

RTU studiju kurss "Multidisciplinārā analīze un optimizācija"

31000 Būvniecības un mašīnzinību fakultāte

Vispārējā informācija

Kods	BM0877
Nosaukums	Multidisciplinārā analīze un optimizācija
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācītspēks	Aleksandrs Januševskis - Doktors, Profesors
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 9.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Mašīnbūves sistēmu modelēšana konstruēšanas un optimizācijas procesā. Objekta maināmo parametru, mērķfunkciju un ierobežojumu izvēle. Multidisciplinārās analīzes un optimizācijas (MAO) principu, metožu un līdzekļu apskats. Apakšsistēmu identifikācija. Lineārās un nelineārās programmēšanas formulācija. Heiristiskās pētīšanas metodes: tabu meklēšana, simulētā atlaidināšana, ģenētiskie algoritmi. Risinājumu jutības, kompromisa un izoefektivitātes analīze. Daudzkriteriālā un pareto optimalitāte. Projektēšana maksimālai vērtībai (design for value). Speciāls pielietojums aviācijā, mašīnbūvē un būvniecībā. Kurss domāts doktorantūras studentiem, kurus interesē kompleksu sistēmu multidisciplinārie aspekti. Šādi aspekti ir būtiski tādu jaunu sistēmu un produktu projektēšanas sākumfāzē, kuros apvienojas tehniskās disciplīnas (konstrukcijas, aerodinamika, vadība u.c.) un ne-tehniskās disciplīnas (kalpošanas laika izmaksas, iespaids uz vidi, tirgus u.c.). Produkta radīšanas procesā jāievēro gan kvantitatīvi, gan kvalitatīvi radītāji. Šis kurss galvenokārt ir fokusēts uz kvantitatīviem aspektiem. Kurša mērķis ir apgūt līdzekļus un metodoloģiju, lai veiktu sistēmu optimizāciju multidisciplinārā kontekstā. Trīs galvenie aspekti ir: (I) inženiersistēmu multidisciplinārais raksturs, (II) kompleksu sistēmu projektēšana un (III) optimizācijas līdzekļi. Kurša saturs ir noderīgs plaša profila sistēmām, tajā skaitā kosmiskajām, aerotransporta, virszemes transporta, kā arī enerģētikas, būvniecības un telekomunikāciju un citās jomās. Kurss būtiski atšķiras no tradicionālā optimizācijas metožu kursa.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Dot izpratni, kā MAO veicina sarežģītu, daudznazaru (multidisciplināru) sistēmu produkta radīšanas procesu. Izprast, kā racionalizēt sistēmu projektēšanu, izvēloties attiecīgās mērķfunkcija, variējamus parametrus un ierobežojumus. Sadalīt kompleksu sistēmu mazākos vienas disciplīnas modeļos, izveidot tiem metamodeļus un integrēt tos kopējā modelī. Spēt izmantot tradicionālos optimizācijas algoritmus un modernās heiristiskās optimizācijas metodes un izvēlēties konkrētai problēmai piemērotākos. Veikt optimizācijas rezultātu izvērtējumu un analīzi, tostarp jutīguma analīzi, izmaksu, risku un kompromisu analīzi - iepazīties ar daudzkriteriālās optimizācijas pamatjēdzieniem.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Kurša ietvaros studentiem jāveic patstāvīgie darbi par šādām tēmām: 1. Jāpgūst eksperimentu plānošanas un metamodeļu veidošanas programmatūra (DesignExpert, SAS JMP, EDAOpt) un ar tās palīdzību jāizveido metamodeļi statiskām un dinamiskām sistēmām: kopnēm, svārstību sistēmām, hidrodinamiskām un aerodinamiskām sistēmām. 2. Jāveic praktiski formulētu mehānisku sistēmu izturības, izmaksu optimizācija, iekļaujot patstāvīgu kritēriju un ierobežojumu formulāciju un sekojošu atrisināšanu ar universālu programmatūru. 3. Katram studentam jāizpilda kurša darbs, atrisinot praktisku optimizācijas uzdevumu par uzdotu tēmu.
Literatūra	1. J. Auziņš, A. Januševskis "Eksperimentu plānošana un analīze", RTU, 2007. 2. G. Vanderplaats "Multidiscipline Design Optimization Textbook", Vanderplaats Research, 2010 3. J. Arora "Introduction to Optimum Design". Second Edition, Elsevier (Academic Press), 2004 4. D. C. Montgomery "Design and Analysis of Experiments", Wiley, 2009. 5. Panos Y. Papalambros and Douglass J. Wilde, "Principles of Optimal Design - Modeling and Computation", 2nd edition, ISBN 0 521 62727 3, Cambridge University Press, 2000.
Nepieciešamās priekšzināšanas	MTM408 Optimizācijas metodes vai analogs

Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienes studijas		Nepilna laika neklātienes studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
MAO piemēri praksē. Kritēriju, projekta parametru, ierobežojumu, apakšsistēmu noteikšana.	6	0	0	0
Sistēmas līmeņa sakarības un mijiedarbība.	6	0	0	0
Apakšsistēmas modeļa izstrāde: Modeļa sadalīšana un dekompozīcija, interfeisa izveide starp modeļiem	6	0	0	0
Apakšsistēmas modeļa izvēle: precizitāte - izmaksas.	6	0	0	0
Modeļa un simulācijas izstrādāšanu un validācija (pārbaude).	6	0	0	0
Optimizācijas un izpētes metodes: Pārskats par lineāro un nelineāro programmēšanu.	6	0	0	0
Heiristiskās tehnikas: ģenētiskie algoritmi, simulētā atlaidināšana, Tabu meklēšana, daļiņu bara metode optimizācijai.	6	0	0	0

Projekta telpas izpēte: Eksperimentu plānošana, pilnai faktoru eksperiments, parametru nozīmīguma novērtējums, Taguči pl	6	0	0	0
Modeļu redukcija. Aproximāciju metodes: atbildes virsmas, krigings, lokāli svērtie polinomi.	6	0	0	0
Jaukta fiziskā un skaitliskā eksperimenta problēmas.	6	0	0	0
Jutība un pēc-optimalitātes analīze: Jakobi un Hesa matricas. Saistītās metodes un Lagranža reizinātāji.	6	0	0	0
Daudzkriteriālie un stohastiskie uzdevumi. Konkurējošu faktoru un aizvietojamu faktoru identifikācija.	6	0	0	0
Mērķprogrammēšana, izo-efektivitāte un mērķa sasniegšana ar minimāliem līdzekļiem. Uz pieredzi balstīts dizains vai sis	6	0	0	0
Daudzkriteriālā optimizācija: svērto summu optimizācija. Pareto robežkopas, vājie un stiprie robežpunkti.	6	0	0	0
Ievads robustajā projektēšanā. Monte-Karlo iztvērumi, ticamības analīze, Taguči metode.	6	0	0	0
Kas ir optimalitātes? Projektēšana maksimālajai vērtībai: ieskaitot dzīves cikla izmaksas. Vizualizācijas metodes MAO.	6	0	0	0
Kopā:	96	0	0	0

Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
1. Zināt, kā MAO veicina sarežģītu, daudznazaru (multidisciplināru) sistēmu produkta radīšanas procesu.	Atbilstoši jautājumi eksāmenā.
2. Mācēt izvēlēties attiecīgās mērķfunkcijas, variējamus parametrus un ierobežojumus.	Atbilstoši jautājumi praktiskajos darbos.
3. Mācēt sadalīt kompleksu sistēmu mazākos vienas disciplīnas modeļos, izveidot tiem metamodeļus un integrēt tos kopējā modelī.	Atbilstoši jautājumi kursa darbā.
4. Spēt izmantot tradicionālos optimizācijas algoritmus, modernās heuristiskās optimizācijas metodes un izvēlēties konkrētai problēmai piemērotāko programmatūru.	Atbilstoši jautājumi praktiskajos darbos un kursa darbā.
5. Veikt optimizācijas rezultātu izvērtējumu un analīzi, tostarp jutīguma analīzi, izmaksu, risku un kompromisu analīzi.	Atbilstoši jautājumi eksāmenā.
6. Pārzināt daudzkriteriālās optimizācijas pamatus, tajā skaitā Pareto robežkopu aprēķinu.	Atbilstoši jautājumi eksāmenā.

Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
1. Kursa darbs Metamodeļa izveide no datorsimulācijas eksperimentiem	25
2. Kursa darbs Optimizācija ar atbildes virsmas metodi	25
3. Eksāmens	50
Kopā:	100

Studiju kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	9.0	48.0	16.0	32.0		*	