

## RTU studiju kurss "Elektrodinamikas skaitliskās metodes un programmatūra"

33000 Datorzinātnes, informācijas tehnoloģijas un enerģētikas fakultāte

**Vispārējā informācija**

Kods	DE0875
Nosaukums	Elektrodinamikas skaitliskās metodes un programmatūra
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācītbspēks	Jānis Semeņako - Doktors, Vadošais pētnieks
Mācītbspēks	Romāns Kušņins - Doktors, Docents, Laboratorijas darbi, praktiskie darbi
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 15.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Studiju kurss paredzēts studējošajiem doktorantūrā, kuri grib apgūt prasmes profesionāli strādāt ar modernu elektromagnētisko lauku modelēšanas programmatūru. Studiju ne tikai kursā apgūst iemaņas modelēt reālas mikroviļņu ierīces un iekārtas, bet apgūst arī skaitliskās elektrodinamikas metodes, kas dod zināšanas, lai šo kursu apguvušais pats varētu sākt veidot lauku modelēšanas programmatūru. Studiju kursu apūstot tiek risināti uzdevumi par skaitlisku metožu pielietošanu. Studiju kurss praktiskajā daļā tiek apgūtas iemaņas darbā ar profesionālam programmpaketēm Ansys HFSS vai CST MW Studio. Tiek veikta reālu mikroviļņu iekārtu datormodelēšana
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Studiju kursa mērķis ir: 1) iepazīstināt ar skaitļošanas elektrodinamikas skaitliskajām metodēm un to izmantošanu modernajās programmpaketēs; 2) iepazīstināt ar metodēm, kā tiek veidota lauku modelēšanas programmatūra; 3) sniegt zināšanas par profesionālu modelēšanas programmpakešu iespējām un praktisku pielietošanu. Studiju kursa uzdevumi ir: 1) sniegt zināšanas par būtiskajām skaitļošanas elektrodinamikas metodēm, to niansēm, priekšrocībām, trūkumiem; 2) sniegt zināšanas par modelēšanas programmatūras izveidošanas pamata principiem; 3) iemācīt kā profesionāli strādāt ar modelēšanas programmatūru, uzdot; 4) attīstīt spējas patstāvīgi veidot modelēšanas programmatūru.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Tēmu padziļināta apgūšana patstāvīgi, izmantojot literatūras avotus. Mājas darbi - praktiskajās nodarbībās uzdoto problēmu un uzdevumu patstāvīga risināšana. Obligātais individuālais mājas darbs - konkrētas elektromagnētiskas struktūras modelēšana.
Literatūra	Obligātā/Obligatory 1. Dikshitulu K.Kalluri. Advanced Electromagnetic Computation. 2nd ed. CEC Press, 2018. 2. David D. Davidson. Computational Electromagnetics for RF and Microwave Engineering.- Cambridge, UK: Cambridge Univ. Press, 2005. 3. Xin-Qing Sheng, Wei Song. Essentials of Computer Electromagnetics. Wiley-IEEE Press, 2012 Papildus/Additionaly 4. Ramesh Garg. Analytical and Computational Methods in Electromagnetics.- Boston-London: Artech House, 2008.. 5. Branislav M. Notaroš. Conceptual electromagnetics. CRC Press, 2017 6. Andrew F. Peterson, Scott L. Ray, Raj Mittra. Computational Methods for Electromagnetics. - New Yersy: Wiley-IEEE Press, 1997. 5. Levent Savegi. Complex electromagnetic Problems and Numerical Similation Approaches.- New Yersy: Wiley-IEEE Press, 2003.. 6. Jian-Ming Jin. Theory and Computation of Electromagnetic Fields. -New Yersy: Wiley-IEEE Press, 2010. 7. Computational Electromagnetics. Frequency-domain method of moments. Edited by E.K. Miller. L. Medgyess-Mitchang, E.H. Newman. - N.Y.: IEEE press, 8. J. Volakis, A. Chatterjee, L. Kempel. Finite element method for electromagnetics.- UK: Oxford Universty Press, IEEE Press, 1998.. 9. Lonngren, Karl E. , Savov, Sava V. , Jost, Randy J. Fundamentals of Electromagnetics with MATLAB (2nd Ed.)-Houston, US: Sci.Tech.Publishing. 2007.. 10. Afer Eisherbeni, Veysel Demir. The Finite-Difference Time-Domain Method for Electromagnetics With MATLAB Simulations. - Houston, US: Sci.Tech.Publishing , 2008.. 11. В.В.Никольский. Вариационные методы для внутренних задач электродинамики. - М.: Наука, 1967.. 13. Н.Н. Калиткин. Численные методы.- М.: Наука, 1978. 14. А.А. Самарский. Введение в теорию разностных схем.- М.: Наука, 1971. 15. А.А. Самарский, А.В. Гулин. Устойчивость разностных схем.- М.: Наука, 1973. 16. А.Н. Тихонов, А.А. Самарский. Уравнения математической физики.- М.: Наука, 1972.
Nepieciešamās priekšzināšanas	Labas matemātikas zināšanas bakalaura kursa apmērā, padziļinātas zināšanas lauka teorijā un vektoru algebrā. Darbs ar programmu MATLAB un programmēšana MATLAB.

**Studiju kursa saturs**

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienes studijas		Nepilna laika neklātienes studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
Robežproblēmas. Īpašfunkcijas un īpašvērtības. Normas lineārā telpā.	4	6	0	0

Ortogonalas, neortogonalas un pilnas īpašfunkciju sistēmas.	4	6	0	0
Starpību shēmas diferenciālvienādojumu sistēmām un sistēmu risināšanas metodes. Shēmu stabilitāte.	4	6	0	0
Variāciju rēķinu metodes elektrodinamikā.	4	8	0	0
Integrālvienādojumu sastādīšana un to saite ar robežnosacījumiem.	2	4	0	0
Fredholma II veida un I veida integrālvienādojumu risināšanas metodes. Nekorektu uzdevumu regularizācijas metodes.	4	4	0	0
Grīna funkcija un tās modifikācijas dažādās koordinātu sistēmās.	4	4	0	0
Momentu metodes elektrodinamikas vienādojumu skaitliskai risināšanai	4	8	0	0
Neīsto integrāļu galveno vērtību novērtēšana. Lēni konverģējošu rindu summēšanas problēmas.	4	4	0	0
Galīgo elementu metodes pamatjēdzieni. Formas funkcijas un to īpašības.	4	6	0	0
-dimensijas problēmas elektrodinamikā. Rezīdiju metode.	2	2	0	0
Bezgalīgas vienādojumu sistēmas un to diskretizācija. Elementu vienādojumu komponēšana.	2	4	0	0
Neimaņa robežproblēma. 2-dimensiju viļņu izkliedes problēmas.	2	2	0	0
Robežas ar stūriem. Izklidētā lauka aprēķins. 3-dimensiju elektrodinamikas problēmas.	4	4	0	0
Virsmas integrāļu galīgo elementu (FE-BI) metodes formulējums. FE-BI vienādojumi un to risināšana.	4	6	0	0
Viļņu ierosināšanas veidi. Ātrā daudzpolu metode. Ātrais algoritms lauka aprēķinam tālajā zonā.	2	4	0	0
Laika interpretācijas galīgo diferencu metode. Impulsveida signāla difrakcijas problēmas.	4	4	0	0
Telpas-laika tīklu veidošanas algoritmi. Absorbējošie robežnosacījumi.	2	6	0	0
4-dimensiju laika-telpas starpību shēmas (FDTD metode).	4	8	0	0
Statistiskās metodes laika funkciju aprēķinam. Priekšstati par ģenētisko algoritmu pielietojumu.	4	6	0	0
Aprēķini ar FDTD metodi.	4	8	0	0
Laboratorijas darbi - darbs ar programmatūru Microwawe Office, MATLAB, Ansoft HFSS vai CST MW Studio. Modelēšana	56	30	0	0
Konsultācijas. Teorija	8	0	0	0
Mājas darbi. Diskusija. Konsultācijas	14	32	0	0
Individuāls mājas darbs (teorija un modelēšana)	8	32	0	0
Eksāmens	2	36	0	0
<b>Kopā:</b>	<b>160</b>	<b>240</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

#### Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Spēj pielietot pamata metodes un matemātiskus paņēmienus, kādus pielieto, lai problēmu formulētu veidā, kurš ļauj iegūt uzdevuma skaitlisku risinājumu Zina, kā tiek būvētas skaitliskās starpību shēmas, lietojot galīgu starpību metodi	Mājasdarbi. Individuāls mājasdarbs (teorija). Eksāmens.
Spēj lietot variāciju rēķinu metodēs un zina, kā sastādīt integrālvienādojumus konkrētas iekārtas matemātiskai modelēšanai	Mājasdarbi. Individuāls mājasdarbs (teorija). Eksāmens.
Saprot 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 konkrētu iekārtu modelēšanā	Mājasdarbi. Individuāls mājasdarbs (teorija). Eksāmens.
Spēj profesionāli darboties ar programmatūru MATLAB (arī programmēt), Microwawe Office, Ansoft HFSS un (vai) CST MW Studio	Laboratorijas darbi. Individuāls mājasdarbs (modelēšana).

#### Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Mājasdarbi	10
Individuāls mājasdarbs (teorija un modelēšana)	50
Laboratorijas darbi	30
Eksāmens	10
<b>Kopā:</b>	<b>100</b>

#### Studiju kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	15.0	64.0	32.0	64.0		*	