნქციათა თეორიის და ოპერაციული აღრიცხვის საფუძვლებს, კომპლექსური ანალიზის მეთოდებს. მას შეეძლება წარმოდგენა ამ მეთოდების გამოყენების შესაძლებლობაზე მათემატიკის სხვა დარგებსა და ფიზიკაში, გამოყენებითი ხასიათის ამოცანების ამოხსნაში.</p> <p>ხელი შეეწყობა საბაკალავრო პროგრამა “ელექტრონიკით” გათვალისწინებული სწავლის შედეგების მიღწევას და უნარების ჩამოყალიბებასა და განვითარებას:</p> <p>საბაკალავრო პროგრამა “ელექტრონიკის” სწავლის შედეგები და უნარები, რომელთა მიღწევას, ჩამოყალიბებას და განვითარებას შეეწყობა ხელი:</p> <p>ცოდნა და გაცნობიერება ელექტრული და ელექტრონული ინჟინერიის დარგისათვის აუცილებელი მასალის თეორიული საბაზისო ცოდნა; ელექტრული მოვლენების მათემატიკური მოდელირების ცოდნა;</p> <p>ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენება/პრაქტიკული უნარები პრობლემების იდენტიფიცირების, დასმისა და გადაწყვეტის უნარი; პრობლემების ამოხსნის უნარები და მათემატიკური უნარები; უნარი დამოუკიდებლად ჩაატაროს გამოთვლები.</p>
სასწავლო შინაარსი	იხ. დანართი1
სწავლის მეთოდები	<ol style="list-style-type: none"> 1. წიგნზე მუშაობის მეთოდი. 2. წერითი მუშაობის მეთოდი, რომელიც გულისხმობს ამონაწერებისა და ჩანაწერების გაკეთებას. 3. დისკუსია, მსჯელობა. 4. პრობლემებზე დაფუძნებული სწავლება. 5. პრაქტიკული მუშაობის ახსნა-განმარტებითი და გამეორების მეთოდი. <p>ამოცანების დამოუკიდებლად ამოხსნა, საშინაო დავალებების</p>
შეფასების კრიტერიუმები	<p>დასწრება 10 ქულა: დასწრება ლექციაზე და პრაქტიკუმზე/ლაბორატორიებზე ფასდება 5-5 ქულით, სულ 10 ქულა. ყველა ლექციაზე დასწრება – 5 ქულა; ლექციათა საერთო რაოდენობის ნახევარზე მეტზე დასწრება – 3 ქულა. ნახევარზე ნაკლებზე დასწრება – 2 ქულა. თითო-ორიოლა ლექციაზე დასწრება – 0 ქულა.</p> <p>საკონტროლო წერა პრაქტიკუმების მასალაზე</p> <p>20 (10+10) ქულა: 9-10 ქულა - ამოცანების/მაგალითების ამოხსნა სრულად, 6-8 - ნაწილობრივ ამოხსნა, 3 -5 ქულა - ამოხსნის დაწყება სწორი მეთოდით და ბოლომდე ვერ მიყვანა; 0-2 ქულა - მწირი მცდელობა ამოხსნის.</p> <p>პრაქტიკუმებზე აქტივობა 10 ქულა: მუდმივი აქტივობა – 9-10 ქულა; დრო-და-დრო აქტივობა – 6-8 ქულა; იმVიათად აქტივობა – 3-5 ქულა; მწირი აქტივობა – 0-2 ქულა.</p>

	<p>კოლოქვიუმში მონაწილეობა 20 (10+10) ქულა 7-10 ქულა – თემის საკითხების უმრავლესობა ამომწურავადაა გადმოცემული 3-6 ქულა – თემის საკითხების ნახევარი მაინც განხილულია სრულყოფილად 0-2 ქულა – მწირი განხილილვა თემების.</p> <p>დასკვნითი გამოცდა 40 ქულა: 20 ქულა წერითი კომპონენტი; 20 ქულა ზეპირი კომპონენტი. გამოცდაზე დაშვების წინაპირობა: თსუ წესებით განსაზღვრული მინიმუმი. თითოეული კომპონენტისათვის: 15-20 ქულა - ზედმიწევნით ფლობს პროგრამით გათვალისწინებულ ყველა საკითხს; ღრმად და საფუძვლიანად აქვს ათვისებული როგორც ძირითადი, ისე დამხმარე ლიტერატურა; ზუსტად, ამომწურავად და სრულად პასუხობს ლექტორის მიერ დასმულ ყველა დამატებით შეკითხვას; აქვს დამოუკიდებელი და შემოქმედებითი აზროვნების უნარი; ნებისმიერი საპროგრამო მასალა შეუძლია გადმოსცეს ამომწურავად. იცნობს უახლეს სამეცნიერო შრომებს. 10-14 ქულა - ღრმად ერკვევა პროგრამით გათვალისწინებულ ყველა საკითხში; საფუძვლიანად აქვს ათვისებული ძირითადი ლიტერატურა და დამხმარე ლიტერატურის მნიშვნელოვანი ნაწილი; ზუსტად და ამომწურავად პასუხობს ლექტორის მიერ დასმულ ყველა დამატებით კითხვას; აქვს დამოუკიდებელი აზროვნების უნარი; ნებისმიერი საპროგრამო მასალა შეუძლია გადმოსცეს სრულყოფილად. 3-9 ქულა - დამაკმაყოფილებლად ფლობს პროგრამით გათვალისწინებულ ყველა ძირითად საკითხს; ათვისებული აქვს როგორც ძირითადი ლიტერატურა, ისე დამხმარე ლიტერატურის ნაწილი; პასუხობს ლექტორის მიერ დასმული დამატებითი კითხვების ნაწილს; შეუძლია წერილობით ჩამოაყალიბოს ცალკეული საპროგრამო საკითხები.</p> <p>3 ქულაზე ნაკლები - არ ფლობს საპროგრამო მასალას.</p> <p>საბოლოო შეფასება 100 ქულა დასკვნით გამოცდაზე დაშვების წინაპირობა - 31 ქულა</p>
ძირითადი ლიტერატურა	<ol style="list-style-type: none"> 1. ლ.ეფრემიძე, კომპლექსური ცვლადის ფუნქციათა თეორია, კონსპექტი, e-learning.tsu.ge 2. E. M. Stein and R. Shakarchi. Complex Analysis. Princeton University Press, 2002 ზუსტი და საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტის ბიბლიოთეკა
დამატებითი ლიტერატურა და სხვა სასწავლო მასალა	<ol style="list-style-type: none"> 3. დ.კვესელავა კომპლექსური ცვლადის ფუნქციები. თბილისი: თსუ, 1966. თსუ ბიბლიოთეკა 4. E. M. Stein and R. Shakarchi. Fourier Analysis. Princeton University Press, 2001 ზუსტი და საბუნებისმეტყველო ფაკულტეტის ბიბლიოთეკა
დამატებითი ინფორმაცია/პირობები	

სასწავლო კურსის შინაარსი

N	ლექციის/სემინარის/პრაქტიკუმის/ლაბორატორიული სამუშაოს და ა. შ. თემა	სასწავლო მასალა
ლექცია 1.	კომპლექსური რიცხვები: კომპლექსური სიბრტყე. ნამდვილი და წარმოსახვითი ნაწილი. მოდული და არგუმენტი. მოქმედებები კომპლექსურ რიცხვებზე. კომპლექსური რიცხვის შეუღლებული და შებრუნებული	[1], გვ. 1
ლექცია 2.	კომპლექსური რიცხვების გეომეტრია: შეკრებისა და გამრავლების გეომეტრიული წესი (ზირითად ტრიგონომეტრიულ იგივეობებზე დაყრდნობით) მუავრის ფორმულა.	[1], გვ. 2`
ლექცია 3.	კომპლექსური სიბრტყის ტოპოლოგია: კომპლექსური რიცხვთა მიმდევრობის ზღვარი. ღია და ჩაკეტილი სიმრავლეები. ბმულობა. უსასრულოდ დაშორებული წერტილი. სტერეოგრაფიული პროექცია.	[1], გვ. 3
ლექცია 4.	კომპლექსური ცვლადის ფუნქციები: კომპლექსური ცვლადის ელემენტარული ფუნქციები. პოლინომები. ზღვარი და უწყვეტობა წერტილში. კომპლექსური ფუნქციის წარმოებული	[1], გვ. 4
ლექცია 5.	ხარისხოვანი მწკრივები: პოლინომის გაწარმოების თეორემა. ხარისხოვანი მწკრივების კრებადობის რადიუსი. ხარისხოვანი მწკრივების თანაბრად კრებადობა. ხარისხოვანი მწკრივების გაწარმოების ფორმულა	[1], გვ. 5-6
ლექცია 6.	ექსპონენციალური ფუნქცია: ექსპონენციალური ფუნქციის ძირითადი თვისება. ეილერის ფორმულა. ტრიგონომეტრიული იგივეობების დამტკიცება ეილერის ფორმულის მეშვეობით	[1], გვ. 7
ლექცია 7	ჰოლომორფული ფუნქციები: ჰოლომორფული ფუნქციების ცნება არეში. წარმოებული და დიფერენციალი. გაწარმოების წესები.	[1], გვ. 8
ლექცია 8	კოში-რიმანის პირობები: კავშირი წარმოებადობასა და დიფერენცირებადობას შორის. წარმოებულის არსებობის აუცილებელი და საკმარისი პირობა კერძო წარმოებულების ტერმინებში	[1], გვ. 9
ლექცია 9.	ლოგარითმული ფუნქცია: ლოგარითმის მთავარი შტო. მრავალსახა ფუნქციის ცალსახა შტოები, განშტოების წერტილი. ფუნქცია $\sqrt[n]{z}$.	[1], გვ. 12
ლექცია 10.	წირები: გზა, როგორც უწყვეტი წირი. ჰომოტოპიური წირები. არგუმენტის უწყვეტი შტო. უბან-უბან გლუვი წირები. წირის სიგრძის გამოსათვლელი ფორმულა	[1], გვ. 9
ლექცია 11.	წირითი ინტეგრალი: კომპლექსური ფუნქციის ინტეგრება. ინტეგრალი წირის გასწვრივ. წირითი ინტეგრალის დაყვანა რიმანის ინტეგრალზე	[1], გვ. 10

ლექცია 12.	წირითი ინტეგრალის თვისებები: წირითი ინტეგრალის ძირითადი თვისებები (ადიციურობა, ორიენტაციაზე დამოკიდებულება, პარამეტრიზაციისგან დამოუკიდებლობა)	[1], გვ. 10
ლექცია 13.	კოშის თეორემა სამკუთხედისათვის: წირითი ინტეგრალის 0-თან ტოლობა პირველყოფილის არსებობის შემთხვევაში. ჰოლომორფული ფუნქციისთვის წირითი ინტეგრალის 0-თან ტოლობა სამკუთხედის გასწვრივ.	[1], გვ. 11
ლექცია 14	კოშის თეორემა ცალადბმული არეებისათვის: ვარსკვლავისებური არეების ცნება. პირველყოფილის არსებობის პირობები. მორერას თეორემა.	[1], გვ. 13
ლექცია 15.	კოშის ინტეგრალური ფორმულა: კოშის ინტეგრალი. ჰოლომორფულ ფუნქციის გამლა ხარისხოვან მწკრივად.	[1], გვ. 12-13
ლექცია 16.	კოშის ინტეგრალური ფორმულის შედეგები: საშუალო მნიშვნელობის თეორემა. ლიუვილის თეორემა. მოდულის მაქსიმუმის პრინციპი და მისი შედეგები	[1], გვ. 14
ლექცია 17.	ანალიზური ფუნქციის ნულები: ანალიზური ფუნქციის ნულის იზოლირებულობა და მისი რიგი. ანალიზური ფუნქციის ერთადერთობა. ვაიერშტრასის თეორემა	[1], გვ. 15
ლექცია 18.	სინგულარულ წერტილთა კლასიფიკაცია: აცილებადი განსაკუთრებული წერტილები. პოლუსი და მისი რიგი. არსებითად განსაკუთრებული წერტილი	[1], გვ. 16-17
ლექცია 19.	ლორანის მწკრივები: რგოლში ანალიზური ფუნქციები. ლორანის მწკრივად გამლა. სინგულარულ წერტილთა კლასიფიკაცია ლორანის მწკრივების ტერმინებში	[1], გვ. 18
ლექცია 20.	ინდექსი: შეკრული წირის ინდექსი. ინდექსის ფიქიკუეი შინაარსი. ინდექსის გამოსათვლელი ინტეგრალური ფორმულა	[1], გვ. 12, 13
ლექცია 21.	ნაშთთა თეორია: ანალიზური ფუნქციის ნაშთი იზოლირებულ განსაკუთრებულ წერტილში. ძირითადი თეორემა ნაშთების შესახებ. ნაშთის გამოთვლა ფუნქციის პოლუსში.	[1], გვ. 19
ლექცია 22.	ნაშთთა თეორიის გამოყენებები: განსაზღვრული ინტეგრალების გამოთვლა ნაშთის მეშვეობით.	[1], გვ. 19
ლექცია 23	ანალიზური ფუნქციის ნულების რაოდენობა: ლოგარითმული ნაშთი. არგუმენტის პრინციპი. რუმეს თეორემა. თეორემა ღია ასახვის შესახებ.	[1], გვ. 20
ლექცია 24	კონფორმული ასახვები: კონფორმული ასახვის ცნება. წილად-წრფივი ასახვები. რიმანის თეორემა წილად წრფივი ასახვების შესახებ.	[1], გვ. 21-22
ლექცია 25.	ჰიპერბოლური ფუნქციები: ჰიპერბოლური ტრიგონომეტრიული ფუნქციები და მათი თვისებები. ჰიპერბოლური ფუნქციების გამოყენება ფარდობითობის თეორიაში	[1], გვ. 22-23
ლექცია 26	ანალიზური გაგრძელება . ანალიზური გაგრძელების ამოცანა. შვარცის სიმეტრის პრინციპი. ანალიზური ელემენტი, ანალიზური ფუნქციის აგება მისი ანალიზური ელემენტების მიხედვით. რიმანის ზედაპირი.	[2], გვ.230-235

ლექცია 27.	ჰარმონიული ფუნქციები: ჰარმონიული ფუნქციის განსაზღვრება. დირიხლეს ამოცანის ამოხსნა წრისთვის. ჰარმონიული ფუნქცია როგორც ლაპლასის განტოლების ამონახსნი	[4], გვ.180-184
ლექცია 28.	ფურიეს მწკრივები: ფურიეს ტრიგონომეტრიული ორთონორმიული სიტემა. დირიხლეს გული. ფეიერის გული. ბესელის უტოლობა და საუკეთესო მიახლოება	[4], გვ.213-217
ლექცია 29.	ფურიეს მწკრივების კრებადობა: კრებადობის დინის პირობა, L^2 -ში კრებადობა, წერტილში განშლადობა	[4], გვ.238-245
ლექცია 30.	ფურიეს გარდაქმნა: ნახვევის ოპერატორი. ფურიეს და ლაპლასის გარდაქმნა. შებრუნებული გარდაქმნა. ფურიეს გარდაქმნის გამოყენებანი დიფერენციალური განტოლებების ამოხსნისთვის	[4], გვ.273-285