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.*
T	I M G	D	20102

* modulio registracijos numeris katedroje

Credits

Total	Iš jų: KD, KS, KP
9	0

Form of evaluation

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

Studijų forma		Paskaitoms	Lab. darbams	Pratyboms	Aud. darbui	Sav. darbui	Iš viso
Nuolatinės studijos	F	48	0	16	64	176	240
Ištęstinės studijos	I						

Modulio tikslas

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

Aim of module

To provide detailed knowlegde about vehicle dynamics proceses, problems, their characteristics, mathematical modelling, to develop skilss to understand the physicals processes occuring in them are described mathematically and to choose solution met

Suteikiamos žinios ir gebėjimai

Suteikiamos žinios apie transporto priemonių dinaminius procesus, įvertinant netiesiškumus bei gebėti sukurti dinaminių procesų matematinius modelis ir atlikti dinaminių 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 netiesiniais fiziniais (mechaniniai, hidrauliniai, pneumatiniai ir elektriniai) ryšiais. 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 kelio paviršiumi teorijos. TP rato matematiniai modeliai. Deformuojamo rato matematinis modelis panaudojant BEM, įvertinant padangos dinaminius, hidrodinaminius ir termodinaminius procesus. Rato sąveikos su vandens sluoksniu esančio ant kelio 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 niezawodnosc - Maintenance and reliability. Warsaw : Polish Maintenance Society. ISSN 1507-2711. eISSN 1507-2711. 2021, vol. 23, i
2. Žuraulis V., Sivilevičius 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 [Bogdevicius, Marijonas]; Žygienė, Rasa [Zygienė, Rasa]; Bureika, Gintautas; Dailydka, 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 edtion, 2012. 10.
12. Karnopp, Dean C. Vehicle dynamics, stability, and control, 2013.
13. Pytka, 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. Gillestipe 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)	**Module examiners** (name, surname):	**Katedros vedėjas** (vardas, pavardė):
Marijonas Bogdevičius	Marijonas Bogdevičius	Marijonas Bogdevičius
Olegas Prentkovskis	Olegas Prentkovskis	

Doktorantūros komisijos nutarimas

1. Modulis atestuojamas				
2. Modulis 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

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	Į, 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
Ištęstinės 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,surnaı**Modulio egzaminuotojai** (vardas, pavardė): **Katedros vedėjas** (vardas, pavardė):

Marijonas Bogdevičius Marijonas Bogdevičius Marijonas Bogdevičius
Olegas Prentkovskis Olegas Prentkovskis

Doktorantūros komisijos nutarimas

1. Modulis atestuojamas
2. Modulis 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