

**RTU studiju kurss "Virzošo sistēmu elektrodinamika"**

33000 Datorzinātnes, informācijas tehnoloģijas un enerģētikas fakultāte

**Vispārējā informācija**

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|-----------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kods                                                | DE0872                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Nosaukums                                           | Virzošo sistēmu elektrodinamika                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Studiju kursa statuss programmā                     | Obligātais/Ierobežotās izvēles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Atbildīgais mācītbspēks                             | Ģirts Ivanovs - Doktors, Vadošais pētnieks                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Mācītbspēks                                         | Jurģis Poriņš - Doktors, Profesors<br>Vjačeslavs Bobrovs - Doktors, Institūta direktors                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |
| Apjoms daļās un kredītpunktos                       | 2 daļas, 15.0 kredītpunkti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
| Studiju kursa īstenošanas valodas                   | LV, EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| Anotācija                                           | Studiju kurss paredzēts, lai iegūtu zināšanas par elektrodinamikas procesiem sakaru sistēmās, optisko lineāro un nelineāro zudumu mehānismiem un skaitliskām NLSE Šredingera metodēm elektromagnētisko lauku un viļņu vienādojumu risināšanai, kā arī gaismas duālas dabas novērtēšanai. Studiju kursā ietvaros tiek apgūti mikro un makroskopiskās elektromagnētiskā lauka teorijas pamatlikumi, pamatprincipi, teorēmas un analītiskās metodes, kuras plaši izmanto elektromagnētisma problēmu risināšanā.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs | Studiju kursa mērķis ir sniegt zināšanas par elektrodinamikas procesiem sakaru sistēmās un to pielietojumu nākamās paaudzes risinājumos.<br>Studiju kursa uzdevumi:<br>* sniegt zināšanas par būtiskajām skaitļošanas elektrodinamikas metodēm, to niansēm, priekšrocībām, trūkumiem;<br>* sniegt zināšanas par modelēšanas programmatūras izveidošanas pamata principiem;<br>* iemācīt klasificēt vides, izmantojot to elektromagnētiskās īpašības un izvēlēties piemērotus fizikālos un matemātiskos modeļus, lai risinātu problēmas par elektromagnētisko lauku un viļņu savstarpēju iedarbību ar dažādām vidēm un ķermeņiem, viļņu uzvedību signālu pārvades sistēmās;<br>* iemācīt iegūtos rezultātus vizualizēt, interpretēt un skaidrot.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi     | Studentiem būs jāatrisina mācītbspēka noteiktie uzdevumi, parādot lekcijās iegūto zināšanu izmantošanu. Studentiem patstāvīgi būs jāizpēta jaunākie zinātniskajos rakstos publicētie pētījumu rezultāti. Balstoties uz iegūtajām zināšanām un pielietojot modelēšanas rīkus, būs jāizstrādā dažāda tipa elektromagnētiskās struktūras signāla izplatīšanas.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |
| Literatūra                                          | Obligātā/Obligatory:<br>1. Dikshitulu K. Kalluri. Advanced Electromagnetic Computation. 2nd ed. CEC Press, 2018.<br>2. Xin-Qing Sheng, Wei Song. Essentials of Computer Electromagnetics. Wiley-IEEE Press, 2012<br>3. Constantine A. Balanis. Advanced Engineering Electromagnetics. New Yersey: John Wiley & Sons Inc., 2008. 1002 p.<br>4. J. Yu, X. Li, and X. Pang, Optical Fiber Telecommunications VII, A. E. Willner Ed.: Academic Press, 2020.<br>5. Govind P. Agrawal. Nonlinear Fiber Optics, 6th Edition. Elsevier, 2019.<br>6. Reinhold Noe. Essentials of Modern Optical Fiber Communication. Second edition. Springer, 2016.<br><br>Papildu/Additional:<br>1. Martin Sibley (Author), Optical Communications: Components and Systems 3rd Edition, Kindle Edition, Springer; 3rd edition (March 19, 2020).<br>2. Branislav M. Notaroš. Conceptual electromagnetics. CRC Press, 2017.<br>3. C. Yeh, F. Shimabukuro. The Essence of Dielectric Waveguides: Berlin: Springer, 2010. 528 p. |
| Nepieciešamās priekšzināšanas                       | Padziļinātas zināšanas lauka teorijā, vektoru algebrā, fotonu un optiskās gaismas duālā dabā. Darbs ar programmu MATLAB, COMSOL, VPI Photonics un OptSim.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |

**Studiju kursa saturs**

| Saturs                                                                                                                                         | Pilna un nepilna laika klātienē studijas |                | Nepilna laika neklātienē studijas |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------|-----------------------------------|----------------|
|                                                                                                                                                | Kontakt stundas                          | Patstāv. darbs | Kontakt stundas                   | Patstāv. darbs |
| Maksvela-Lorenca vienādojumi. Maksvela mikro un makrovienādojumi brīvā telpā un vidē.                                                          | 6                                        | 10             | 0                                 | 0              |
| Dielektriskās un magnētiskās caurlaidības tenzori. Viļņu izplatīšanās izotropās un anizotropās vidēs. Elektromagnētiskā lauka avoti.           | 6                                        | 10             | 0                                 | 0              |
| Elektriskie un fiktīvie magnētiskie lādiņi. Dualitātes princips. Diferenciālie un integrālie vienādojumi elektrodinamikā.                      | 6                                        | 10             | 0                                 | 0              |
| Elektrodinamikas analīzes un sintēzes uzdevumi. Modeļi, tuvinājumi, pieņēmumi.                                                                 | 6                                        | 10             | 0                                 | 0              |
| Gaismas stari homogenā vidē. Viļņu izplatīšanās planāros dielektriskos viļņvados. Viļņu izplatīšanās cilindriskos viļņvados.                   | 14                                       | 20             | 0                                 | 0              |
| Maksvela vienādojumi un vides apraksts monohromatiskiem laukiem. Jaudas balansa vienādojumi laika formā un spektrālā formā.                    | 6                                        | 10             | 0                                 | 0              |
| Viļņu vienādojumi lauka vektoru un laika formā dažādās vidēs. Elektriskā vektorpotenciāla kompleksās amplitūdas aprēķins neierobežotai telpai. | 6                                        | 10             | 0                                 | 0              |

|                                                                                                                                                                                                        |     |     |   |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|-----|---|---|
| Planārais modelis un cilindriskais modelis hromatiskai dispersijai. Kopējā dispersija.                                                                                                                 | 10  | 15  | 0 | 0 |
| Viļņu tipi un izplatīšanās slēgtos un valējos viļņvados. TEM viļņu metāliski, dielektriski, mikroslokšņu viļņvadi. Virsmas viļņi. Viļņu tipi TEM, metāliskos, dielektriskos, mikroslokšņu rezonatoros. | 14  | 21  | 0 | 0 |
| Solitoni. Modu modeļi cilindriskās virzošās sistēmās. Beseļa funkcijas kā modeļi. Robežas un aproksimācijas. Puasona sadalījums. Černova robeža. Puasona –Gausa sadalījums.                            | 16  | 24  | 0 | 0 |
| Furjē transformācijas un to pielietojumi elektromagnētisko lauku aprēķinos.                                                                                                                            | 18  | 26  | 0 | 0 |
| Elektromagnētisko viļņu difrakcija. Ģeometriskās optikas, fizikālās optikas un ģeometriskās difrakcijas teorijas pamati.                                                                               | 8   | 12  | 0 | 0 |
| Heigensa principa matemātiskais formulējums. Freneļa un Fraunhopfera difrakcija. Ģeometriskās optikas tuvinājumi.                                                                                      | 8   | 12  | 0 | 0 |
| Galīgo elementu metodes pamatjēdzieni. Formas funkcijas un to īpašības. Bezgalīgas vienādojumu sistēmas un to diskretizācija. Elementu vienādojumu komponēšana.                                        | 8   | 12  | 0 | 0 |
| Virsmas integrāļu galīgo elementu (FE-BI) metodes formulējums. FE-BI vienādojumi un to risināšana.                                                                                                     | 10  | 16  | 0 | 0 |
| Virzošo sakaru sistēmu modelēšana un izveide.                                                                                                                                                          | 18  | 22  | 0 | 0 |
| Kopā:                                                                                                                                                                                                  | 160 | 240 | 0 | 0 |

#### Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

| Sasniedzamie studiju rezultāti                                                                                                                                                                                                                                    | Rezultātu vērtēšanas metodes                               |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------|
| Spēj identificēt un analizēt galvenos optisko virzošo sistēmu elektrodinamikas darbības principus, modelēšanas paņēmienus un parametrus.                                                                                                                          | Kontroldarbs, eksāmens.                                    |
| Spēj analizēt un klasificēt teorētiskās un eksperimentālās koncepcijas, veidojot sistēmu modeļus un mainot konfigurācijas.                                                                                                                                        | Praktiskie darbi, kontroldarbs, eksāmens.                  |
| Spēj lietot variāciju rēķinu metodes un prot sastādīt integrālvienādojumus konkrētas iekārtas, vai sistēmas matemātiskai modelēšanai.                                                                                                                             | Praktiskie darbi, kontroldarbs, eksāmens.                  |
| Spēj izprast elektrodinamikas galveno skaitlisko metožu - momentu metodes, galīgu elementu metodes un 4-dimensiju laika-telpas starpību shēmas (FDTD metode) būtību, skaitlisku aprēķinu shēmu uzbūves principus, šo metožu trūkumus un priekšrocības modelēšanā. | Laboratorijas un praktiskie darbi, kontroldarbs, eksāmens. |
| Spēj zinātniski darboties ar programmatūru MATLAB, COMSOL, VPI Photonics un OptSim un eksperimentāli realizēt jaunākās paaudzes sakaru sistēmas.                                                                                                                  | Laboratorijas un praktiskie darbi, kontroldarbs, eksāmens. |

#### Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

| Kritērijs                         | % no kopējā vērtējuma |
|-----------------------------------|-----------------------|
| Kontroldarbi                      | 30                    |
| Laboratorijas un praktiskie darbi | 30                    |
| Eksāmeni                          | 40                    |
| Kopā:                             | 100                   |

#### Studiju kursa plānojums

| Daļa | KP  | Stundas  |          |         | Pārbaudījumi |        |       |
|------|-----|----------|----------|---------|--------------|--------|-------|
|      |     | Lekcijas | Prakt d. | Laborat | Ieskaite     | Eksām. | Darbs |
| 1.   | 7.5 | 32.0     | 16.0     | 32.0    |              | *      |       |
| 2.   | 7.5 | 32.0     | 16.0     | 32.0    |              | *      |       |