

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS

STUDIJŲ MODULIO

Mobiliųjų mašinų ir geležinkelių transporto katedra

A dalis

Modulio pavadinimas

Transporto priemonių netiesinė dinamika

Modulio pavadinimas (anglų kalba)

Nonlinear Vehicle Dynamics

Modulio grupė	Studijų dalyko
Modulio blokas	Mokslų krypties doktorantūros komiteto nustatyti dalykai
Priklausomybė	Katedros

Mokslų krypties ir srities kodas		Studijos
T 003	T 000	Doktorantūros

Modulio kodas

Fakultetas Katedra B, A, M, I, D Modulio Nr.*

T	I	M	G	D	20102
---	---	---	---	---	-------

* modulio registracijos numeris katedroje

Kreditai

Iš viso: Iš jų: KD, KS, KP

9	0
---	---

Atsiskaitymo forma

I, E1, E2, E, BE, BD, TD, A KD, KS, KP

E	
---	--

Studijų forma

Paskaitoms

Lab. darbas

Pratyboms

Aud. darbui

Sav. darbui

Iš viso

Nuolatinės studijos	F	48	0	16	64	176	240
Iššestinės studijos	I						

Modulio tikslas

Suteikti išsamias žinias apie transporto priemonių dinaminį procesą, jų ypatumus, problemas, išugdyti gebėjimus suprasti vykstančius fizinius procesus, juos matematiškai aprašyti, mokėti pasirinkti sprendimo metodus.

Modulio tikslas (anglų kalba)

To provide detailed knowledge about vehicle dynamics processes, problems, their characteristics, mathematical modelling, to develop skills to understand the physical processes occurring in them are described mathematically and to choose solution method

Suteikiamos žinios ir gebėjimai

Suteikiamos žinios apie transporto priemonių dinaminį procesą, įvertinant netiesiškumus bei gebėti sukurti dinaminį procesų matematinius modelius ir atlikti dinaminį procesų tyrimus.

Suteikiamos žinios ir gebėjimai (anglų kalba)

Provided knowledge about vehicle dynamic processes, taking into account non-linearities and be able to create a mathematical model of dynamic processes and make dynamic processes.

Modulio anotacija

Transporto priemonė (TP) nagrinėjama kaip sudėtinga dinaminė sistema, kurią sudaro kieti ir deformuojami tarpusavyje sujungti netiesiniai fiziniai (mechaniniai, hidrauliniai, pneumatiniai ir elektriniai) ryšiai. Nagrinėjami sausumos, vandens ir oro transporto priemonių (automobiliai, ratiniai traktoriai, lokomotyvai, vagonai, vagonai-cisternos, laivai, lėktuvai ir kt) dinaminiai procesai. TP dinaminiai procesai aprašomi netiesinėmis diferencialinėmis lygtimis. Kelių nelygumų charakteristikos. Ratų sąveikos su kelių paviršiumi teorijos. TP rato matematiniai modeliai. Deformuojamo rato matematinis modelis panaudojant BEM, įvertinant padangos dinaminį, hidrodinaminį ir termodinaminį procesus. Rato sąveikos su vandens sluoksniu esančio ant kelių paviršiaus (akvaplanavimas, Reinoldso lygtis). TP svyravimai priverstiniai ir stochastiniai svyravimai, komfortabilumas. TP judėjimo stabilumas, stabilumo analizė ir stabilumo zonų tyrimas. TP stabdymo proceso dinamika. Lapunovo ekspon

Modulio anotacija (anglų kalba)

The vehicle considered as a complex dynamic system consisting of rigid and deformable bodies that are interconnected nonlinear physical (mechanical, hydraulic, pneumatic and electrical) connections. Analyzed the land, water and air vehicles (cars, wheeled tractors, locomotives, wagons, tank wagons, boats, airplanes, etc.) dynamic processes. Vehicle dynamic processes described by nonlinear differential equations. Road roughness characteristics. Wheel interaction with the road surface theories. The vehicle wheel mathematical models, their comparison and analysis. Deformable wheel mathematical model using the FEM for evaluating the tire dynamic, thermodynamic and hydrodynamic processes. Wheel interaction with a layer of water on the road surface (aquaplaning, Reynolds equation). The vehicle stochastic vibrations, comfort. Stability of vehicles, the stability analysis and stability Investigation zones. The vehicle anti-lock braking system (ABS) mathematical models. Dynamics of vehicle brak

Literatūra (autorius, leidinio pavadinimas, leidykla, metai)

1. Ružinskas, Andrius; Giessler, Martin; Gauterin, Frank; Wiese, Klaus; Bogdevičius, Marijonas. Experimental investigation of tire performance on slush // Eksploatacija i niezawodnosc - Maintenance and reliability. Warsaw : Polish Maintenance Society. ISSN 1507-2711. eISSN 1507-2711. 2021. vol. 23. i
2. Žuraulis V., Sivilėvičius H., Šabanovič E., Ivanov, V., Skrickij V. Variability of Gravel Pavement Roughness: An Analysis of the Impact on Vehicle Dynamic Response and Driving Comfort. Applied Science, 2021, 11(16)
3. Skrickij V., Šabanovič E., Žuraulis V. Autonomous road vehicles: recent issues and expectations, IET Intelligent Transport Systems, 2020.
4. Šabanovič E., Žuraulis V., Prentkovskis O., Viktor Skrickij Sensor, Identification of Road-Surface Type Using Deep Neural Networks for Friction Coefficient Estimation. Sensor, 2020.
5. Bogdevičius M., Rožytė D.. Investigations of Short - Term Maneuvering Behavior of Vehicles Moving on Snowy Roads. Proceedings of 24th International Scientific Conference. Transport Means 2020. p.496-500.
6. Bogdevičius, Marijonas [Bogdevičius, Marijonas]; Žygyienė, Rasa [Žygyienė, Rasa]; Bureika, Gintautas; Dailidka, Stasys. An analytical mathematical method for calculation of the dynamic wheel-rail impact force caused by wheel flat // Vehicle system dynamics : International Journal of Vehicle Mechani

7. M. Bogdevičius. Transporto priemonių dinamika: Vilnius: Technika, 2012, 205 p.
8. Bogdevičius M. Transporto mašinų transmisijų dinamika, Vilnius "Technika", 2012.
9. Bogdevičius M. , Prentkovskis O. Hidraulinių ir pneumatinių sistemų dinamika, Vilnius: Technika, 2003. 253 p.
10. Bogdevičius M. Mechatroninių sistemų ir elementų modeliavimas. KTU "Technologija" , 2008., 266 p.
11. Pacejka H. B. Tyre and Vehicle Dynamics. Third edition, 2012. 10.
12. Karnopp, Dean C. Vehicle dynamics, stability, and control, 2013.
13. Pytko, Jarosław Dynamics of wheel-soil systems : a soil stress and deformation-based approach, 2013.
14. Jazar, Reza N. Vehicle dynamics : theory and application, 2009.
15. Genta G. Motor vehicle dynamics : modeling and simulation, 2008.
16. Gillespie T.D. Fundamentals of Vehicle Dynamics, 1992.
17. Georg Rill Vehicle Dynamics: fundamentals and modeling, 2012.
18. Jingsheng Yu, Vladimir Vantsevich .Control Applications of Vehicle Dynamics, 2021.
19. Ludwig, C., & Kim, C. Influence of testing surface on tire lateral force characteristics. München: Springer Fachmedien. (2017).
20. Schuetz, T. Aerodynamics of Road Vehicles, Fifth Edition. SAE. (2015)

Savarankiško darbo turinys

Užduoties pavadinimas	Sav. darbo apimtis vienai užduočiai					Užduočių skaičius				Iš viso valandų			
	Rėžis	Priimta				NL(S)	I(S)	I(T)	NL(T)	NL(S)	I(S)	I(T)	NL(T)
		NL(S)	I(S)	I(T)	NL(T)								
Baigiamasis egzaminas	40-160	60				1				60			
Kitos savarankiškos studijos	1-200	76				1				76			
Pasirengimas atsiskaitymui	16-40	40				1				40			

Modulio sudarytojai (vardas,pavardė)
Marijonas Bogdevičius
Olegas Prentkovskis

Modulio egzaminuotojai (vardas, pavardė):
Marijonas Bogdevičius
Olegas Prentkovskis

Katedros vedėjas (vardas, pavardė):
Marijonas Bogdevičius

Doktorantūros komisijos nutarimas

1. Modulis atestuojamas			
2. Modulis skirtas mokslo kryptims:	Transporto inžinerija		
3. Modulio atestacija galioja: nuo	2024-01-02	iki	2028-01-01

Modulį atestavo
Mokslo krypties doktorantūros komisijos pirmininkas (vardas, pavardė)

Gintautas Bureika

Data 2024-06-27

VILNIAUS GEDIMINO TECHNIKOS UNIVERSITETAS
STUDIJŲ MODULIO

Mobiliųjų mašinų ir geležinkelių transporto katedra

B dalis

Modulio pavadinimas

Transporto priemonių netiesinė dinamika

Modulio pavadinimas (anglų kalba)

Nonlinear Vehicle Dynamics

Modulio kodas

Kreditai

Atsiskaitymo forma

Fakultetas				Katedra		B, A, M, I, D		Modulio Nr.*		Iš viso:		Iš jų: KD, KS, KP		I, E1, E2, E, BE, BD, TD, A		KD, KS, KP	
T	I	M	G	D	20102				9	0			E				

* modulio registracijos numeris katedroje

Studijų forma

Paskaitoms

Lab. darbams

Pratyboms

Aud. darbui

Sav. darbui

Iš viso

Nuolatinės studijos	F	48	0	16	64	176	240
Išstėtinės studijos	I						

Paskaitų temų sąrašas

Temos (darbo) pavadinimas	Valandų skaičius			
	NL(S)	I(S)	I(S)	NL(T)
1. Transporto priemonės, pagrindinės sistemos, sistemose vykstantys fiziniai reiškiniai (Gyroskopinis efektas, akvaplanavimas, hidrodinaminio pleišto efektas, hidraulinis	4			
2. Transporto priemonė - yra netiesinė dinaminė sistema. Fazinė erdvė, atraktoriai. Chaotinės sistemos samprata. Netiesinės dinaminės sistemos charakteristikos (tamprumo	4			
3. Kietųjų kūnų kontaktas. Kontakto zonos nustatymas. Kontakto jėgų matematiniai modeliai.	2			
4. Trinties jėga. Santykinis slydimas, sankibio koeficientas. Trinties jėgų matematiniai modeliai.	4			
5. Kelių nelygumų charakteristikos bei jų matematinis modeliavimas.	2			
6. Padangų modeliai (Lugre, Paceikos, HSRI, Dugofo, elastingos padangos modeliai).	3			
7. Geležinkelio aširačio sąveikos su bėgiu teorijos (Herco ir Kalkerio teorija, Euristinis netiesinis modelis, Miulerio modelis).	3			
8. Skysčio ir deformuojamo kūno sąveika. Reinoldso lygtis. Slėgio pasiskirstymas kontakte. Akvaplanavimo reiškinys.	4			
9. Kietojo kūno padėtis erdvėje. Posūkio kampai (Kardano, Oilerio kampai). Posūkio matrica.	4			
10. Transporto priemonės dinaminis modelis.	3			
11. Transporto priemonės judėjimo lygčių užrašymo metodai (Antrasis Niutono metodas, Lagranžo pirmojo ir antrojo laipsnio lygtys, Hamiltono principas.	3			
12. Netiesinės dinaminės sistemos linearizavimas. Tikrinės reikšmės ir vektoriai. Dinaminės sistemos stabilumas. Stabilumo samprata. Liapunovo funkcija, Liapunovo	4			
13. Netiesinės dinaminės sistemos tyrimo metodai (Harmoninės linearizacijos metodas, Harmoninė analizė, Harmoninio balanso metodas)	4			
14. Netiesinių dinamikos lygčių sprendimo metodai.	2			

15. Transporto priemonės stacionarus atsitiktiniai virpesiai.	2			
Iš viso:	48			

Pratybų temų sąrašas

Temos (darbo) pavadinimas	Valandų skaičius			
	NL(S)	I(S)	I(S)	NL(T)
1. Kelių nelygumų charakteristikų matematinis modeliavimas	2			
2. Kietų kūnų dinamika, įvertinant kūnų kontaktą.	2			
3. Trinties jėgų modeliavimas, rato ir kelio sąveika.	2			
4. Padangų modelių (Lugre, Paceikos, HSRI, Dugofa, elastingos padangos modeliai) taikymas.	2			
5. Geležinkelio ašračio sąveikos su bėgiu teorijų (Herco ir Kalkerio teorija, Euristinis netiesinis modelis, Miulerio modelis) taikymas.	2			
6. Akvaplanavimo reiškinių modeliavimas (Reinoldso lygtis. Slėgio pasiskirstymas kontakte).	2			
7. Dinaminės sistemos stabilumo tyrimas.	2			
8. Netiesinės dinaminės sistemos tyrimas naudojant (Harmoninės linearizacijos metodas, Harmoninė analizė, Harmoninio balanso metodas).	2			
9. Transporto priemonės stacionarus atsitiktiniai virpesiai.	2			
Iš viso:	18			

Modulio sudarytojai (vardas,pavardė) **Modulio egzaminuotojai** (vardas, pavardė): **Katedros vedėjas** (vardas, pavardė):

Marijonas Bogdevičius	Marijonas Bogdevičius	Marijonas Bogdevičius
Olegas Prentkovskis	Olegas Prentkovskis	

Doktorantūros komisijos nutarimas

1. Modulio atestuojamas			
2. Modulio skirtas mokslo krypties:	Transporto inžinerija		
3. Modulio atestacija galioja: nuo	2024-01-02	iki	2028-01-01

Modulį atestavo
Mokslo krypties doktorantūros komisijos pirmininkas (vardas, pavardė)

Gintautas Bureika	Data	2024-06-27
-------------------	------	------------