

**RTU studiju kurss "Ciparu signālu apstrāde aerokosmiskajos lietojumos"**

31000 Būvniecības un mašīnzinību fakultāte

**Vispārējā informācija**

|                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-----------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Kods                                                | TAA543                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Nosaukums                                           | Ciparu signālu apstrāde aerokosmiskajos lietojumos                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Studiju kursa statuss programmā                     | Obligātais/Ierobežotās izvēles; Brīvās izvēles                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Atbildīgais mācītspēks                              | Deniss Brodņevs - Doktors, Docents                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| Mācītspēks                                          | Olafs Slabkovskis - Asistents                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| Apjoms daļās un kredītpunktos                       | 1 daļa, 6.0 kredītpunkti                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Studiju kursa īstenošanas valodas                   | LV, EN                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| Anotācija                                           | Studiju kurss ietver ciparu signālu apstrādes principu un lietošanas apguvi dažādos aerokosmiskajos lietojumos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| Mērķis un uzdevumi, izteikti kompetencēs un prasmēs | Studiju kursa mērķis ir iemācīt digitālās signālu apstrādes (DSP) principus, pielietojumu, kā arī programmatūras un aparatūras ieviešanu aerokosmisko sakaru, attāluma noteikšanas un aerofotografēšanas sistēmās.<br>Studiju kursa uzdevums ir nodrošināt studentiem plašas zināšanas par digitālo signālu apstrādes galvenajiem aspektiem aerokosmiskajos lietojumos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |
| Patstāvīgais darbs, tā organizācija un uzdevumi     | Pēc parametriem definēta ciparu filtru sintēze.<br>Radio navigācijas (VOR, DME, ILS) signālu ciparu sintēze.<br>Radio navigācijas signālu ciparu apstrāde.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Literatūra                                          | Obligātā/Obligatory:<br>1. Understanding Digital Signal Processing, Richard Lyons, Pearson, 2010. 954 pages.<br>2. RF and Baseband Techniques for Software Defined Radio, Peter Kenington, Artech House, 2005. 337 pages.<br>3. Signal Processing in Digital Communications, George J. Miao, Artech House, 2006. 515 pages.<br>4. Global Aeronautical Communications, Navigation, and Surveillance (CNS): Theory, Stojce Dimov Ilcev, American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), 2013. 509 pages.<br>5. Global Aeronautical Communications, Navigation, and Surveillance (CNS): Applications, Stojce Dimov Ilcev, American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), 2013. 603 pages.<br>6. Introduction to Radar Using Python and MATLAB, Lee Andrew Harrison, Artech House, 2019. 474 pages.<br>7. Object Detection and Recognition in Digital Images: Theory and Practice, Boguslaw Cyganek, John Wiley & Sons, Incorporated, 2013. 528 pages.<br>8. OpenCV 3.x with Python by Example: Make the Most of OpenCV and Python to Build Applications for Object Recognition and Augmented Reality, 2nd Edition, Gabriel Garrido Calvo, Joshi Prateek. Packt Publishing, Limited, 2018. 244 pages.<br>Papildu/Additional:<br>1. Digital Signal Processing Laboratory, B. Preetham Kumar, Taylor & Francis Group, 2010. 279 pages.<br>2. Computer Vision: Algorithms and Applications, 2nd edition, Richard Szeliski, Springer, 2022. 947 pages.<br>3. Digital Signal and Image Processing Using MATLAB, Volume 2: Advances and Applications-the deterministic case, Gerard Blanchet and Charbit Maurice, John Wiley & Sons Incorporated, 2015. 261 pages. |
| Nepieciešamās priekšzināšanas                       | Matemātika.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

**Studiju kursa saturs**

| Saturs                                                                                                                                                                                                                                                                             | Pilna un nepilna laika klātienes studijas |                | Nepilna laika neklātienes studijas |                |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------|----------------|------------------------------------|----------------|
|                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Kontakt stundas                           | Patstāv. darbs | Kontakt stundas                    | Patstāv. darbs |
| Diskrētas sekvenču un sistēmas:<br>- izprast diskrētas secības un to apzīmējumus;<br>- signāla amplitūdas, lieluma un jaudas definīcijas;<br>- apstrādes apzīmējuma simboli;<br>- lineāro un nelineāro sistēmu pārskats;<br>- laika invariantu sistēmu pārskats un pamat īpašības. | 2                                         | 0              | 0                                  | 0              |
| Periodiska diskretizācija:<br>- aizstājvārds un Naikvista kritērijs;<br>- zemas frekvences signālu diskretizācija;<br>- frekvenču joslas saplēšana un spektrālā inversija.                                                                                                         | 4                                         | 0              | 0                                  | 0              |
| Diskrētā Furjē transformācija (DFT):<br>- DFT vienādojums;<br>- DFT īpašības.<br>- DFT logi<br>- inversā DFT                                                                                                                                                                       | 6                                         | 2              | 0                                  | 0              |
| Ātrās Furjē transformācijas (FFT) pamati:<br>- no DFT uz FFT.                                                                                                                                                                                                                      | 2                                         | 1              | 0                                  | 0              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |    |    |   |   |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|----|---|---|
| Galīgas impulsa atbildes (FIR) filtri:<br>- FIR filtru struktūra;<br>- konvolūcijas jēdziens;<br>- konvolūcija FIR filtros;<br>- zemfrekvenču, joslas un augstfrekvenču FIR filtri.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 6  | 20 | 0 | 0 |
| Bezgalīgas impulsa atbildes (IIR) filtri:<br>- IIR filtru izveide;<br>- Laplasa transformācija IIR filtros;<br>- z-transformācija IIR filtros;<br>- IIR filtru stabilitāte.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         | 4  | 20 | 0 | 0 |
| Signālu ar kvadratūras modulācijas pamati:<br>- reālu signālu attēlošana, izmantojot komplekso plakni;<br>- "negatīvās frekvences" jēdziens;<br>- kvadrāturu signāli frekvenču telpā;<br>- kvadrāturu signālu konvertācija uz leju.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | 2  | 1  | 0 | 0 |
| Ievads diskrētajā Hilberta transformācijā:<br>- Hilberta transformācijas definīcija;<br>- Hilberta transformācijas pielietošana ciparu apstrādes algoritmos.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        | 2  | 0  | 0 | 0 |
| Ievads ciparu datu formātos:<br>- skaitļi ar fiksēto decimālo komatu;<br>- skaitļi ar peldējušo decimālo komatu.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 2  | 0  | 0 | 0 |
| Kontroldarbs.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2  | 0  | 0 | 0 |
| Programmiski vadāmā radio (SDR) principi:<br>- viena nesēja uztvērēja izmantošana civilajos AM(R)S aviācijas balss sakaros;<br>- viena nesēja uztvērēja izmantošana civilajos AM(R)S aviācijas datu sakaros (D8PSK, m-PSK (m=2,4,8));<br>- viena nesēja programmatūras definēta uztvērēja struktūra un aparatūras komponenti;<br>- vairāku nesēju uztvērēja izmantošana civilajos AMS(R)S aviācijas datu un VoIP sakaros;<br>- vairāku nesēju programmatūras definēta uztvērēja struktūra un aparatūras komponenti;<br>- frekvences digitālā lejupvērsta konvertēšana;<br>- uztvērēja selektivitātes nodrošināšana. | 10 | 20 | 0 | 0 |
| Cietvielu digitālais kabīnes balss pašrakstītājs (CVR):<br>- CVR pārskats;<br>- balss audio saspiešana un glabāšana.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | 4  | 1  | 0 | 0 |
| Impulsu radars:<br>- impulsu RADARA ciparu uztvērēji;<br>- impulsu RADARA datu apstrāde.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            | 6  | 2  | 0 | 0 |
| Gaisā uzņemto fotogrāfiju apstrāde:<br>- attēlu apstrādes pamati: ģeometriskā transformācija, krāsu filtri, kontūru noteikšana;<br>- objektu noteikšana un izsekošana: formu un objektu noteikšana;<br>- objektu izsekošana;<br>- objektu atpazīšanas pamati.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 10 | 25 | 0 | 0 |
| Kontroldarbs.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | 2  | 0  | 0 | 0 |
| Eksāmens.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | 4  | 0  | 0 | 0 |
| Kopā:                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | 68 | 92 | 0 | 0 |

#### Sasniedzamie studiju rezultāti un to vērtēšana

| Sasniedzamie studiju rezultāti                                                                        | Rezultātu vērtēšanas metodes                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| Spēj aprakstīt aerokosmiskajās sakaru sistēmās izmantoto digitālo uztvērēju funkcionālos blokus.      | Kontroldarbi. Eksāmens.                     |
| Spēj aprakstīt aviācijas navigācijas sistēmās izmantoto digitālo uztvērēju funkcionālos blokus.       | Kontroldarbi. Eksāmens.                     |
| Spēj pielietot ciparu apstrādes pamatpaņēmienus.                                                      | Praktiskie darbi. Kontrolradarbi. Eksāmens. |
| Spēj izvēlēties veidu un to pielietot ciparu apstrādi, ko pašlaik izmanto aerokosmiskajā inženierijā. | Praktiskie darbi. Kontrolradarbi. Eksāmens. |

#### Studiju rezultātu vērtēšanas kritēriji

| Kritērijs        | % no kopējā vērtējuma |
|------------------|-----------------------|
| Kontroldarbi     | 30                    |
| Praktiskie darbi | 30                    |
| Eksāmens         | 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 | 3.0      | 1.0      | 0.0     |              | *      |       | *                           |        |       |