

# VILNIUS GEDIMINAS TECHNICAL UNIVERSITY STUDY

## MODULE CARD

### Department of Mobile Machinery and Railway Transport

#### A dalis

Modulio pavadinimas

**Transporto priemonių transmisijų dinamika ir modeliavimas**

Module title

**Dynamics and Mathematical Simulation of Vehicle Transmissions**

|                |                                   |
|----------------|-----------------------------------|
| Modulio grupė  | Studijų dalyko                    |
| Modulio blokas | Doktorantūros specialybės dalykai |
| Priklausomybė  | Katedros                          |

Mokslų 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             | 20206       |

Credits

|       |                   |                    |                             |            |
|-------|-------------------|--------------------|-----------------------------|------------|
| Total | Iš jų: KD, KS, KP | Form of evaluation | I, E1, E2, E, BE, BD, TD, A | KD, KS, KP |
| 6     | 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          | 96          | 160     |
| Iššėstinės studijos | I |            |             |           |             |             |         |

#### Modulio tikslas

Suteikti išsamias žinias apie transporto priemonių transmisijų dinaminį procesą, problemas, matematinį modeliavimą, jų ypatumus, išugdyti gebėjimus suprasti vykstančius fizinius procesus, juos matematiškai aprašyti, mokėti teisingai pasirinkti spr

#### Aim of module

To provide detailed knowledge about vehicle transmissions, dynamic processes, problems, mathematical modeling, their characteristics, to develop skills to understand the physical processes occurring in them are described mathematically, to pay the co

#### Suteikiamos žinios ir gebėjimai

Nagrinėjami transporto priemonių transmisijose vykstantys dinaminiai procesai. Transmisijų elementų netiesinės charakteristikos. Dviejų kūnų sąveikos teorijos. Krumpliciųjų sukabinimo charakteristikos. Transmisijos elementų judėjimo lygtys. Pagrindinių transmisijos elementų matematiniai modeliai. Transmisijos elementų su stochastiniais parametrais matematiniai modeliai.

#### Provided knowledge and skills

Vehicle transmissions dynamics processes are investigated. Transmission elements of nonlinear characteristics. Two-body interaction theories. Gear coupling characteristics. Transmission element equations of motion. Mathematical models of transmission elements. Mathematical models of transmission elements with stochastic parameters. Research methods of dynamics processes of vehicle transmission.

#### Modulio anotacija

Nagrinėjami transporto priemonių transmisijose vykstantys dinaminiai procesai. Transmisijų elementų netiesinės charakteristikos. Dviejų kūnų sąveikos teorijos. Krumpliciųjų sukabinimo charakteristikos.

Transmisijos elementų judėjimo lygtys. Pagrindinių transmisijos elementų matematiniai modeliai. Transmisijos dinaminio proceso tyrimo metodai.

#### Module annotation

Vehicle transmissions dynamics processes are investigated. Transmission elements of nonlinear characteristics. Two-body interaction theories. Gear coupling characteristics. Transmission element equations of motion. Mathematical models of transmission elements. Research methods of dynamics processes of vehicle transmission.

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

1. Bogdevičius M. Transporto mašinų transmisijų dinamika, Vilnius "Technika", 2012.
2. Bogdevičius M., Prentkovskis O. Hidraulinių ir pneumatinių sistemų dinamika, Vilnius: Technika, 2003. 253 p.
3. Bogdevičius M. Mechatroninių sistemų ir elementų modeliavimas. KTU "Technologija", 2008., p. 266.
4. Spruogis B., Turla V., Jakštas A., Bogdevičius V., Hantel P. Sukomomojo judesio perdavimų ir stabilizavimo priemonių teorija ir taikymas. Vilnius, Technika, 2009, 479 p.
5. Bogdevičius P., Bogdevičius M., Prentkovskis O. Research on the rotation vibration in the transmission with gear box defects // TRANSBALTICA XI: Transportation science and technology: Proceedings of the international conference TRANSBALTICA, May 2-3, 2019, Vilnius.
6. Skrickij V., Bogdevičius M., Junevičius R. Diagnostic features for the condition monitoring of hypoid gear utilizing the wavelet transform // Applied acoustics. Oxford: Elsevier, Vol. 106 (2016), p. 51-62.
7. Andziulis A., Eglynas T., Bogdevičius M., Jusis M., Senulis A. Multibody dynamic simulation and transient analysis of quay crane spreader and lifting mechanism // Advances in Mechanical Engineering. London: SAGE publications Ltd. Vol. 8, no. 9 (2016), p. [1-11].
8. Investigation of dynamics and power needs for container unloading from ship process, Eksploatacja i Niezawodność - Maintenance and Reliability Volume 24 (2022), Issue 1, 89-99 p.

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              |      |      |       |
| Pasirengimas atsiskaitymui | 16-40                               | 36      |      |      |       | 1                 |      |      |       | 36              |      |      |       |

**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: | <b>Transporto inžinerija</b> |
| 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 transmisijų dinamika ir**

Module title

**Dynamics and Mathematical Simulation of Vehicle**

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 | 20206        | 6        | 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 | 96 | 160 |
| Iššęstinės studijos | I |    |   |    |    |    |     |

## List of the Course lecture topics

| Lecture topics                                                                                                                                                         | Number of hours |      |      |       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|------|-------|
|                                                                                                                                                                        | NL(S)           | I(S) | I(S) | NL(T) |
| 1. The structure of the vehicle transmission, features of dynamic processes, problems.                                                                                 | 2               |      |      |       |
| 2. Solid state connections, holonomic and nonholonomic constraints. Features of communication.                                                                         | 2               |      |      |       |
| 3. Writing the equations of body motion with restrictions. Lagrange equations of the first and second degree.                                                          | 2               |      |      |       |
| 4. Mathematical models of connections of the main mechanisms.                                                                                                          | 2               |      |      |       |
| 5. Methods for solving equations of transmission elements with restrictions.                                                                                           | 2               |      |      |       |
| 6. Dynamic and mathematical models of gear transmission. Relationship between stiffness and nonlinearity. Influence of damages on dynamic processes.                   | 2               |      |      |       |
| 7. Dynamic and mathematical models of belt drive. Models of the physical and mechanical properties of the belt. Influence of dynamic properties of supports on dynamic | 2               |      |      |       |
| 8. Dynamic and mathematical models of variators.                                                                                                                       | 2               |      |      |       |
| 9. Dynamic and mathematical models of fluid couplings and transformers.                                                                                                | 2               |      |      |       |
| 10. Mathematical models of hydraulic systems.                                                                                                                          | 2               |      |      |       |
| 11. Mathematical models of pneumatic systems. Isothermal and non-isothermal processes.                                                                                 | 2               |      |      |       |
| 12. Mathematical model of the crankshaft of an internal combustion engine. 2                                                                                           | 2               |      |      |       |
| 13. Mathematical models of electric motors.                                                                                                                            | 2               |      |      |       |
| 14. Dynamic and mathematical models of hydraulic pumps and engines.                                                                                                    | 2               |      |      |       |

|                                                                                                            |           |  |  |  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|--|--|--|
| 15. 1 Dynamic and mathematical models of pneumatic compressors, engines.                                   | 2         |  |  |  |
| 16. Mathematical models of clutches and gearboxes.                                                         | 2         |  |  |  |
| 17. Dynamic and mathematical models of cardan transmission. Influence of damages on dynamic processes.     | 2         |  |  |  |
| 18. Mathematical model of the system "Gimbal transmission - centrifugal pump - pipe".                      | 2         |  |  |  |
| 19. Differential dynamic and mathematical models. Influence of damages on dynamic processes.               | 2         |  |  |  |
| 20. Dynamic and mathematical models of planetary gears. Influence of damages on dynamic processes.         | 2         |  |  |  |
| 21. Methods for solving equations of nonlinear dynamics. Methods for solving stiff differential equations. | 2         |  |  |  |
| 22. Amplitude and phase-frequency characteristics of dynamic systems. Range.                               | 2         |  |  |  |
| 23. Poikare diagrams, bifurcations, chaos of non-linear dynamical systems.                                 | 2         |  |  |  |
| 24. Random processes of transmissions, methods of their study.                                             | 1         |  |  |  |
| 25. Transmission diagnostics, methods and means.                                                           | 1         |  |  |  |
| <b>In total:</b>                                                                                           | <b>48</b> |  |  |  |

#### List of the Course exercise topics

| Lecture topics                                                                                                                                                    | Number of hours |      |      |       |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------|------|-------|
|                                                                                                                                                                   | NL(S)           | I(S) | I(S) | NL(T) |
| 1. Research of dynamic processes of gear transmission. Relationship between stiffness and nonlinearity. Influence of damages on dynamic processes.                | 2               |      |      |       |
| 2. Mathematical model of the gearbox, study of dynamic processes. Influence of damages on dynamic processes.                                                      | 2               |      |      |       |
| 3. Mathematical model of belt drive, study of dynamic processes. Influence of kinematic excitation on dynamic processes.                                          | 2               |      |      |       |
| 4. Differential mathematical models, study of dynamic processes. Influence of damages on dynamic processes.                                                       | 2               |      |      |       |
| 5. Mathematical model of planetary gear, study of dynamic processes. Influence of damages on dynamic processes.                                                   | 2               |      |      |       |
| 6. Mathematical model of hydraulic transmission, study of dynamic processes.                                                                                      | 2               |      |      |       |
| 7. Mathematical model of the system "Crankshaft - cylinders - flywheel of an internal combustion engine", study of dynamic processes, assessment of thermodynamic | 2               |      |      |       |
| 8. Mathematical model of high pressure fuel pump of a diesel engine, study of dynamic processes.                                                                  | 2               |      |      |       |
| <b>In total:</b>                                                                                                                                                  | <b>16</b>       |      |      |       |

Compilers of the module (name,surname)

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 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