

**RTU studiju kurss "Mikroviļņu fotonikas ierīces un sistēmas"**

33000 Datorzinātnes, informācijas tehnoloģijas un enerģētikas fakultāte

**Vispārējā informācija**

Kods	DE0845
Nosaukums	Mikroviļņu fotonikas ierīces un sistēmas
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles; Brīvās izvēles
Atbildīgais mācībspēks	Xiaodan Pang - Doktors, Asociētais profesors
Mācībspēks	Vjačeslavs Bobrovs - Doktors, Profesors Oskars Ozoliņš - Doktors, Profesors (tenūra)
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 9.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Mikroviļņu fotonika ir jauna starpdisciplināra joma, kura apvieno mikroviļņu un fotoniskās tehnoloģijas. Mikroviļņu fotoniskās sistēmas ir izveidotas, lai īstenotu un atrisinātu noteiktas sakaru sistēmas funkcijas, kuras ir grūti sasniegt tikai ar mikroviļņu vai fotoniskām tehnoloģijām. Strauji attīstoties mobilajiem sakaru tīkliem, pārejot uz piekto paaudzi (5G) un nākotnē vēl augstāk, mikroviļņu fotoniskās tehnoloģijas kļūst arvien svarīgākas, lai savienotu šķiedru optiskās sistēmas ar radiofrekvenču sistēmām un panāktu nepārtraukto konverģenci. Paredzams, ka zināšanas par mikroviļņu fotonisko ierīču un sistēmu darbību, raksturojumu un optimizāciju nākotnē būs ļoti pieprasītas gan zinātniekiem, gan inženieriem. Studiju kursa ietvaros studenti iegūs zināšanas par mikroviļņu fotoniskajām ierīcēm, sistēmām un pielietojumiem, optiskās modulācijas metodēm, analogās un digitālās radio caur šķiedru pārraides tehnoloģijām, trokšņa un nelinearitātes avotiem, kā arī iespējamajiem milimetru viļņu un terahercu risinājumu pielietojumiem inženiertehniskā sakaru infrastruktūrā.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Studiju kursa mērķis ir sniegt zināšanas par optoelektroniskajiem komponentiem, kas tiek izmantoti mikroviļņu fotoniskajās sistēmās, modulācijas paņēmieniem, trokšņiem un sistēmu nelineāriem traucējumiem, galvenajiem sistēmas parametriem un raksturojuma metodēm, kā arī to pielietojumiem platjoslas radio caur šķiedru pārraidē. Studiju kursa uzdevumi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• sniegt pamatzināšanas un pieredzi par mikroviļņu fotoniskajām sistēmām;</li> <li>• iemācīt izstrādāt un pielietot mikroviļņu fotoniskās sistēmas skaitliskos modeļus simulācijās;</li> <li>• nodrošināt studentiem priekšstatu eksperimentālajā laboratorijā par analogo radio caur šķiedru pārraidi;</li> <li>• attīstīt prasmes analizēt un raksturot analogās platjoslas radio caur šķiedru sistēmas turpmākai ieviešanai ātrdarbīgajā datu pārraidē.</li> </ul>
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Studiju kursa ietvaros studentu patstāvīgais darbs tiks organizēts šādi: <ul style="list-style-type: none"> <li>- jāatrisina mācībspēka definētie uzdevumi, parādot lekcijās iegūto zināšanu izmantošanu;</li> <li>- pielietojot iegūtās zināšanas, jāizstrādā mikroviļņu fotonisko ierīču vienkāršus skaitliskos modeļus un jāintegrē sistēmā simulācijas vidē;</li> <li>- jāanalizē jaunākie publicētie pētījumi par mikroviļņu fotoniskajām sistēmām un to pielietojumiem;</li> <li>- apskatot laboratorijā pieejamo aprīkojumu jāizstrādā analogo radio caur šķiedru pārraides sistēmu.</li> </ul>
Literatūra	Obligātā/Obligatory: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. V. J. Urick, K. J. Williams, and J. D. McKinney, Fundamentals of Microwave Photonics. Wiley, 2015.</li> <li>2. C. H. Lee, Microwave Photonics, Second Edition ed. CRC Press, 2013.</li> <li>3. J. Capmany and D. Novak, "Microwave photonics combines two worlds," Nature Photonics, vol. 1, no. 6, pp. 319-330, 2007/06/01 2007.</li> <li>4. J. Yao, "Microwave Photonics," J. Lightwave Technol., vol. 27, no. 3, pp. 314-335, 2009.</li> <li>5. D. Marpaung, J. Yao, and J. Capmany, "Integrated microwave photonics," Nature Photonics, vol. 13, no. 2, pp. 80-90, 2019.</li> </ol> Papildu/Additional: <ol style="list-style-type: none"> <li>1. T. Nagatsuma, G. Ducournau, and C. C. Renaud, "Advances in terahertz communications accelerated by photonics," Nature Photonics, vol. 10, no. 6, pp. 371-379, 2016.</li> <li>2. S. Jia, X. Pang, O. Ozolins, X. Yu, H. Hu, J. Yu, P. Guan, F. Da Ros, S. Popov, G. Jacobsen, M. Galili, T. Morioka, D. Zibar, and L. K. Oxenlowe, "0.4 THz Photonic-Wireless Link With 106 Gb/s Single Channel Bitrate," J. Lightwave Technol., vol. 36, no. 2, pp. 610-616, 2018.</li> <li>3. Ostrovskis, A., Kurbatska, I., Salgals, T., Spolitis, S., Bobrovs, V. The architecture of hybrid mm-wave ARoF Super-PON system for 5G implementation. Optical Fiber Technology, 2021.</li> </ol>
Nepieciešamās priekšzināšanas	Elektrosakaru teorija, pārraides sistēmas, šķiedru optiskās pārraides sistēmas.

**Studiju kursa saturs**

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienēs studijas		Nepilna laika neklātienēs studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
Ievads mikroviļņu fotonikā.	4	6	0	0
Optoelektroniskās komponentes un iekārtas.	8	12	0	0
Optiskās modulācijas metodes: tieša modulācija un ārēja modulācija.	8	12	0	0

Optiskās modulācijas metodes: amplitūdas modulācija un fāzes modulācija.	8	12	0	0
Analoģa un ciparu radio caur šķiedru pārraide.	4	6	0	0
Analoģo mikroviļņu fotonisko sistēmu veiktspējas raksturojumi.	8	12	0	0
Trokšņu avoti mikroviļņu fotoniskajās sistēmās.	8	12	0	0
Nelineāri kropļojumi un dinamiskais diapazons mikroviļņu fotonikā.	8	12	0	0
Platjoslas milimetru viļņu un terahercu signālu veidošana, pārraide un noteikšana.	16	24	0	0
Praktiskie un eksperimentālie darbi analoģa radio caur šķiedru sistēmu veidošanā mācību-zinātniskajā laboratorijā.	24	36	0	0
<b>Kopā:</b>	<b>96</b>	<b>144</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### **Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana**

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Spēj kompetenti izskaidrot mikroviļņu fotonisko sistēmu optoelektronisko komponentu un ierīču darbības pamatprincipus un aprakstīt mikroviļņu fotonikas vispārējos pielietojumus.	Kontroldarbs, eksāmens.
Spēj izveidot vienkāršus skaitliskus modeļus mikroviļņu fotoniskajiem komponentiem un tos iekļaut radio caur šķiedru simulācijas platformās.	Kontroldarbs, praktiskie darbi, eksāmens.
Prot novērtēt trokšņu un nelineāro kropļojumu ietekmi uz signāliem analoģa radio caur šķiedru pārraidē.	Praktiskie darbi, eksāmens.
Spēj izstrādāt radio caur šķiedru sakaru sistēmu, novērtēt parametrus un veikt optimizāciju mācību-zinātniskajā laboratorijā. Spēj izmantot dažāda veida modulācijas formātus atsevišķos pielietojumos, kā arī novērtēt izvēlēta modulācijas tipa veiktspēju sistēmas līmenī.	Kontroldarbs, praktiskie un laboratorijas darbi, eksāmens.

### **Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji**

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Kontroldarbi	30
Praktiskie un laboratorijas darbi	40
Eksāmens	30
<b>Kopā:</b>	<b>100</b>

### **Studiju kursa plānojums**

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi			Brīvās izvēles pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt. d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	9.0	32.0	32.0	32.0		*			*	