

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Teoria mechanizmów i manipulatorów**

Nazwa w języku angielskim: **Theory of Mechanisms and Manipulators**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Mechanika i Budowa Maszyn**

Poziom i forma studiów: **I stopień, stacjonarne**

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **MMM031023 (MMM031323)**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | | 30 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | | | 90 | |
| Forma zaliczenia | Egzamin | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | 3 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 3 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.2 | | | 2.1 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza w zakresie analizy matematycznej, algebry macierzy
2. Wiedza w zakresie podstawowych praw statyki, kinematyki i dynamiki
3. Umiejętność analizy równań, wyznaczania pochodnych, prostych działań na macierzach i wektorach

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy w zakresie struktury, kinematyki i dynamiki mechanizmów i manipulatorów
C2. Poznanie i rozumienie własności podstawowych typów mechanizmów i manipulatorów
C3. Nabycie umiejętności wyznaczania wielkości kinematycznych i dynamicznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Rozumie podstawy teoretyczne budowy strukturalnej mechanizmów maszyn i robotów

PEK_W02 - Zna metody analizy kinematycznej i dynamicznej układów kinematycznych

PEK_W03 - Potrafi interpretować wyniki analiz, oceniać ich poprawność

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi ocenić poprawność strukturalną układów kinematycznych i jej skutki

PEK_U02 - Potrafi wyznaczać wielkości kinematyczne i dynamiczne

PEK_U03 - Potrafi budować modele prostych, płaskich mechanizmów i manipulatorów

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Posiada przekonanie o odpowiedzialności za wykonaną pracę

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Wy1 | Struktura mechanizmów, własności ruchowe, więzy bierne | 3 |
| Wy2 | Kinematyka mechanizmów - metody grafo-analityczne | 3 |
| Wy3 | Metody analityczne kinematyki (wektory, rzuty, pochodne) | 2 |
| Wy4 | Przekładnie zębate obiegowe | 2 |
| Wy5 | Charakterystyka manipulatorów. Układy płaskie szeregowo i równoległe | 2 |
| Wy6 | Kinematyka manipulatorów płaskich, jacobian | 2 |
| Wy7 | Opis macierzowy układów przestrzennych | 2 |
| Wy8 | Notacja Denavita-Hartenberga | 2 |
| Wy9 | Wprowadzenie do dynamiki mechanizmów | 2 |
| Wy10 | Analiza kinetostatyczna | 3 |
| Wy11 | Analiza sił z tarciem, sprawność | 3 |
| Wy12 | Badanie ruchu układów płaskich | 2 |
| Wy13 | Nierównomierność biegu maszyny, sposoby regulacji | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | Wprowadzenie do modelowania mechanizmów w programie SAM (Simulation and Analysis of Mechanisms) – przykłady symulacji | 2 |
| Proj2 | Struktura mechanizmów: zasady schematyzacji, analiza strukturalna - klasyfikacja par kinematycznych, określanie ruchliwości (kartkówka, zadanie projektowe) | 2 |
| Proj3 | Reguły modelowania w SAM, samodzielne tworzenie prostych modeli, symulacja pracy, prezentacja wyników. | 2 |

| | | |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|
| Proj4 | Modelowanie mechanizmów z wymiarami, definiowanie napędów, mas, obciążeń. | 2 |
| Proj5 | Analiza kinematyczna - wyznaczanie położenia (zadanie projektowe) | 2 |
| Proj6 | Analiza kinematyczna – wyznaczanie prędkości i przyspieszeń – metody wektorowe (kartkówka, zadanie projektowe). | 2 |
| Proj7 | Analiza kinematyczna – wyznaczanie prędkości i przyspieszeń w programie SAM (zadanie projektowe) | 2 |
| Proj8 | Analiza kinematyczna metodami analitycznymi: równania konturowe, wektory, rzuty, pochodne (zadanie projektowe). | 2 |
| Proj9 | Manipulatory płaskie – macierzowy opis kinematyki (zadanie projektowe). | 2 |
| Proj10 | Modelowanie manipulatorów w programie SAM: zadanie proste i odwrotne (zadanie projektowe). | 2 |
| Proj11 | Analiza mechanizmów obiegowych, wyznaczanie przełożeń (kartkówka, zadanie projektowe). | 2 |
| Proj12 | Modelowanie przekładni obiegowych i mechanizmów dźwigniowo-zębatych w programie SAM (zadanie projektowe). | 2 |
| Proj13 | Wyznaczanie sił oddziaływania i wielkości równoważących (kartkówka, zadanie projektowe). | 2 |
| Proj14 | Wyznaczanie sił oddziaływania z uwzględnieniem tarcia (kartkówka, zadanie projektowe). | 2 |
| Proj15 | Analiza sił dynamicznych w programie SAM | 2 |
| | | Suma: 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład problemowy
N2. praca własna - przygotowanie do projektu
N3. rozwiązanie zadania projektowego
N4. konsultacje
N5. praca własna - przygotowanie do egzaminu

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Wykład)

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|---------------------------------------------|
| F1 | PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 | egzamin pisemny |
| P = Ocena z egzaminu | | |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Projekt) | | |
|------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------|
| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
| F1 | PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | obrona projektu |
| F2 | PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 PEK_K01 | kartkówka |
| P = średnia wszystkich ocen | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u> Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003; Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K.: Teoria mechanizmów i manipulatorów. WNT 2002; Miller S.: Teoria maszyn i mechanizmów. Analiza układów mechanicznych. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 1996; Gronowicz A. i inni: Teoria maszyn i mechanizmów. Zestaw problemów analizy i projektowania. Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 2002</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u> Olędzki A.: Podstawy teorii maszyn i mechanizmów. WNT 1987; Morecki A., Oderfeld J.: Teoria maszyn i mechanizmów. PWN 1987; Waldron K., Kinzel G.: Kinematics, Dynamics and Design of Machinery. John Wiley & Sons, Inc. 1999</p> |

| OPIEKUN PRZEDMIOTU |
|------------------------------------------------------------------------------------|
| dr inż. Sławomir Wudarczyk tel.: 71 320-27-10 email: Sławomir.Wudarczyk@pwr.edu.pl |

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Teoria mechanizmów i manipulatorów**

Name in English: **Theory of Mechanisms and Manipulators**

Main field of study (if applicable): **Mechanical Engineering and Machine Building**

Level and form of studies: **I level, full-time**

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **MMM031023 (MMM031323)**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---------------------------------------------------------------------------------|-------------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | | 30 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | | | 90 | |
| Form of crediting | Examination | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | | | 3 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 3 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.2 | | | 2.1 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of mathematical analysis, matrix algebra
2. Knowledge of fundamental laws in statics, kinematics and dynamics
3. Skill in function analysis, derivatives, basic matrix and vector operations

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquire knowledge in topology, kinematics and dynamics of mechanisms and manipulators
- C2. Acquire and understanding of basic mechanisms and manipulators
- C3. Getting skills in determining kinematic and dynamic parameters

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Understands theoretical fundamentals of mechanism and robot topology

PEK_W02 - Has the knowledge of kinematic and dynamic analysis methods

PEK_W03 - Is able to commentate results of analysis, evaluate their correctness

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Is able to evaluate topological correctness of kinematic systems

PEK_U02 - Is able to determine kinematic and dynamic properties

PEK_U03 - Is able to create models of simple planar mechanisms and manipulators

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Has a conviction of responsibility for the work done

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Lec1 | Topology of mechanisms, movable properties, redundant constraints | 3 |
| Lec2 | Kinematics of mechanisms - graphic-analytical methods | 3 |
| Lec3 | Analytical methods in kinematics (vectors, projections, time derivatives) | 2 |
| Lec4 | Planetary gear trains | 2 |
| Lec5 | Manipulators' properties. Planar serial and parallel systems | 2 |
| Lec6 | Kinematics of planar manipulators, jacobian | 2 |
| Lec7 | Matrix description of spatial systems | 2 |
| Lec8 | Denavit-Hartenberg notation | 2 |
| Lec9 | Introduction to mechanisms' dynamics | 2 |
| Lec10 | Kinetostatic analysis | 3 |
| Lec11 | Friction in joints, efficiency | 3 |
| Lec12 | Dynamic motion analysis | 2 |
| Lec13 | Fluctuation o machine motion, flywheels | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |
| Proj1 | Introduction to modelling mechanisms in SAM (Simulation and Analysis of Mechanisms) – presentation of examplesi | 2 |
| Proj2 | Mechanisms' topology: rules of drawing digrams, topology analysis - joint classification, mobility (test, project) | 2 |
| Proj3 | Rules of creating models in SAM system, creating simple models, model motion simulation, presentation of analysis results | 2 |

| | | |
|--------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|
| Proj4 | Dimensional modelling of mechanisms, drivers' definition, massis, external loads | 2 |
| Proj5 | Kinematic analysis - position analysis (project) | 2 |
| Proj6 | Kinematic analysis - velocity and acceleration determination - vector methods (test, project) | 2 |
| Proj7 | Kinematic analysis - velocity and acceleration determination using SAM (project) | 2 |
| Proj8 | Kinematic analysis using analytical methods: loop equation, vectors, projections, time derivatives (project) | 2 |
| Proj9 | Planar manipulators - kinematic analysis using matrix notation | 2 |
| Proj10 | Modelling manipulators in SAM: forward and inverse tasks (project) | 2 |
| Proj11 | Anaysis of planetary transmissions, angular velocity ratio determination (test, project) | 2 |
| Proj12 | Modelling of planetary transmissions and gear linkage mechanisms using SAM (project) | 2 |
| Proj13 | Joint force and external equilibrium determination (test, project) | 2 |
| Proj14 | Determination of joint forces including friction (test, project) | 2 |
| Proj15 | Dynamic force analysis using SAM | 2 |
| | | Total hours: 30 |

| | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. problem lecture N2. self study - preparation for project class N3. individual project N4. tutorials N5. preparation for examination | | |

| | | |
|------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-------------------------------------------------|
| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Lecture) | | |
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
| F1 | PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 | written examination |
| P = Ocena z egzaminu | | |

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Project)

| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
|------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------------------------|
| F1 | PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | project defence |
| F2 | PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 PEK_K01 | test |
| P = średnia wszystkich ocen | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Gronowicz A.: Fundamentals of kinematic systems analysis (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr., Wrocław 2003; Morecki A., Knapczyk J., Kędzior K.: Theory of mechanisms and manipulators (in Polish). WNT 2002; Miller S.: Theory of machines and mechanisms. Analysis of mechanical systems (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 1996; Gronowicz A. i inni: Theory of machines and mechanisms. Set of analysis and synthesis problems (in Polish). Oficyna Wydawnicza PWr. Wrocław 2002

SECONDARY LITERATURE

Olędzki A.: Fundamentals of machines and mechanisms theory (in Polish). WNT 1987; Morecki A., Oderfeld J.: Theory of machines and mechanisms (in Polish). PWN 1987; Waldron K., Kinzel G.: Kinematics, Dynamics and Design of Machinery. John Wiley & Sons, Inc. 1999

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Sławomir Wudarczyk tel.: 71 320-27-10 email: Sławomir.Wudarczyk@pwr.edu.pl