

**Nazwa w języku polskim: Techniki obliczeniowe w MATLAB: modelowanie, symulacja i optymalizacja**  
**Nazwa w jęz. angielskim: Computational Techniques in MATLAB: Modeling, Simulation and Optimization**

**Dane dotyczące zajęć:**  
**Information on course:**

**Jednostka oferująca: Wydział Mechaniczny Technologiczny // dr inż. Mariola Jureczko / dr inż. Grzegorz Gembalczyk**  
**Course offered by: Faculty of Mechanical Engineering // dr inż. Mariola Jureczko / dr inż. Grzegorz Gembalczyk**

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Język wykładowy:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| polski                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Language:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| Polish                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Strona WWW:<br/>Course homepage:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
| <b>Skrócony opis:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Celem przedmiotu jest nabycie umiejętności przeprowadzania symulacji numerycznych układów fizycznych oraz zapoznanie się z metodami optymalizacji możliwymi do wykorzystania w procesie projektowania.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
| <b>Short description:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| The aim of the course is to acquire the ability to perform numerical simulations of physical systems and to become familiar with optimization methods that can be used in design process.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| <b>Opis:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>Treści programowe</b><br><b>Wykład:</b><br><br>I. Wprowadzenie do środowiska MATLAB<br>1. Zapoznanie ze środowiskiem MATLAB.<br>2. Omówienie różnic pomiędzy skryptami i funkcjami .<br>3. Omówienie wybranych Toolboxów: Optimization Toolbox, Global Optimization Toolbox, Symbolic Math Toolbox oraz modułu Simulink<br>II. Omówienie metodologii projektowania Model-Based Design.<br>1. Modelowanie układów fizycznych.<br>2. Klasyfikacja modeli symulacyjnych.<br>3. Formułowanie równań ruchu.<br>4. Modelowanie i symulacja układów elektromechanicznych, w tym układów napędowych.<br>5. Identyfikacja modeli symulacyjnych, estymacja parametrów.<br>6. Identyfikacja modeli symulacyjnych.<br>7. Szybkie prototypowanie systemów sterowania.<br>8. Symulacje Hardware in the loop.<br>III. Praktyczne zastosowanie metod optymalizacji.<br>1. Omówienie procesu optymalizacji. Podstawowe pojęcia i definicje.<br>2. Podział metod optymalizacji.<br>3. Metody optymalizacji jednokryterialnej z ograniczeniami. Przykładowe zadanie wraz z metodyką jego rozwiązania w MATLAB.<br>4. Metody optymalizacji jednokryterialnej bez ograniczeń. Przykładowe zadanie wraz z metodyką jego rozwiązania w MATLAB. 5. Optymalizacja wielokryterialna. Przykładowe zadanie wraz z metodyką jego rozwiązania w MATLAB. |
| <b>Wykład:</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• stacjonarne: 30 h</li><li>• niestacjonarne: 18 h</li></ul> <b>Liczba punktów ECTS: 2</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Description:</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| <b>Lecture:</b><br><br>I. Introduction to the MATLAB software <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Overview of the MATLAB environment.</li> <li>2. Discuss the differences between scripts and functions.</li> <li>3. Discussion of selected Toolboxes: Optimization Toolbox, Global Optimization Toolbox, Symbolic Math Toolbox and the Simulink module</li> </ol> II. Overview of the Model-Based Design design methodology. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Modeling of physical systems.</li> <li>2. Classification of simulation models.</li> <li>3. Formulating equations of motion.</li> <li>4. Modeling and simulation of electromechanical systems, including drive systems.</li> <li>5. Identification of simulation models, parameter estimation.</li> <li>6. Identification of simulation models.</li> <li>7. Rapid prototyping of control systems.</li> <li>8. Hardware in the loop simulations.</li> </ol> III. Practical application of optimization methods. <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Overview of the optimization process. Basic concepts and definitions.</li> <li>2. Division of optimization methods.</li> <li>3. Single-criteria optimization methods with constraints. Sample task with methodology of solving it in MATLAB.</li> <li>4. Unlimited single-criteria optimization methods. Sample task with methodology of solving it in MATLAB.</li> <li>5. Multi-criteria optimization. Sample task along with the methodology for solving it in MATLAB.</li> </ol><br><b>Lecture:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>full-time studies: 30 h</b></li> <li>• <b>part-time studies: 18 h</b></li> </ul> <b>Number of ECTS credits: 2</b> |
| <b>Literatura:</b><br><br>1. Jureczko M.: Metody optymalizacji - teoria i praktyka : Rozwiązanie zadań optymalizacyjnych w środowisku MATLAB. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2021<br>2. Mrozek B., Mrozek Z.: MATLAB i SIUMLINK. Poradnik użytkownika. Wydanie IV. Helion 2017.<br>3. K. Stencel, M. Jureczko.: Optimal design of electric motorcycle tubular frame using topology optimization. WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics. Vol. 18, p. 150-160, 2023.<br>4. Jureczko M., Mrówka M.: Multiobjective optimization of composite wind turbine blade. Materials, Vol 15 (13), p. 1-19, 2022<br>5. Jureczko M.: Optimization of stand-alone hybrid solar-wind system by using general morphological analysis. In Maalawi K. (red.): Modeling, simulation and optimization of wind farms and hybrid systems. P. 183-206, 2020<br>6. Jureczko M., Duda S.: Solving a system of nonlinear equations with the use of optimization methods in problems related to the wheel-rail contact. Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics. Vol. 15, p. 53-64, 2016<br>6. Olejnik P., Lewandowski D., Awrejcewicz J.: Modelowanie i optymalizacja dyskretnych układów mechatronicznych . Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, 2015.<br>7. Szablowski S.: Modelowanie fizyczne układów mechatronicznych w środowisku Simulink-Simscape. Dydaktyka informatyki, 2017, 12, s. 218-223. 8. Pietruszewicz K., Scopchanov M.: Projektowanie mechatroniczne. Graficzna specyfikacja systemów. Napędy i Sterowanie, 2016, 18.                                                                                                                                                |
| <b>Bibliography:</b><br><br>1. Jureczko M.: Metody optymalizacji - teoria i praktyka : Rozwiązanie zadań optymalizacyjnych w środowisku MATLAB. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2021<br>2. Mrozek B., Mrozek Z.: MATLAB i SIUMLINK. Poradnik użytkownika. Wydanie IV. Helion 2017.<br>3. K. Stencel, M. Jureczko.: Optimal design of electric motorcycle tubular frame using topology optimization. WSEAS Transactions on Applied and Theoretical Mechanics. Vol. 18, p. 150-160, 2023.<br>4. Jureczko M., Mrówka M.: Multiobjective optimization of composite wind turbine blade. Materials, Vol 15 (13), p. 1-19, 2022<br>5. Jureczko M.: Optimization of stand-alone hybrid solar-wind system by using general morphological analysis. In Maalawi K. (red.): Modeling, simulation and optimization of wind farms and hybrid systems. P.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

183-206, 2020

6. Jureczko M., Duda S.: Solving a system of nonlinear equations with the use of optimization methods in problems related to the wheel-rail contact. Journal of Applied Mathematics and Computational Mechanics. Vol. 15, p. 53-64, 2016

6. Olejnik P., Lewandowski D., Awrejcewicz J.: Modelowanie i optymalizacja dyskretnych układów mechatronicznych. Wydawnictwo Politechniki Łódzkiej, Łódź, 2015.

7. Szablowski S.: Modelowanie fizyczne układów mechatronicznych w środowisku Simulink-Simscape.

Dydaktyka informatyki, 2017, 12, s. 218-223. 8. Pietruszewicz K., Scopchanov M.: Projektowanie mechatroniczne. Graficzna specyfikacja systemów. Napędy i Sterowanie, 2016, 18.

#### **Efekty uczenia się:**

##### **Wiedza**

Student zna i rozumie:

- podstawowe narzędzia komputerowego wspomagania projektowania i wytwarzania układów mechatronicznych, narzędzia komputerowego wspomagania prac inżynierskich, w tym środowiska modelowania i symulacji układów fizycznych oraz narzędzia do prowadzenia optymalizacji.

##### **Umiejętności**

Student potrafi:

- wykorzystać poznane metody modelowania matematycznego układów fizycznych (systemy czasu ciągłego, systemy czasu dyskretnego) oraz zastosować ich symulacje komputerowe do analizy i oceny działania elementów i układów mechanicznych.
- stosować proste metody analizy i projektowania, a także potrafi dobierać i stosować odpowiednie oprogramowanie komputerowe do obliczeń, symulacji, projektowania, optymalizacji i weryfikacji pomiarowej.
- zaplanować i przeprowadzić eksperyment badawczy, w tym pomiary i symulacje komputerowe parametrów użytkowych i eksploatacyjnych układów fizycznych w celu ich optymalizacji, identyfikacji i oceny jakościowej i ilościowej.

##### **Kompetencje społeczne**

Student jest gotów do:

- uczenia się przez całe życie oraz doskonalenia kompetencji zawodowych w rozwiązywaniu problemów praktycznych i poznawczych

#### **Learning outcomes:**

##### **Knowledge**

The student knows and understands: basic tools for computer-aided design and manufacturing of mechatronic systems, tools for computer-aided engineering, including the environment for modeling and simulation of physical systems, and optimization tools.

##### **Skills**

The student is able to:

- use the known methods of mathematical modeling of physical systems (continuous time systems, discrete time systems) and apply their computer simulations to analyze and evaluate the operation of physical systems.
- use simple methods of analysis and design, and is able to select and use appropriate computer software for calculations, simulation, design, optimization and measurement verification.
- plan and conduct a research experiment, including measurements and computer simulations of operational and operational parameters of physical systems in order to optimize them, identify them and evaluate them qualitatively and quantitatively.

##### **Social competence**

The student is ready to:

- lifelong learning and improving professional competences in solving practical and cognitive problems

#### **Metody i kryteria oceniania:**

##### **Wykład**

Zaliczenie pisemne lub w formie testu PZE zawierającego pytania otwarte lub wielokrotnego wyboru.

Kryterium zaliczenia: minimum 50% poprawnych odpowiedzi.

Zadania do samodzielnego wykonania na podstawie dostarczonych instrukcji.

#### **Assessment methods and assessment criteria:**

Lecture

Assessment in writing or in the form of a PZE test containing open or multiple choice questions. Passing criterion: minimum 50% correct answers.

Tasks to be completed independently based on the instructions provided.

**Przynależność do grup przedmiotów w cyklach:**

**Element of course groups in various terms:**

| Opis grupy przedmiotów<br>Course group description                                                                                                                                                                                                              | Cykl pocz.<br>First term | Cykl kon.<br>Last term |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------|------------------------|
| przedmioty obieralne<br>studia stacjonarne i niestacjonarne<br>stopień studiów – dowolny<br>kierunek studiów – dowolny,<br>semestr dowolny<br><br>elective courses<br>full-time and part-time studies<br>degree - any<br>field of study - any<br>semester - any | 2024/2025                |                        |