

**RTU studiju kurss "Siltumfizika"**

31000 Būvniecības un mašīnzinību fakultāte

Vispārējā informācija

Kods	BM0245
Nosaukums	Siltumfizika
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles; Brīvās izvēles
Atbildīgais mācītbspēks	Sigurds Jaundālders - Doktors, Docētājs
Mācītbspēks	Dmitrijs Rusovs - Doktors, Asociētais profesors
Apjoms daļās un kredītpunktos	2 daļas, 14.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Studiju kurss sastāv no divām daļām. Tā pirmā daļa veltīta robežslāņa teorijas apguvei: paredzēta padziļināta siltuma un masas apmaiņas teorijas, plūsmas mehānikas un aerodinamikas teorijas un praktisko pielietojumu apguve. Īpaša uzmanība veltīta konvektīvajai siltumapmaiņai un ar to saistītajām parādībām plūsmas mehānikā. Studiju kursa 1. daļā tiek aplūkots robežslāņa novērtējums un empīriskās sakarības, kā arī analītiskās un skaitliskās vienādojumu risināšanas metodes, modeļošana un empīriskās metodes siltumapmaiņas un plūsmas mehānikas pētījumos. Studiju kursa 2. daļa ir veltīta eksperimentu un pētniecības teorijai, pievēršot uzmanību tās praktiskam lietojumam nozares uzdevumu izpildes nodrošināšanā. Tiek aplūkotas matemātiskās statistikas, varbūtības teorijas pamatelementi, kā arī modeļošana un tehnoloģijas. Studiju kurss sniedz izpratni par dažādas eksperimentu, iekārtu testēšanas un izmēģinājumu nozīmes mūsdienu tehnoloģijām, to automatizācijas un izmantošanas iespējām. Studiju kursa ietvaros liks uzsvars uz darbu ar zinātnisko un tehnisko literatūru un tās izmantošanas prasmi attīstīšanu un pilnveidošanu profesionālo uzdevumu izpildē. Studiju kursa saturs un īstenošanas metodes attīsta analītisko un radošu domāšanu, veicinot profesionālo pilnveidi un mācīšanās prasmi.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Studiju kursa mērķis ir sniegt zināšanas par robežslāņa teorijas galvenajiem jautājumiem: hidrodinamiskais un termiskais robežslānis; laminārais un turbulents robežslānis; kā arī sniegt izpratni par siltumfizikas eksperimentu teoriju un metodēm un to izmantošanu nozares griezumā. Studiju kursa 1. daļas uzdevumi ir attīstīt un pilnveidot prasmes robežslāņu novērtēšanā, aprēķinu un empīrisko sakarību izmantošanā, kā arī izmantot robežslāņa teorijas jēdzienus un pamatlikumus iekārtu termodinamiskajos, siltumapmaiņas un plūsmas mehānikas aprēķinos. Studiju kursa 2. daļas uzdevumi ir attīstīt un pilnveidot analītiskās prasmes siltumfizikālo un inženiertehnisko aprēķinu veikšanā un eksperimentālo datu apstrādē, sniegt izpratni par nozares lietiskās pētniecības virzieniem un tehnoloģijām, attīstīt zinātnisko publikāciju izmantošanas un speciālās dokumentācijas sagatavošanas zināšanas un prasmes, kā arī pilnveidot normatīvā regulējuma zināšanas zinātniski-pētnieciskā jomā, aplūkojot to praktiskā un profesionālā lietojuma aspektus.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Specializētās zinātniskās un tehniskās literatūras studijas. Patstāvīgo un mājas aprēķinu darbu veikšana. Referāta (5000 zīmes) sagatavošana par robežslāņa teorijas pielietojumu siltumapmaiņas un hidro- un gāzu dinamikas aprēķinos tehnoloģiskajos procesos un iekārtās. Projekta darba un tā prezentācijas sagatavošana.
Literatūra	Obligātā/Obligatory: 1. Douglas C. Montgomery. Design and Analysis of Experiments 8-th International student edition John Wiley & Sons Inc, 2013. 2. Laboratorijas darbu apraksti. TMF SES katedra, 2007 – 2020. g. 3. Lienhard J.H., Y. Lienhard J.H., Y. A Heat Transfer Handbook. 4-rd edition, Phlogiston Press, 2006, 760 p. http://web.mit.edu/lienhard/www/ahth.html 4. Minkowycz W.J. Handbook of Numerical Heat Transfer. Wiley Press, 2006, 984 p. 5. Schlichting H, Gersten G. Boundary Layer Theory. 8-th Revised and Enlarged Edition, Springer, Heidelberg, Germany, 2000. 6. Grivcovs V. Robežslāņa teorija. RTU TMF SES katedra, ESF projekts, 2006, 25 lpp. 7. P. Saveljevs, V. Grivcovs. Eksperimenta kļūdas un rezultātu matemātiskā apstrāde. Mācību līdzeklis. RTU TMF SES katedra, ESF projekts, Rīga, RTU, 2007 8. Patrick F. Dunn Measurement and Data Analysis for Engineering and Science. May 2014 by CRC Press. Papildu/Additional: 9. Nithiarasu, P. Fundamentals of the finite element method for heat and mass transfer. UK, India. 2nd edition. Chichester, West Sussex: Wiley, 2016. xiii, 450 lpp.: Wiley 10. Ghiaasiaan, Seyed Mostafa, Two-phase flow, boiling and condensation in conventional and miniature systems. New York: Cambridge University Press, 2008. xx, 613 lpp. 12. Tavoularis S. Measurement in Fluid Mechanics. Cambridge University Press, 2005 13. C.M. van 't Land. Drying in the Process Industry Wiley; 1 edition, 2012: 400 p. 14. Eriksson L., e.a. Design of Experiments. Principles and Applications. 3-rd ed., Umetrics Academy, Umea, Sweden, 2008, 459 p. 15. Figliola R.S., Beasley D.E. Theory and Design for Mechanical Measurements, 4-th Edition, John Wiley & Sons Press, 2005, 560 p.
Nepieciešamās priekšzināšanas	Fizika, termodinamika, siltumapmaiņa un hidro- un gāzu dinamika izpratnes līmenī.

Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienē studijas	Nepilna laika neklātienē studijas
--------	--	-----------------------------------

	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
Siltumapmaiņas teorija. Kompleksā siltumapmaiņa. Siltumapmaiņas intensificēšana. Siltuma un masas apmaiņas iekārtu aprēķini.	6	8	4	10
Līdzības teorija. Dimensiju analīze. Reāli un ideāli šķidrums. Viskoza šķidruma plūsmas galvenie likumi.	6	8	4	10
Robežslāņa teorijas pamatelementi un jēdzieni. Plūsmas dinamikas galvenie vienādojumi. Navjē-Stoksa vienādojumi. Berzes pretestība.	6	8	4	10
Laminārie robežslāņi. Robežslāņa vienādojumi plakana plūsmai. Robežslāņa vienādojumu sastādīšana.	4	10	4	10
Ass simetriski un trīsdimensiju robežslāņi. Simetrisku robežslāņu precīzie un tuvinātie aprēķini un sakarības.	4	10	4	10
Laminārās kustības temperatūras robežslāņi, to īpašības piespiedu un brīvai plūsmai. Robežslāņa vadīšanas veidi. Nestacionārie robežslāņi un to darbības mehānismi.	6	10	4	10
Laminārās plūsmas stabilitātes teorijas pamati, pārejas režīma plūsmas. Pirmās un otrās turbulences veidošanās. Laminārā robežslāņa pārejas plūsmu ietekmējošie faktori.	6	8	4	10
Turbulento plūsmu pamatelementi. Robežslāņa stabilitāte. Ātruma turbulento pulsāciju mērījumi. Aerodinamiskās caurules.	8	14	4	18
Turbulentās plūsmas dažādos kanālos. Turbulento robežslāņu veidi, to īpatnības un raksturlielumi. Brīvā turbulence. Saspiežamas plūsmas turbulenti robežslāņi.	8	14	4	18
Profīla pretestības noteikšanas eksperimentālās metodes plūsmām. Enerģijas zudumi lāpstiņu režģī.	4	6	4	6
Zinātnes, pētniecības un eksperimentu nozīme un uzdevumi nozares un sabiedrības ilgtspējīgā attīstībā un tehnoloģisko procesu norisē.	2	2	2	2
Pētniecības virzieni enerģētikā un siltumtehnikā. Vadošās iestādes un nozares asociācijas, nozīmīgākie pasaules, nozares un zinātnes notikumi un konferences.	4	4	4	4
Fundamentālo un lietišķo pētījumu programmas un finanšu avoti, to prasības un iespējas. Pētniecisko projektu un darba grupu vadības principi un īpatnības. Starptautisko projektu īpatnības.	6	6	2	10
Zinātnisko darbu un publikāciju veidi, to īpatnības un specifiskās prasības, noformēšanas un publicēšanas principi. Zinātniskās literatūras datu bāzes un nozares pētījumu informācijas resursi.	6	12	4	14
Eksperimentu un izmēģinājumu veidi zinātnē un nozarē. To plānošanas metodoloģijas, mērījumu veikšanas un apstrādes tehnoloģijas. Mērierīču tehniskie parametri.	8	16	4	20
Siltumfizikālo procesu un siltumtehniko tehnoloģiju izmēģinājumu un eksperimentu metodes. Siltumfizikālo eksperimentu automatizācijas uzdevumi un iespējas.	12	20	6	24
Eksperimentu un izmēģinājumu datu apstrāde, rezultātu pārbaude un analīze: metodes un paņēmieni. Eksperimentu pilnveidošanas un optimizācijas metodes. Lielu datu masīvu apstrādes īpatnības.	10	20	6	24
Procesu modelēšanas tehnoloģijas un metodes.	10	12	4	18
Nozares eksperimentu, iekārtu testēšanas, izmēģinājumu un lietišķo pētījumu īpatnības. Rūpniecisko laboratoriju izveides būtība un pamatprincipi. Siltumtehniko iekārtu kvalitātes aspekti.	6	8	2	12
Intelektuālā īpašuma tiesību normatīvais regulējums. Autortiesību un autoratlīdzības būtība un īpatnības.	4	6	2	8
Eksperimentu un izmēģinājumu dokumentācijas sagatavošanas īpatnības. Sertificēšanas, verifikācijas un intelektuālā īpašuma dokumentācija.	3	8	2	9
ĪT atbildīgās organizācijas, dokumentu iesniegšanas, aktualizācijas un uzturēšanas principi un izmaksas. Speciālie informācijas resursi.	3	4	2	5
Konsultācija.	8	0	12	0
Eksāmeni.	4	2	4	2
Kopā:	144	216	96	264

Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Spēj atrast un apkopot informāciju par jaunākiem pētījumiem saistītā tematiskā jomā.	Pārbaudes metodes: referāta noformēšana, diskusijas. Kritēriji: students izmanto vienu vai vairākus zinātniskās literatūras avotus, atbilstoši prasībām noformē atsauces uz zinātnisko literatūru un publikācijām, formulē savu viedokli, pamatojoties uz zinātnieku pētījumiem un atzinumiem.
Spēj izskaidrot un analizēt dabā un tehnoloģiskajās iekārtās notiekošos siltumapmaiņas un hidro- un aerodinamisko procesu fizikālo būtību un likumsakarības, izmantojot robežslāņa teorijas terminus un pamatlikumus.	Pārbaudes metodes: praktiskie darbi auditorijā, mājas aprēķinu darbi, diskusijas, referāta noformēšana un prezentācija, eksāmens. Kritēriji: students skaidro procesu likumsakarības, izmanto robežslāņa teorijas jēdzienus un pamatlikumus reālu procesu un objektu analīzei.
Spēj patstāvīgi veikt siltumtehniko un plūsmas mehānikas aprēķinus objektiem un iekārtām, kurās starp viskozām plūsmām notiek konvektīvā siltumapmaiņa.	Pārbaudes metodes: praktiskie darbi auditorijā, mājas aprēķinu darbi, diskusijas, referāts, eksāmens. Kritēriji: students veic siltumtehniko un plūsmas mehānikas aprēķinus.

Spēj noteikt eksperimentālās metodes un datormodelēšanas iespējas robežslāņa pētījumos.	Pārbaudes veidi: praktiskie darbi, diskusijas, referāts, eksāmens. Kritēriji: apkopo un salīdzina divas pētījumu eksperimentālās vai datormodelēšanas metodes. Izstrādā referātu ar zinātniskā pētījuma elementiem. Augstākam vērtējumam: analizē vairākas jaunākās metodes vai tehnoloģijas.
Spēj izprast mērījumu kļūdu noteikšanas, eksperimentālo datu apstrādes metodes un procesu modelēšanas tehnoloģijas.	Metodes: praktiskie darbi auditorijā, laboratorijas darbi, mājas aprēķinu darbi, diskusijas, projekta darbs, eksāmens. Kritēriji: spēj novērtēt mērījumu kļūdas, datu ticamību, pamatot datu apstrādes metodiku un datu apkopošanas veidu. Spēj raksturot procesu modelēšanas tehnoloģiju īpatnības.
Spēj sastādīt eksperimenta plānu un veikt aprēķinus pēc parauga atbilstoši metodikai.	Metodes: praktiskie darbi auditorijā, laboratorijas darbi, mājas aprēķinu darbi, diskusijas, projekta darbs, eksāmens. Kritēriji: studējošais izmanto eksperimentu plānošanas teorijas elementus darba plāna sagatavošanai.
Spēj noteikt eksperimentu/izmēģinājumu metodes un tehnoloģijas atbilstoši pētāmajam/testējamam objektam un patstāvīgi veikt galveno siltumfizikālo parametru tiešos mērījumus.	Metodes: praktiskie darbi auditorijā, laboratorijas darbi, mājas aprēķinu darbi, diskusijas, projekta darbs, tā prezentācija/eksāmens. Kritēriji: studējošais izmanto mērīšanas tehnisko līdzekļus atbilstoši izvēlētai metodei un pamato metodes izvēli, izskaidro tehnoloģijas īpatnības.
Spēj izstrādāt zinātniskās literatūras pārskata vai cita veida zinātnisko publikāciju vai lietišķās ievirzes ziņojumu aktuālā nozarē tematikā un uzstāties ar tā prezentāciju.	Metodes: praktiskie darbi, darbs ar zinātnisko literatūru, diskusijas, projekta darba noformējums. Kritēriji: studējošais izstrādā publikāciju vai ziņojumu atbilstoši norādījumiem. Prezentē to nodarbībā, zinātniskā konferencē vai nozarē organizētā pasākumā.
Spēj noteikt un analizēt pētījuma/eksperimenta/izmēģinājuma projekta resursus un izpildes nosacījumus atbilstoši prasībām.	Metodes: praktiskie darbi, diskusijas, projekta darbs, projekta darba prezentācija/eksāmens. Kritēriji: studējošais nosaka izvēlētam projektam nepieciešamos resursus un to avotus, analizē to atbilstību projekta un normatīvo aktu prasībām.

Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Darbs ar zinātnisko literatūru un referāta/projekta darba noformējums	10
Praktiskie un mājas aprēķinu darbi	30
Laboratorijas darbi	20
Referāts/projekta darba prezentācija/Eksāmeni	40
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		*			*	
2.	8.0	32.0	16.0	32.0		*			*	