

## RTU studiju kurss "Aerodinamika un lidojumu dinamika"

31000 Būvniecības un mašīnzinību fakultāte

## Vispārējā informācija

Kods	BM0801
Nosaukums	Aerodinamika un lidojumu dinamika
Studiju kursa statuss programmā	Obligātais/Ierobežotās izvēles
Atbildīgais mācībspēks	Sergejs Kuzņecovs - Doktors, Docents
Mācībspēks	Aloizs Lešinskis - Docents (praktiskais)
Apjoms daļās un kredītpunktos	1 daļa, 6.0 kredītpunkti
Studiju kursa īstenošanas valodas	LV, EN
Anotācija	Studiju kurss dod priekšstatu par lidmašīnas aerodinamiku. Tiek apskatīti spēki un momenti kas iedarbojas uz lidaparāta sastāvdaļām lidojuma laikā, šo spēku vadības principi un to atkarība no lidaparāta ģeometrijas, orientācijas un lidojuma ātruma. Tiek piedāvāti arī lidojuma dinamikas teorijas elementi. Tai skaitā lidmašīnas kustība gravitācijas, dzinēju vilkmes un aerodinamisko spēku un momentu iedarbības rezultātā. Lidojuma etapu, tāluma un ilguma aprēķini. Lidmašīnas stabilitātes un vadāmības parametri un to aprēķinu sakarības. Studiju kursā ir paredzēti laboratorijas darbi un individuālais aprēķinu darbs.
Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs	Studiju kursa mērķis ir sniegt zināšanas par teorētiskās un eksperimentālās aerodinamikas un lidojumu dinamikas metožu uzdevumiem un saturu, kā arī par to lietošanu praktiskiem mērķiem. Studiju kursa uzdevumi: - veidot zināšanas par galvenajām teorētiskās un eksperimentālās aerodinamikas likumsakarībām, aprēķinu un pētīšanas metodēm; - sniegt teorētiskās zināšanas par galvenajām lidojumu dinamikas pētīšanas metodēm un to lietošanas jomām; - sniegt praktiskas iemaņas eksperimentālā aerodinamikas jomā, izpildot laboratorijas darbus; - attīstīt praktiskas iemaņas lidojumu dinamikā, izpildot aprēķinu uzdevumus.
Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi	Darbs ar literatūru un lekciju prezentācijām. Studiju darba „Pasažieru lidmašīnas lidojuma režīmu, tāluma un ilguma aprēķins” individuāla varianta izpilde. Gatavošanās laboratorijas darbiem un to rezultātu noformēšana. Rakstisku atbilžu gatavošana uz eksāmena jautājumiem.
Literatūra	Obligātā/Obligatory: 1. John Anderson. Introduction to Flight 8th edition, McGraw-Hill Professional, 2015, 928p. 2. David A. Caughey. Introduction to Aircraft Stability and Control, Sibley School of Mechanical & Aerospace Engineering Cornell University Ithaca, New York, 2011, 153p. 3. A. Lešinskis. Metodiskie norādījumi studiju projektam Lidojuma dinamikā: "Lidojuma veikšanas aprēķini lidmašīnai" 2012, 40 lpp (elektroniska versija). Papildu/Additional: 1. E. L. Houghton, P. W. Carpenter, Steven H. Collicott, Daniel Valentine. Aerodynamics for Engineering Students 7th edition, Butterworth-Heinemann Ltd, 2016, 688p. 2. JAR CPL Course: 08000- Principles of Flight, 08100- Subsonic Aerodynamics). 1998.- 250 pp. 3. Aerodynamics, Aeronautics, and Flight Mechanics, 2/e Barnes W. McCormick// John Wiley & Sons, Inc., 1995 ISBN 0-471-57506-2 672 pages. 4. Ray Preston, Aerodynamics for Professional Pilots, 4th Edition – 2010, 213p. 5. V. Pavelko. Gaisakuģu aerodinamika // Mācību līdzeklis.- Rīga: RTU, 2009.- 258 lpp.
Nepieciešamās priekšzināšanas	Materiālā punkta ātrums un paātrinājums. Vielas masas nezūdamības likums. Kustības daudzuma izmaiņas likums. Ārējie un iekšējie spēki. Ņūtona likumi. Darbs un enerģija. Enerģijas saglabāšanas likums. Diferenciālās un integrālās skaitļošanas pamati.

## Studiju kursa saturs

Saturs	Pilna un nepilna laika klātienē studijas		Nepilna laika neklātienē studijas	
	Kontakt stundas	Patstāv. darbs	Kontakt stundas	Patstāv. darbs
Fluīdi to raksturojumi, fluīdu mehānika, tās sadaļas un pielietojums, Aerodinamika kā Fluīdu dinamikas sastāvdaļa. Fluīdu, tai skaitā gaisa, īpašības. Standartatmosfēra.	4	2	0	0
Kustības atgriezeniskuma princips. Eksperimentālās pētījumu metodes aerodinamikā, dimensiju un līdzības teorijas. Līdzības kritēriji. Vēja tuneļi.	3	3	0	0
Fluīdu kinemātika. Potenciāla un virpuļkustība. Plūsmas Nepārtrauktības vienādojums.	3	2	0	0
Fluīdu dinamika. Bernuli vienādojums un tā pielietojums.	3	3	0	0
Lamināra un turbulenta plūsmas. Robežslānis, tā atrašanās. Aerodinamiskās pretestības veidošanās un tās sastāvdaļas.	3	3	0	0
Aerodinamiskais profils, tā raksturojumi. Divdimensiju plūsma. Cēlējspēka veidošanās. Uzplūdes leņķis. Profila cēlējspēks un pretestība, profila polāra.	3	2	0	0
Spārna ģeometriskie un aerodinamiskie raksturojumi. Virpuļkustība ap spārnu. Induktīvā pretestība, tās aprēķini. Lidmašīnas polāra.	3	4	0	0
Virpuļu sliede aiz spārna. Spārna applūsmas vadība. Novelšanās, spārna autorotācija, grīste. Apledojuma un nosēdumu ietekme.	2	2	0	0
Spārna mehānizācija, tās nepieciešamība, darbība un pielietojums.	2	2	0	0

Gaisa saspiežamības ietekme uz aerodinamiskajiem parametriem. Maha skaitlis. Transskaņas (apskaņas) un virsskaņas lidojuma režīmi.	2	2	0	0
Taisni un slīpi blīvējuma lēcieni. Virsskaņas plūsmas izplešanās. Viļņa pretestība un tās samazināšana.	2	2	0	0
Rezultējošie spēki un momenti, kas darbojas uz lidaparātu, to pielikšanas punkti. Vadības orgāni. Lidojuma režīmi un etapi, to aprēķinu metodes.	2	2	0	0
Koordinātu sistēmas. Eilera leņķi. Kinemātiskās sakarības starp parametriem zemes un saistītajā koordinātu sistēmās.	2	2	0	0
Lidaparātu kustības diferenciālvienādojumi. Spēku un momentu projicēšana uz koordinātu sistēmu asīm. Lidmašīnas kustības sadalīšana garenkustībā un sānu kustībā.	2	2	0	0
Līdzsvarotie lidojuma režīmi. Vienmērīgs horizontāls lidojums, nepieciešamās un iespējamās vilkme un jauda. Svāra un lidojuma augstuma ietekmes. 1. un 2. lidojuma režīmi.	3	3	0	0
Horizontāla lidojuma raksturīgie ātrumi, ātrumu diapazons, tā atkarība no augstuma. Lidojuma griesti. Augstuma-ātruma diapazona diagrammu ekspluatācijas ierobežojumi.	2	2	0	0
Lidojuma augstuma uzņemšana; maksimālais trajektorijas slīpuma leņķis. Augstuma uzņemšanas vertikālā ātrumspeja, maksimālā vertikālā ātrumspeja. Vertikālās ātrumspejas polāra.	3	3	0	0
Nolaišanās (augstuma samazināšana). Planēšana. Vienmērīgas planēšanas režīms. Planēšanas polāra. Maksimālie planēšanas tālums un ilgums.	2	2	0	0
Lidojuma tālums un ilgums. Bregē (Breguet) tāluma un ilguma aprēķinu formulas propelleru un turboreaktīvajām lidmašīnām. Ekspluatācijas parametru ietekme uz lidojuma tālumu un ilgumu.	3	2	0	0
Uzlidošana. Uzlidošanas distance, raksturojošie ātrumi. Sabalansētā uzlidošanas distance, pārtraukta uzlidošana. Ieskrējiena, ieskrējiena garums. Uzlidošanas distances gaisa etaps.	3	3	0	0
Nosēšanās, nosēšanās posmi un distance. Uzlidošanas - nosēšanās parametru uzlabošana ar spārnu mehanizācijas palīdzību. Zemes tuvuma un ekspluatācijas parametru ietekme uz uzlidošanu un nosēšanos.	3	3	0	0
Vienmērīgs pagrieziena horizontālā plaknē, pareiza virāža, virāža ar slīdi. Līklīnijas kustība vertikālā plaknē. Manevrēšanas, jeb Ātruma –pārslodzes (V – n) diagramma.	2	2	0	0
Lidmašīnas stabilitāte, tās veidi. Īsperioda un ilgperioda kustības. Statiskā un dinamiskā stabilitāte, raksturojumi. Garenkustības statiskā stabilitāte, garenmoments, to veidojošās komponentes.	3	2	0	0
Lidmašīnas garenmomenta balansēšana, augstumstūres un trimmeru ietekme. Balansēšanai nepieciešamais augstumstūres atliekuma leņķis. Augstumstūres šarnīra moments un stūres kolonnas noslogojums.	3	2	0	0
Lidmašīnas sānu kustības statiskā stabilitāte un vadāmība. Virziena kustības līdzsvārs, moments, tā sastāvdaļas, statiskā stabilitāte, vadāmība. Sānsveres kustības šķērsmoments, momenta koeficients.	3	2	0	0
Lidmašīnas kustības dinamiskā stabilitāte, analīzes iespējas. Īsperioda un ilgperioda garenkustības. Aprēķini, izmantojot raksturvienādojuma saknes.	3	2	0	0
Sānu kustības raksturvienādojums un tā saknes. Sānsveres kustība, spirālkustība un holandiešu solis. Sānsveres kustības, spirālkustības un holandiešu soļa aproksimācijas.	3	2	0	0
Stabilitātes un vadāmības novērtēšana ar Kūpera-Harpera skalas palīdzību. Prasības stabilitātes un vadāmības raksturojumiem, standarti.	2	2	0	0
Studiju darbs. Pasažieru lidmašīnas lidojuma režīmu, tāluma un ilguma aprēķins.	6	15	0	0
<b>Kopā:</b>	<b>80</b>	<b>80</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

Sasniedzamie studiju rezultāti	Rezultātu vērtēšanas metodes
Pārzina aerodinamikas pamatus – šķidrums un gāzu īpašības, fluīdu kinemātiku un dinamiku, tai skaitā to galvenās likumsakarības.	Eksāmena jautājumi. Laboratorijas darbu “Gaisa plūsmas ātruma mērīšana” un “Pretestības spēka atkarība no ķermeņa raksturīgā laukuma” aizstāvēšana.
Pārzina potenciālas un viskozas gaisa plūsmu galvenās īpašības un robežslāņa teorijas pamatus. Prot novērtēt teorētiskās un eksperimentālās aerodinamikas metodes un pielietot tās praksē.	Eksāmena jautājumi. Laboratorijas darbu “Pretestības spēka atkarība no plūsmas ātruma”, “Ķermeņa formas ietekme uz pretestības spēku” un “Sfēras aerodinamiskās pretestības krīze” aizstāvēšana.
Pārzina aerodinamiskais profila raksturojumus. Spēj izskaidrot cēlējspēka veidošanos atkarībā no uzplūdes leņķa.	Eksāmena jautājumi.
Pārzina galīga vēziena spārna raksturojumus. Spēj izskaidrot induktīvās pretestības un virpuļu sliedes veidošanos. Izprot lidmašīnas polāras nozīmi un raksturojošos parametrus	Eksāmena jautājumi. Laboratorijas darba “Spārna cēlējspēka un pretestības spēka koeficienti atkarība no uzplūdes leņķa un stūres uzstādīšanas leņķa. Spārna polāra.” aizstāvēšana.
Spēj izskaidrot gaisa saspiežamības ietekmi uz aerodinamiskajiem parametriem, blīvējuma lēcieni un viļņa pretestības veidošanos pie lieliem lidojuma ātrumiem.	Eksāmena jautājumi.
Spēj veikt aptuvenus aprēķinus lidojuma norisē (lidojuma režīmu un etapu aprēķinos), izmantojot lidmašīnas aerodinamiskos, ģeometriskos, masas un spēka iekārtas parametrus.	Eksāmena jautājumi. Studiju darba “Pasažieru lidmašīnas lidojuma režīmu, tāluma un ilguma aprēķins” individuālā varianta izpildes vērtējums.
Spēj novērtēt lidmašīnas statisko stabilitāti un vadāmību konkrētos lidojuma apstākļos.	Eksāmena jautājumi.
Spēj novērtēt lidmašīnas dinamisko stabilitāti, izmantojot raksturvienādojumu saknes.	Eksāmena jautājumi.
Orientējas automātikas un citu ierīču pielietošanā lidaparātu stabilitātes un vadāmības parametru koriģēšanai.	Eksāmena jautājumi.

### Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

Kritērijs	% no kopējā vērtējuma
Studiju darbs	30
Laboratorijas darbi	20
Eksāmens	50
Kopā:	100

***Studiju kursa plānojums***

Daļa	KP	Stundas			Pārbaudījumi		
		Lekcijas	Prakt d.	Laborat	Ieskaite	Eksām.	Darbs
1.	6.0	48.0	16.0	16.0		*	