

RTU studiju kurss "Metafotonika telekomunikācijās"

33000 Datorzinātnes, informācijas tehnoloģijas un enerģētikas fakultāte

Vispārējā informācija

Kods	DE0842
Nosaukums	Metafotonika telekomunikācijās
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles; Brīvās izvēles
Atbildīgais mācībspēks	Aleksandr Shalin - Doktors, Asociētais profesors
Mācībspēks	Vjačeslavs Bobrovs - Doktors, Profesors
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 6.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN, RU
Anotācija	Metafotonika ir jauna daudznozaru joma, kas nodarbojas ar gaismas manipulācijām mākslīgi izstrādātos metamateriālos, izmantojot gan elektrisko, gan magnētisko mijiedarbību. Metafotonika piedāvā bezprecedenta kontroli gan lineārām, gan nelineārām optiskām parādībām mikro un nano mēroga dažādiem pielietojumiem, sākot no optiskās pārslēgšanas līdz metamateriāliem ar negatīviem un gandrīz nulles laušanas koeficienta rādītājiem, līdz bioattēlam un mašķēšanai. Šajā jomā izstrādātās metodes un pieejas tiek pielietotas inovatīvās sakaru tehnoloģijās. Šādu pielietojumu īstenošanai nepieciešama nanoinženierija, kuras pamatā ir mākslīgo nesēju fizika ar elektromagnētiskām īpašībām redzamā un infrasarkanā viļņa garuma diapazonā, kas ir paredzēti, lai pārsniegtu dabā sastopamā materiāla īpašības. Studiju kursa ietvaros studenti iegūs zināšanas par daudzpolu izplešanos, rezonanses metafotoniku, metamateriālu optiskajām īpašībām, uz to bāzes jaunu ierīču izstrādi, kā arī pielietojumiem sakaru sistēmās.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Studiju kursa mērķis ir sniegt zināšanas par nanofotoniku un metamateriāliem, un to pielietojumiem telekomunikācijās. Studiju kursa uzdevumi: * sniegt pamatzināšanas un pieredzi par nanofotoniku un metamateriāliem; * iemācīt izstrādāt un pielietot vienkāršus metafotoniskus risinājumus sakaru tehnoloģijās; * nodrošināt studentiem priekšstatu modelēšanas datorklasē par faktisko metafotonikas realizāciju telekomunikācijās; * attīstīt prasmes novērtēt eksistējošo telekomunikāciju infrastruktūru tālākai modernizācijai, pielietojot inovatīvas sakaru tehnoloģijas.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Studiju kursa ietvaros studentu patstāvīgais darbs tiks organizēts šādi: - jāatrisina mācībspēka definētie uzdevumi, parādot lekcijās iegūto zināšanu izmantošanu; - jāapkopo un jāanalizē jaunākie publicētie pētījumu rezultāti par metafotoniku un pielietojumiem telekomunikācijās; - pielietojot iegūtās zināšanas, jāizveido matemātiskus modeļus metafotonikas risinājumiem modelēšanas vidē.
Literatūra	Obligātā/Obligatory: 1. Lukas Novotny, Bert Hecht. Principles of Nano-Optics, Cambridge University Press, 2006. 2. Kirill Koshelev and Yuri Kivshar. Dielectric Resonant Metaphotonics, ACS Photonics 8 (1), 102-112, 2021. 3. Alexander Baev, Paras N. Prasad, Hans Ågren, Marek Samoć, Martin Wegener. Metaphotonics: An emerging field with opportunities and challenges, Nature: Physics Reports 594, 1-60, 2015. 4. Jin-hui Chen, Yi-feng Xiong, Fei Xu & Yan-qing Lu. Silica optical fiber integrated with two-dimensional materials: towards opto-electro-mechanical technology, Light: Science & Applications 10, No.78, 2021. Papildu/Additional: 1. Arash Ahmadvand, Burak Gerislioglu, Rajeev Ahuja, Yogendra Kumar Mishra. Toroidal Metaphotonics and Metadevices, Laser Photonics Review 14, 1900326, 2020. 2. Andrey B. Evlyukhin, Tim Fischer, Carsten Reinhardt and Boris N. Chichkov. Optical theorem and multipole scattering of light by arbitrarily shaped nanoparticle, Physical Review B 94, 205434, 2016. 3. Ivan Fernandez-Corbaton, Stefan Nanz, Rasoul Alaee, and Carsten Rockstuhl. Exact dipolar moments of a localized electric current distribution, Optics Express, 23 (26), 33044-33064, 2015. 4. A. Kislov, D., A.Gurvitz, E., Bobrovs, V., A.Pavlov, A., I.Marques, M., Redka, D., Ginzburg, P., S.Shalin, A. Multipole Engineering of Attractive-Repulsive and Bending Optical Forces, Advanced Photonics Research, Vol. 1, No. 1, 1.-12.lpp., 2021. 5. Canos Valero, A., A.Gurvitz, E., A.Benimetskiy, F., A.Pidgayko, D., Samusev, A., B.Evklyuhin, A., Bobrovs, V., Redka, D. Theory, Observation, and Ultrafast Response of the Hybrid Anapole Regime in Light Scattering, Laser & Photonics Reviews, Vol. 1, No. 1, pp.1-16., 2021. 6. V.Kuznetsov, A., Canos Valero, A., Tarkhov, M., Bobrovs, V., Redka, D., S.Shalin, A. Transparent Hybrid Anapole metasurfaces with negligible electromagnetic coupling for phase engineering, Nanophotonics, Vol. 1, No. 1, 1.-14.lpp., 2021.
Nepieciešamās priekšzināšanas	Elektrodinamika, viļņu optika, nelineārā optika, matemātiskā analīze, šķiedru optika.

Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienes studijas		Nepilna laika neklātienes studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs

Ievads metafotonikā. Metafotonikas virzieni.	4	6	0	0
Zema zuduma un augsta koeficienta materiāli telekomunikāciju diapazonā. Pilnīgi dielektriskā fotonika.	6	8	0	0
Dielektriskās rezonanses metafotonika. Nanoantenas telekomunikācijās. Fano un Mie rezonanses. Saistītie stāvokļi kontinuumā (BIC).	6	8	0	0
Vairāku polu izplešanās izkliedes problēmā. Kerķera efekts. Izkliedēšana uz priekšu/atpakaļ. Anapolu režīms.	6	8	0	0
Toroidālā metafotonika un metaierīces. Toroidāls avots. Teorija un praktiskā ieviešana datu pārraides iekārtās.	6	10	0	0
Hibrīdas metafotoniskās ierīces. Metamateriāli. Negatīvs laušanas koeficients. Metamateriālu optiskās īpašības.	6	10	0	0
Divdimensiju materiāli. Grafēns. Metavirsmas.	6	10	0	0
Topoloģiskā metafotonika: jauna platforma optisko sakaru shēmu izstrādei, bez traucējumiem.	8	12	0	0
Nelineārā metafotonika. Mikrorezonatoru bāzes Kerra frekvenču ķemmes ģenerēšana telekomunikācijās. Otrās (SHG) un trešās (THG) harmonikas ģenerēšana dielektriskajās nanoantenās un metavirsmās.	8	12	0	0
Ierīču un metafotonikas aktuālo sasniegumu perspektīvas praktiskajā pielietošanā.	8	12	0	0
Kopā:	64	96	0	0

Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Spēj kompetenti orientēties metafotonikas virzienā, pārzina metamateriālus ar negatīvu laušanas koeficientu un to pielietojumu telekomunikācijās.	Kontroldarbs.
Spēj izveidot vienkāršus metafotonisko elementu modelēšanas shēmas un novērtēt to lineārās un nelineārās īpašības.	Praktiskie darbi. Eksāmens.
Spēj izveidot hibrīdas metafotoniskas ierīces modelēšanas vidē, pielietojot divdimensiju materiālus.	Praktiskie darbi. Eksāmens.
Spēj modelēt jauna tipa optisko sakaru sistēmu, pielietojot dažāda veida mikrorezonatorus, ģenerējot Kerra frekvenču ķemmes dielektriskajās nanoantenās un metavirsmās.	Praktiskie darbi. Eksāmens.

Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Kontroldarbs	30
Praktiskie darbi	40
Eksāmens	30
Kopā:	100

Studiju kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi			Brīvās izvēles pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt. d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	6.0	32.0	32.0	0.0		*			*	