

RTU studiju kurss "Eksperimentu plānošana un analīze"

31000 Būvniecības un mašīnzinību fakultāte

Vispārējā informācija

Kods	MTM642
Nosaukums	Eksperimentu plānošana un analīze
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācītspēks	Aleksandrs Januševskis - Doktors, Profesors
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 15.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Šis ir padziļināts kurss eksperimentu plānošanā un iegūto rezultātu analīzē. Tas ir paredzēts zinātniekiem no dažādām tehnikas jomām. Kursā aplūkoti eksperimenti, kas notiek gan rūpnieciskā vidē gan zinātniskajās laboratorijās. Būtiska šī kursa atšķirība no klasiskiem eksperimentu plānošanas un analīzes kursiem ir tā, ka papildus naturālajiem (fiziskajiem) eksperimentiem tiek aplūkota aktuāla problēma – skaitlisko eksperimentu plānošana, kuros rezultāti ir determinēti un nav iepriekš zināma regresijas funkcija. Padziļināti tiek aplūkoti dažādi skaitlisko eksperimentu telpas izkliedes plāni, uz skaitlisko eksperimentu rezultātiem balstīto matemātisko metamodeļu izveide ar neparametriskajām aproksimācijas metodēm: Radiālajām bāzes funkcijā, lokāli svērtajiem polinomiem, kringingu u.c. Liela uzmanība tiek veltīta dinamisku sistēmu metamodeļu izveidošanai un analīzei, balstoties uz jauktajiem skaitliskajiem un naturālajiem eksperimentiem, tajā skaitā ar GE aprēķinu metodēm iegūtajiem. Priekšnoteikums kursa apguvei ir pamatzināšanas par statistikas metodēm. Kursā apgūvē būs nepieciešams zināt, kā aprēķināt un interpretēt izlases vidējo vērtību un standartnovirzi, kā ir normālais varbūtības blīvuma sadalījums sadalījumu, iepazīties ar testēšanas hipotēžu koncepciju (t-testu, piemēram), konstruēt un interpretēt ticamības intervālu, un modeļa pielāgošanas kvalitāti, izmantojot mazāko kvadrātu metodi. Lielākā daļa no šīm idejām tiks atkārtotas kursa sākumā, jo to izpratne ir nepieciešama. Kursa mērķis ir iemācīties plānot un izpildīt eksperimentus efektīvi, un analizēt iegūtos datus, lai iegūtu objektīvus secinājumus. Ir aplūkoti gan plānošanas, gan rezultātu analīzes jautājumi. Mācību procesā apgūtos principus ir iespējams pielietot visos inženiertehnisko darbu posmos, tostarp jaunu produktu dizainā un attīstībā, tehnoloģisko un ražošanas procesu uzlabošanai. Kursā apgūvē tiks ilustrēti pielietojumi dažādās inženierijas jomās (arī ķīmisko, mehānisko, elektrisko, materiālu zinātnes, rūpniecības, kā arī inženierekonomikas u.c.). Datoru programmatūra (Design-Expert, Mathcad, EDAOpt, MS Excel, MSC ADAMS), kurā realizētas apgūstamās metodes, tiks plaši pielietotas praktisko darbu, mājasdarbu uzdevumos un kursa projektu izpildē. Šajā kursā studenti apgūs, kā efektīvi plānot, izpildīt un analizēt eksperimentus. Kursā apgūvētās laikā nepieciešams izpildīt vairākus patstāvīgos un mājas darbus. Design Expert, EDAOpt un ADAMS programmatūra dod iespēju izpildīt visus patstāvīgos darbus un kursa darbu.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Kursa mērķis ir padziļināti apgūt eksperimentu plānošanas un analīzes metodoloģiju kā līdzekli praktiskai pielietošanai inženieru un zinātnieku jaunu produktu radīšanai un attīstībai. Pēc kursa apgūšanas studenti spēs veikt trīs galvenos DOE etapus: (1) naturālo, skaitlisko un jaukto eksperimentu plāna izveide, (2) rezultātu analīze, modeļu un metamodeļu izveide, (3) atbilstošās programmatūras lietošana (Matcad, ADAMS, DesignExpert, EDAOpt, SAS JMP, u.c.).
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Kursa ietvaros studentiem jāveic patstāvīgie darbi par šādām tēmām: 1. Jāapgūst eksperimentu plānošanas un metamodeļu veidošanas programmatūra (DesignExpert, SAS JMP, EDAOpt, ADAMS Insight) un ar tās palīdzību jāatrisina 4 patstāvīgie darbi (faktoru plānu veidošana un regresijas analīze, atbildes virsmas veidošana ar neparametriskajām metodēm) no izdales materiāliem. 2. Katram studentam jāizpilda kursa darbs, veicot 3-4 faktoru datoreksperimenta plānošanu dinamisku sistēmu modelēšanai, metamodeļa izveidi, tā adekvātuma analīzi, kā arī veicot ierobežotu optimizāciju, atrodot optimālās ieejas faktoru skaitliskās vērtības.
Literatūra	1. J. Auziņš, A. Januševskis "Eksperimentu plānošana un analīze", RTU, 2007. 2. D. C. Montgomery "Design and Analysis of Experiments", Wiley, 2009. 3. Forrester A. I. J., Sóbester A. and Keane A. J. Engineering Design via Surrogate Modelling. A Practical Guide. John Wiley & Sons, 2008. 4. Kai-Tai Fang, Runze Li, Agus Sudjianto. Design and Modeling for Computer Experiments. Chapman & Hall, 2006. 5. MSC.ADAMS Basic Full Simulation Package.Training Guide. MSC.Software Corporation, 2005. 6. Lekciju prezentāciju faili RTU MMD mājas lapā http://www.mmd.rtu.lv
Nepieciešamās priekšzināšanas	Matemātika. Varbūtību teorijas un matemātiskās statistikas pamati - vēlams

Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienes studijas		Nepilna laika neklātienes studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
Ievads. Eksperimentu plānošanas un analīzes (DOE) vēsture.	2	0	0	0

Naturālo eksperimentu plānošanas stratēģija.	8	0	0	0
Varbūtību teorijas un statistikas pamatkonceptijas.	10	0	0	0
Mazāko kvadrātu un lokāli svērto mazāko kvadrātu metode.	6	0	0	0
Maksimālās ticamības metode.	2	0	0	0
Klasiskie eksperimentu plāni. Faktoriālie plāni. Taguči plāni	10	0	0	0
Lineārā dispersijas un regresijas analīze. Izsitienu filtrācija.	8	0	0	0
Modeļu pielāgošanas kvalitātes un adekvātuma novērtējumi.	8	0	0	0
MathCad, Excel, DesignExpert programmatūra dispersijas un regresijas analīzē.	8	0	0	0
Atbildes virsmu metodoloģija.	4	0	0	0
Eksperimentu plāni atbildes virsmu pielāgošanai.	4	0	0	0
Datoreksperimenti. Datoreksperimentu stratēģija.	8	0	0	0
Latīņu hiperkubi.	6	0	0	0
Telpas aizpildes kvalitātes kritēriji.	10	0	0	0
Minimālās vidējās kvadrātiskās kļūdas (MSE) eksperimentu plāni	8	0	0	0
Secīgie telpas aizpildes plāni	6	0	0	0
Metamodelēšanas metodika.	8	0	0	0
Neparametriskās aproksimācijas metodes. RBF, krigings, lokāli svērtie polinomi u.c.	10	0	0	0
Neparametrisko modeļu prognozes kļūdas novērtējumi. Verifikācija un validācija. Krosvalidācija.	10	0	0	0
Eksperimentu plānošanas metodes sistēmu identifikācijai un optimizācijai.	8	0	0	0
EDAOpt un Adams Insight CAE programmatūra.	8	0	0	0
EDAOpt un MSC Adams programmu pielietojums dinamisku sistēmu optimizācijai.	8	0	0	0
Kopā:	160	0	0	0

Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
1. Izprast naturālo un skaitlisko eksperimentu plānošanas stratēģijas.	Atbilstoši jautājumi eksāmenā
2. Mācēt pielietot matemātiskās statistikas metodes eksperimentu rezultātu analīzē.	Atbilstoši jautājumi praktiskajos darbos
3. Mācēt plānot un izpildīt daudzu faktoru eksperimentus, veikt rezultātu verifikāciju un validāciju.	Atbilstoši jautājumi kursa darbā
4. Iegūt izpratni par atbildes virsmu metodoloģiju.	Atbilstoši jautājumi praktiskajos darbos un kursa darbā
5. Iegūt izpratni par skaitliskajiem eksperimentiem un metamodelu (surogātmodeļu veidošanu).	Atbilstoši jautājumi eksāmenā
6. Iegūt izpratni par jauktu naturālo-skaitlisko eksperimentu plānošanu un izpildi	Atbilstoši jautājumi eksāmenā
7. Iegūt zināšanas par eksperimentu plānošanas metožu lietošanu sistēmu identifikācijā un optimizācijā.	Atbilstoši jautājumi eksāmenā
8. Mācēt pielietot specializēto DOE programmatūru praktisku uzdevumu risināšanā	Atbilstoši jautājumi kursa darbā

Studiju kursa plānojums

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	15.0	5.0	3.0	2.0		*	