

სასწავლო კურსის სილაბუსი

სასწავლო კურსის სახელწოდება	ანტენები და ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელება Antennas and EM Propagation
ავტორი	ჯობავა რომანი სრული პროფ. ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი ელექტრული და ელექტრონული ინჟინერიის დეპარტამენტი ტელ: 899 340454; e-mail: roman.jobava@tsu.ge
ლექტორი (ლექტორები)	ჯობავა რომანი სრული პროფ. ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი ელექტრული და ელექტრონული ინჟინერიის დეპარტამენტი ტელ: 899 340454; e-mail: roman.jobava@tsu.ge შოშიაშვილი ლევან ასისტენტ პროფ. ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი ელექტრული და ელექტრონული ინჟინერიის დეპარტამენტი e-mail: l.shoshiashvili@tsu.ge
სასწავლო კურსის კოდი:	EEE11
სასწავლო კურსის სტატუსი	1. ზუსტ და საბუნებისმეტყველო მეცნიერებათა ფაკულტეტი 2. სწავლების საფეხური - ბაკალავრიატი 3. სავალდებულო
სასწავლო კურსის მიზნები	შეასწავლს სტუდენტებს შემდეგი საკითხები: <ul style="list-style-type: none"> • ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელების თეორია • ტალღების გავრცელება სხვადასხვა გარემოებში • ტალღამტარებისა და გადამცემი ხაზების ანალიზი • ანტენების ძირითადი მახასიათებლები • მონოპოლური, ლოგ-პერიოდული, რუპორული, ლინზური და რეფლექტორული ანტენების ანალიზი <p>კურსის ფარგლებში ზოგიერთი ანტენისა თუ ტალღამტარის ანალიზისა და დიზაინისათვის საჭირო იქნება კომპიუტერის გამოყენება გამოთვლების ჩასატარებლად</p>
კრედიტების რაოდენობა და საათების განაწილება სტუდენტის დატვირთვის შესაბამისად (ECTS)	ECTS: 5 კრედიტი საკონტაქტო საათები: 65 სთ მათ შორის: კვირაში: 2 ლექცია; 2 პრაქტიკული შუალედური გამოცდის ჩასაბარებლად განკუთვნილი დრო: 2 სთ დასკენითი გამოცდის ჩასაბარებლად განკუთვნილი დრო: 3 სთ დამოუკიდებელი მუშაობის საათები: 60 სთ;

	<p>მათ შორის: შუალედური გამოცდებისა და საკონტროლო სამუშაოს მოსამზადებლად განკუთვნილი დრო: 8 სთ დასკენითი გამოცდის მოსამზადებლად განკუთვნილი დრო: 10 სთ</p>
დაშვების წინაპირობები:	ელექტრომაგნეტიზმის თეორია (EEE10); ინგლისური ენა II
სწავლის შედეგები	<p>ა) ცოდნა და გაცნობიერება - ამ კურსის გავლის შემდეგ სტუდენტმა უნდა იცოდეს ელექტრომაგნიტური ველის გავრცელების, გარდატეხის, დიფრაქციის, ატენუაციისა და დისპერსიის ძირითადი კანონები; უნდა იცნობდეს სხვადასხვა გადამცემ ხაზებსა და ტალღამტარებში ელექტრომაგნიტური პროცესების აღწერის მეთოდები;</p> <p>ბ) ცოდნის პრაქტიკაში გამოყენების უნარი - უნდა ფლობდეს ანტენების თეორიის ძირითად მიდგომებს და იცნობდეს სხვადასხვა ტიპის პრაქტიკულ ანტენებს და მათ ძირითად მახასიათებლებს.</p> <p>გ) სწავლის უნარი - ნებისმიერი ტიპის ანტენებისა და ელექტრომაგნიტური სიგნალების გადამცემებთან დაკავშირებული საკითხების დამუშავება და შესწავლა.</p> <p>დ) ღირებულებები - ელექტრონიკის და ელექტრონული ინჟინერიის ეთიკის კოდექსის ნორმების გაცნობიერება, ანტენებისა და ელექტრონული სიგნალების გადამცემების გამოყენებასთან დაკავშირებული უსაფრთხოების ნორმების და მათი ღირებულებითი ასპექტების გაცნობიერება.</p>
სასწავლო კურსის შინაარსი	<u>იხ. დანართი</u>
სწავლების/სწავლის მეთოდები	<p>თეორიული მასალა წარმოდგენილი იქნება ლექციებზე ამოცანების ნაწილი ამოხსნილი იქნება ანალიზური მეთოდებით</p> <p>დიდი ყურადღება დაეთმობა თანამედროვე პროგრამული უზრუნველყოფის გაცნობას და ამოცანების ამოხსნას ამ პროგრამული უზრუნველყოფის მეშვეობით.</p>
შეფასების კრიტერიუმები	<p>სტუდენტის მიერ სილაბუსით დაგეგმილი სწავლის შედეგების მიღწევა გამოიხატება 100-ქულიანი სისტემით (მინიმალური ქულა: 0; მაქსიმალური ქულა: 100).</p> <p>წერილობითი თუ ზეპირი გამოცდის ან საკონტროლო სამუშაოს შეფასება ხდება საკითხებით და თითოეულ საკითხს მინიჭებული აქვს 10 ან 20 ქულა. დაგეგმილი მისანიჭებელი ქულის მიხედვით ხდება მიღებული შედეგებისათვის შესაბამისი წონითი კოეფიციენტის მინიჭება.</p>

შუალედური შეფასების ფორმები:
საკონტროლო სამუშაო: წერიტი (მიზნად ისახავს ამოცანების ანალიზურად ამოხსნის მეთოდების დაუფლების შემოწმებას)

I შუალედური გამოცდა: წერიტი (მიზნად ისახავს განვლილი თეორიული მასალის დაუფლების შემოწმებას)
II შუალედური გამოცდა: გამოცდა კომპიუტერული კლასში პროგრამული უზრუნველყოფის გამოყენებით (მიზნად ისახავს პრაქტიკული უნარ-ჩვევების გამომუშავების შემოწმებას)

შეფასება:

დასწრება: 10 ქულა

საკონტროლო სამუშაო: 20 ქულა

ორი შუალედური გამოცდა: 15 + 15 ქულა

დასკვნითი გამოცდა: 40 ქულა (წერიტი: 20 ქულა + ზეპირი: 20 ქულა)

დასკვნით გამოცდაზე დაშვების წინაპირობა არის გამოცდამდე 11 ქულის დაგროვება

წერილობითი გამოცდა

- 1. 9-10 ქულა:** პასუხი სრულია; საკითხი ზუსტად და ამომწურავად არის გადმოცემული; ტერმინოლოგია დაცულია. სტუდენტი ზედმიწევნით კარგად ფლობს პროგრამით გათვალისწინებულ განვლილ მასალას, ღრმად და საფუძვლიანად აქვს ათვისებული როგორც ძირითადი, ისე დამხმარე ლიტერატურა
- 2. 7-8 ქულა:** პასუხი სრულია, მაგრამ შეკვეცილი. ტერმინოლოგიურად გამართულია: საკითხის გადმოცემისას არსებითი შეცდომა არ არის; სტუდენტი კარგად ფლობს პროგრამით გათვალისწინებულ განვლილ მასალას; ათვისებული აქვს ძირითადი ლიტერატურა
- 3. 5-6 ქულა:** პასუხი არასრულია; საკითხი დამაკმაყოფილებლად არის გადმოცემული; ტერმინოლოგია ნაკლოვანია; სტუდენტი ფლობს პროგრამით გათვალისწინებულ მასალას, მაგრამ აღინიშნება მცირეოდენი შეცდომები
- 4. 3-4 ქულა:** პასუხი არასრულია; ტერმინოლოგია მცდარია; საკითხის შესაბამისი მასალა გადმოცემულია ნაწილობრივ; სტუდენტს არასაკმარისად აქვს ათვისებული ძირითადი ლიტერატურა; აღინიშნება რამდენიმე არსებითი შეცდომა
- 5. 1-2 ქულა:** პასუხი ნაკლოვანია. ტერმინოლოგია არ არის გამოყენებული, ან არ არის შესაბამისი; პასუხი არსებითად მცდარია. გადმოცემულია საკითხის შესაბამისი მასალის მხოლოდ ცალკეული ფრაგმენტები

	<p>6. 0 ქულა: პასუხი საკითხის შესაბამისი არ არის ან საერთოდ არაა მოცემული. ზეპირი გამოცდა</p> <p>1. 19-20 ქულა: ზედმიწევნით ფლობს პროგრამით გათვალისწინებულ ყველა საკითხს, აქვს დამოუკიდებელი და შემოქმედებითი აზროვნების უნარი, შეუძლია ნებისმიერი საპროგრამო მასალის გადმოცემა ამომწურავად პროფესიულ ენაზე, პასუხობს ლექტორის მიერ დასმულ პროგრამასთან დაკავშირებულ დამატებით შეკითხვებს</p> <p>2. 15-18 ქულა: ერკვევა პროგრამით გათვალისწინებულ ყველა საკითხში, აქვს საგანში დამოუკიდებელი აზროვნების უნარი, შეუძლია ნებისმიერი საპროგრამო მასალის გადმოცემა</p> <p>3. 10-14 ქულა: ერკვევა პროგრამით გათვალისწინებული საკითხების მნიშვნელოვან ნაწილში; შეუძლია საპროგრამო მასალის გადმოცემა, ათვისებული აქვს ძირითადი ლიტერატურის მნიშვნელოვანი ნაწილი</p> <p>4. 3-9 ქულა: პროგრამით გათვალისწინებული საკითხების ნახევარზე ნაკლების გადმოცემა შეუძლია დამაკმაყოფილებლად. ძირითადი ლიტერატურის მნიშვნელოვანი ნაწილი სუსტად აქვს დამუშავებული</p> <p>5. 0-3 ქულა: პროგრამით გათვალისწინებული საკითხებიდან არც ერთი არ არის განხილული დამაკმაყოფილებლად.</p>
ძირითადი ლიტერატურა	<p>1. ლექციების კონსპექტი</p> <p>2. Sophocles J. Orfanidis, <i>Electromagnetic Waves and Antennas</i> http://www.ece.rutgers.edu/~orfanidi/ewa</p>
დამხმარე ლიტერატურა და სხვა სასწავლო მასალა	<p>3. C. Balanis, <i>Antenna Theory, Analysis and Design</i>, John Willey & Sons</p> <p>4. Bansal R. (ed.) - Handbook of engineering electromagnetics (CRC 2004)</p> <p>5. Jin Kong, <i>Scattering of Electromagnetic Waves - Theories and Applications</i>, John Willey & Sons</p> <p>6. <i>Antenna VLab package, Users Manual</i></p>

დანართი: სასწავლო კურსის შინაარსი

№	ლექციის თემა	ლიტერატურა
1-2	შესავალი: მაქსველის განტოლებები <ol style="list-style-type: none"> 1. მაქსველის განტოლებები 2. სასაზღვრო პირობები 3. ელექტრომაგნიტური პოტენციალები 4. ელექტრომაგნიტური ველის ენერჯია 	[1] ლექცია 1-2 [2] თავი 1, გვ. 1-24
3-4	ბრტყელი ტალღები <ol style="list-style-type: none"> 1. ბრტყელი ტალღები გარემოში დანაკარგების გარეშე 2. მონოქრომატული ტალღები 3. ენერჯიის სიმკვრივე და ნაკადი 4. ტალღების იმპედანსი 5. პოლარიზაცია 6. ტალღების გაურცელება დანაკარგებიან გარემოში 7. კარგი გამტარები 8. დისპერსია 	[1] ლექცია 3-4 [2] თავი 2, გვ. 25-64
5-6	ტალღები რთულ გარემოში <ol style="list-style-type: none"> 1. ტალღები ანიზოტროპულ გარემოში 2. ბიანიზოტროპული, კირალური გარემო 3. გიროტროპული გარემო 	[1] ლექცია 5-6 [2] თავი 3, გვ. 65-85
7-8	ტალღების არეკვლა და გარდატეხვა <ol style="list-style-type: none"> 1. არეკვლისა და გარდატეხვის მახვენებლები 2. დიელექტრიკული ფირფიტა 3. ტალღის არეკვლა და გარდატეხვა დროით არეში 4. ორი ფირფიტა 	[1] ლექცია 7-8 [2] თავი 4, გვ. 86-116
9-10	მრავალშრიანი სტრუქტურები <ol style="list-style-type: none"> 1. მრავალშრიანი დიელექტრიკული ფირფიტები 2. ვიწროზოლოვანი ფილტრები 3. მრავალშრიანი სტრუქტურების გამოყენება 	[1] ლექცია 9-10 [2] თავი 5, გვ. 117-167
11-12	ელექტრომაგნიტური ტალღების გაურცელება დედამიწის ზედაპირის მახლობლად <ol style="list-style-type: none"> 1. ტალღების გაურცელება დედამიწის ზედაპირის მახლობლად 2. სხვადასხვა დიაპაზონის რადიო-ტალღების გაურცელების თავისებურებანი 	[1] ლექცია 11-12
13-16	ტალღამტარები <ol style="list-style-type: none"> 1. გრძივი და განივი ტალღური მოდების კონცეფცია 2. სიმძლავრის გადაცემა და დანაკარგები 3. TEM, TM, TE მოდები 	[1] ლექცია 13-16 [2] თავი 8, გვ. 255-289

	<ul style="list-style-type: none"> 4. მართკუთხა ტალღგამტარები 5. წრიული ტალღგამტარები 6. დიელექტრიკული ტალღგამტარები 7. რეზონატორები 	
17-18	გადამცემი ხაზები <ul style="list-style-type: none"> 1. TEM გადამცემი ხაზების ძირითადი მახასიათებლები 2. კოაქსიალური კაბელები 3. ორ-მავთულოვანი გადამცემი ხაზები 4. გადამცემი ხაზების მოდელირება წრედული ელემენტებით 	[1] ლექცია 17-18 [2] თავი 9, გვ. 290-346
19-20	S-პარამეტრები <ul style="list-style-type: none"> 1. გაბნევის მატრიცა, გაბნევის პარამეტრები მახასიათებლები 2. გაბნევის მატრიცის გაზომვა 3. გაბნევის მატრიცის გამოყენება სხვადასხვა ამოცანებში 	[1] ლექცია 19-20 [2] თავი 12, გვ. 413-457
21-22	ელექტრომაგნიტური ველების გამოსხივება <ul style="list-style-type: none"> 1. მუხტები და დენები როგორც ველის წყაროები 2. დაგვიანებული პოტენციალები 3. ელექტრული და მაგნიტური დიპოლები 4. ველის აპროქსიმაცია დიდ მანძილებზე 	[1] ლექცია 21-22 [2] თავი 13, გვ. 458-487
23-24	გადამცემი და მიმღები ანტენები <ul style="list-style-type: none"> 1. ანტენის ძირითადი მახასიათებლები 2. ანტენის ექვივალენტური წრედი 3. წრფივი ანტენა 4. დიპოლური და მონოპოლური ანტენები 5. წრიული ანტენები 	[1] ლექცია 23-24 [2] თავი 14, გვ. 488-521, თავი 15, გვ. 522-543
25-26	აპერტურული ანტენები <ul style="list-style-type: none"> 1. ველის ექვივალენტურობის პრინციპი 2. მაგნიტური დენები და დუალობა 3. ველის გამოსხივება აპერტურიდან 4. ტალღგამტარის ღია ბოლო 5. რუპორული ანტენები 6. პარაბოლური ანტენები 	[1] ლექცია 25-26 [2] თავი 16,17, გვ. 544-631
27-28	ანტენური მესერი <ul style="list-style-type: none"> 1. ანტენური მესერი 2. ერთგანზომილებიანი მესერი 3. მრავალ-განზომილებიანი მესერი 	[1] ლექცია 27-28 [2] თავი 18, გვ. 632-660

№	რაქტიკული მეცადინეობის თემა	ლიტერატურა
---	-----------------------------	------------

1-2	შესავალი: მაქსველის განტოლებები	[1] ლექცია 1-2 [2] თავი 1, გვ. 1-24
3-4	ბრტყელი ტალღები	[1] ლექცია 3-4 [2] თავი 2, გვ. 25-64
5-6	ტალღები რთულ გარემოში	[1] ლექცია 5-6 [2] თავი 3, გვ. 65-85
7-8	ტალღების არეკვლა და გარდატეხვა; მრავალშრიანი სტრუქტურები	[1] ლექცია 7-10 [2] თავი 4, გვ. 86-116, თავი 5, გვ. 117-167
9-10	ელექტრომაგნიტური ტალღების გავრცელება დედამიწის ზედაპირის მახლობლად	[1] ლექცია 11-12
11-14	ტალღამტარები	[1] ლექცია 13-16 [2] თავი 8, გვ. 255-289
15-16	გადამცემი ხაზები	[1] ლექცია 17-18 [2] თავი 9, გვ. 290-346
17-18	S-პარამეტრები	[1] ლექცია 19-20 [2] თავი 12, გვ. 413-457
19-20	ელექტრომაგნიტური ველების გამოსხივება	[1] ლექცია 21-22 [2] თავი 13, გვ. 458-487
21-22	გადამცემი და მიმღები ანტენები	[1] ლექცია 23-24 [2] თავი 14, გვ. 488-521, თავი 15, გვ. 522-543
23-24	აპერტურული ანტენები	[1] ლექცია 25-26 [2] თავი 16,17, გვ. 544-631
25-26	ანტენური მესერი	[1] ლექცია 27-28 [2] თავი 18, გვ. 632-660