

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY STUDY MODULE CARD

Department of Mobile Machinery and Railway Transport

A dalis

Modulio pavadinimas

Transporto priemonių netiesinė dinamika

Module title

Nonlinear Vehicle Dynamics

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

**Mokslo krypties ir
srities kodas**

Studijos

T 003	T 000	Doktorantūros
--------------	--------------	----------------------

Module code

Faculty

Department

B, A, M, I, D

Module No.*

Credits

Total

Iš jų: KD, KS, KP

Form of evaluation

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. 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.

Aim of module

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.

Provided knowledge and skills

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

Module annotation

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

Literature (author, title of publication, publisher, year)

1. Ružinskas, Andrius; Giessler, Martin; Gauterin, Frank; Wiese, Klaus; Bogdevičius, Marijonas. Experimental investigation of tire performance on slush // Eksploatacja i niezawodność - 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]; Žygienė, Rasa [Žygienė, 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, Jaroslaw 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

Module examiners (name, surname):
Marijonas Bogdevičius
Olegas Prentkovskis

Katedros vedėjas (vardas, pavardė):
Marijonas Bogdevičius

Doktorantūros komisijos nutarimas

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

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

Gintautas Bureika

Data 2024-06-27

VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY STUDY MODULE CARD

Mobiliųjų mašinų ir geležinkelių transporto katedra

B dalis

Modulio pavadinimas

Transporto priemonių netiesinė dinamika

Module title

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
Iššęstinės studijos	I						

List of the Course lecture topics

Lecture topics	Number of hours			
	NL(S)	I(S)	I(S)	NL(T)
1. Vehicle, main systems, physical phenomena in systems (gyroscopic effect, hydroplaning, hydrodynamic wedge, water hammer).	4			
2. The vehicle is a non-linear dynamic system. Phase space, attractors. The concept of a chaotic system. Nonlinear Dynamic Characteristics of the System.	4			
3. Contact with solids. Setting the contact zone. Mathematical models of contact forces.	2			
4. Force of friction. Relative slip, adhesion coefficient. Mathematical models of friction forces.	4			
5. Characteristics of road irregularities and their mathematical modeling.	2			
6. Tire models (Lugre, Paceika, HSRI, Dugoff, elastic tire models).	3			
7. Theories of railway wheel-rail interaction (the theory of Hertz and Kalker, heuristic non-linear model, Muller model).	3			
8. Interaction of a liquid and a deformable body. Reynolds equation. Pressure distribution in contact. The phenomenon of hydroplaning.	4			
9. Position of a rigid body in space. Rotation angles (Cardan's and Euler's angles). Rotation matrix.	4			
10. Dynamic models of vehicle.	3			
11. Methods to obtain the equations of motion of vehicles (Newton's second method, Lagrange's equations of the first and second degrees, Hamilton's principle.	3			
12. Linearization of a nonlinear dynamical system. True values and vectors. Stability of a dynamic system. The concept of stability. Lyapunov function.	4			
13. Methods for studying nonlinear dynamic systems (harmonic linearization method, harmonic analysis, harmonic balance method).	4			
14. Methods for solving equations of nonlinear dynamics.	2			

15. Stationary random vibrations of a vehicle.	2			
In total:	48			

List of the Course exercise topics

Lecture topics	Number of hours			
	NL(S)	I(S)	I(S)	NL(T)
1. Mathematical calculations of the characteristics of several irregularities.	2			
2. Dynamics of rigid bodies under conditions of body contact.	2			
3. Simulation of friction forces, interaction of the wheel with the road.	2			
4. Tire models (Lugre, Paceika, HSRI, Dugoff, elastic tire models).	2			
5. Theories of interaction of railway wheels (Theory of Hertz and Kalker, heuristics nonlinear model, Muller model).	2			
6. Modeling of the hydroplaning phenomenon (Reynold's the equation. Pressure distribution contacts).	2			
7. Study of the stability of a dynamic system.	2			
8. Study of a nonlinear dynamic system using (harmonic linearization method, harmonic balance method).	2			
9. Stationary random vibrations of vehicle.	2			
In total:	18			

Compilers of the module (name,surname) **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 krypčiai:	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