

Wydział Mechaniczny PWR

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **BLOK KURSÓW HUMANISTYCZNYCH**

Nazwa w języku angielskim: **Block of humanistic courses**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **HMH100035BK.**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | | | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.2 | | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. wg kart opracowanych przez SNH (oferta ogólnouczelniana)

CELE PRZEDMIOTU

C1. wg kart opracowanych przez SNH

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - wg kart opracowanych przez SNH

PEK_W02 - Ma podstawową wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych funkcji komunikowania w działalności inżynierskiej.

II. Z zakresu umiejętności:

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--------------------------------|---------------|
| Wy1 | wg kart opracowanych przez SNH | 15 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wg kart opracowanych przez SNH.

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 | wg kart opracowanych przez SNH | wg kart opracowanych przez SNH |
| P = | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA
wg kart opracowanych przez SNH

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA
wg kart opracowanych przez SNH

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Stanisław Iżykowski tel.: 20-64 email: stanislaw.izykowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **BLOK KURSÓW HUMANISTYCZNYCH**

Name in English: **Block of humanistic courses**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **HMH100035BK.**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | | | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | | | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.2 | | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

SUBJECT OBJECTIVES

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

| | | |
|---------------------------|--|-----------------|
| PROGRAM CONTENT | | |
| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
| Lec1 | | 15 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|---------------------|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. | | |

| | | |
|--|--------------------------------|---|
| 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 | wg kart opracowanych przez SNH | |
| P = | | |

| | | |
|----------------------------------|--|--|
| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE | | |
| <u>PRIMARY LITERATURE</u> | | |
| <u>SECONDARY LITERATURE</u> | | |

| | | |
|---|--|--|
| SUBJECT SUPERVISOR | | |
| dr inż. Stanisław Iżykowski tel.: 20-64 email: stanislaw.izykowski@pwr.edu.pl | | |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **BLOK JĘZYKI OBCE B2+/C1+**

Nazwa w języku angielskim: **Block of Foreign languages**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **JZL100709.**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------|---------------------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | 15 | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | 30 | | | |
| Forma zaliczenia | | Zaliczenie na ocenę | | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | 1 | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | 1 | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | 0.5 | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. wg kart przygotowanych przez SJO.

CELE PRZEDMIOTU

C1. wg kart przygotowanych przez SJO.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - posługuje się językiem obcym w stopniu wystarczającym do porozumiewania się w środowisku zawodowym.

PEK_U02 - potrafi czytać ze zrozumieniem literaturę obcojęzyczną z obszaru zawodowego.

PEK_U03 - potrafi czytać i opracowywać dokumentację techniczną i organizacyjną związaną z działalnością inżyniera -mechanika i automatyka.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - potrafi czytać i opracowywać dokumentację techniczną i organizacyjną związaną z działalnością inżyniera -mechanika i automatyka.

PEK_K02 - rozumie potrzebę ciągłego doszkalania się.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Ćwiczenia | | Liczba godzin |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------|
| Ćw1 | wg kart przygotowanych przez SJO. | 15 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wg kart przygotowanych przez SJO.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Ćwiczenia)

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|-----------------------------------|---|
| F1 | wg kart przygotowanych przez SJO. | wg kart przygotowanych przez SJO. |
| P = | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

wg kart przygotowanych przez SJO.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

wg kart przygotowanych przez SJO.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Stanisław Iżykowski tel.: 20-64 email: stanislaw.izykowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **BLOK JĘZYKI OBCE B2+/C1+**

Name in English: **Block of Foreign languages**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **JZL100709.**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|---------|----------------------|------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | | 15 | | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | | 30 | | | |
| Form of crediting | | Crediting with grade | | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | | 1 | | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | 1 | | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | 0.5 | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

SUBJECT OBJECTIVES

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

| | | |
|---------------------------|--|-----------------|
| PROGRAM CONTENT | | |
| Form of classes – Classes | | Number of hours |
| CI1 | | 15 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|---------------------|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. | | |

| | | |
|--|-----------------------------------|---|
| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Classes) | | |
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
| F1 | wg kart przygotowanych przez SJO. | |
| P = | | |

| | | |
|----------------------------------|--|--|
| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE | | |
| <u>PRIMARY LITERATURE</u> | | |
| <u>SECONDARY LITERATURE</u> | | |

| | | |
|---|--|--|
| SUBJECT SUPERVISOR | | |
| dr inż. Stanisław Izykowski tel.: 20-64 email: stanislaw.izykowski@pwr.edu.pl | | |

Wydział Mechaniczny PWR

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **BLOK JĘZYKI OBCE A1/A2/B1**

Nazwa w języku angielskim: **Block of Foreign languages**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **wybieralny**

Kod przedmiotu: **JZL100710.**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------|---------------------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | 45 | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | 60 | | | |
| Forma zaliczenia | | Zaliczenie na ocenę | | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | 2 | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | 2 | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | 1.5 | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. wg kart przygotowanych przez SJO.

CELE PRZEDMIOTU

C1. wg kart przygotowanych przez SJO.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - posługuje się językiem obcym w stopniu wystarczającym do porozumiewania się w środowisku zawodowym.

PEK_U02 - potrafi czytać ze zrozumieniem literaturę obcojęzyczną z obszaru zawodowego.

PEK_U03 - potrafi czytać i opracowywać dokumentację techniczną i organizacyjną związaną z działalnością inżyniera -mechanika i automatyka.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - potrafi czytać i opracowywać dokumentację techniczną i organizacyjną związaną z działalnością inżyniera -mechanika i automatyka.

PEK_K02 - rozumie potrzebę ciągłego doszkalania się.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Ćwiczenia | | Liczba godzin |
|-------------------------|-----------------------------------|---------------|
| Ćw1 | wg kart przygotowanych przez SJO. | 45 |
| | | Suma: 45 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wg kart przygotowanych przez SJO.

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Ćwiczenia)

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|-----------------------------------|---|
| F1 | wg kart przygotowanych przez SJO. | wg kart przygotowanych przez SJO. |
| P = | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

wg kart przygotowanych przez SJO.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

SUBJECT CARD

Name in Polish: **BLOK JĘZYKI OBCE A1/A2/B1**

Name in English: **Block of Foreign languages**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **optional**

Subject code: **JZL100710.**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|---------|----------------------|------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | | 45 | | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | | 60 | | | |
| Form of crediting | | Crediting with grade | | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | | 2 | | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | 2 | | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | 1.5 | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

SUBJECT OBJECTIVES

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

| PROGRAM CONTENT | | |
|---------------------------|--|-----------------|
| Form of classes – Classes | | Number of hours |
| CI1 | | 45 |
| | | Total hours: 45 |

| TEACHING TOOLS USED | | |
|---------------------|--|--|
| N1. | | |

| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Classes) | | |
|--|-----------------------------------|---|
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
| F1 | wg kart przygotowanych przez SJO. | |
| P = | | |

| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE | |
|--|--|
| <u>PRIMARY LITERATURE</u> <u>SECONDARY LITERATURE</u> | |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Teoria sterowania**

Nazwa w języku angielskim: **Control theory**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAE001031**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------|---------------------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | 15 | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | 30 | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Egzamin | Zaliczenie na ocenę | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | 1 | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | 1 | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.2 | 0.7 | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Zna pojęcia stosowane w automatyce, a także rodzaje układów sterowania oraz opis i charakterystyki elementów i układów automatyki. Ma podstawową wiedzę o układach automatycznej regulacji oraz dotyczących ich wymaganiach
2. Potrafi przeanalizować proste układy sterowania automatycznego oraz sporządzać i przekształcać schematy blokowe układów automatyki
3. Umiejętność pracy samodzielnej

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Umiejętność analizy stabilności liniowych i nieliniowych układów sterowania
- C2. Umiejętność projektowania algorytmów sterowania dla różnych modeli obiektów
- C3. Umiejętność rozwiązywania liniowo-kwadratowych problemów sterowania
- C4. Umiejętność formułowania i rozwiązywania zadań sterowania optymalnego

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Zdobywa wiedzę dotyczącą teorii projektowania algorytmów sterowania w systemie otwartym i zamkniętym

PEK_W02 - Zdobywa wiedzę dotyczącą teorii projektowania optymalnych algorytmów sterowania

PEK_W03 - Zdobywa wiedzę dotyczącą projektowania algorytmów sterowania obiektami probabilistycznymi

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi analizować stabilności liniowych i nieliniowych układów sterowania

PEK_U02 - Potrafi projektować algorytmy sterowania obiektami statycznymi i dynamicznymi

PEK_U03 - Potrafi rozwiązywać liniowo-kwadratowe problemy sterowania

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi działać samodzielnie opracowując złożone projekty inżynierskie

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Wprowadzenie. Klasyfikacja systemów sterowania. | 2 |
| Wy2 | Modele systemów sterowania. | 2 |
| Wy3 | Sterowanie ze względu na stan. Sterowalność. | 2 |
| Wy4 | Sterowanie w systemie zamkniętym z pomiarem wyjścia. Obserwowalność. | 2 |
| Wy5 | Sterowanie optymalne - problem deterministyczny. | 2 |
| Wy6 | Programowanie dynamiczne. Równanie Bellmana. | 2 |
| Wy7 | Zasada maksimum Pontriagina. Sterowanie czasowo-optymalne. | 2 |
| Wy8 | Sterowanie obiektami z modelami relacyjnymi. | 2 |
| Wy9 | Sterowanie optymalne z zastosowaniem probabilistycznych opisów niepewności. Metoda największej wiarygodności. | 2 |
| Wy10 | Sterowanie optymalne z zastosowaniem probabilistycznych opisów niepewności. Metoda minimalnego ryzyka. | 2 |
| Wy11 | Analiza i synteza układów regulacji przy przypadkowych zakłóceniach stacjonarnych. | 2 |
| Wy12 | Stabilność systemów sterowania. | 2 |

| | | |
|----------------------------|---|---------------|
| Wy13 | Sterowanie ekstremalne. | 2 |
| Wy14 | Sterowanie adaptacyjne. | 2 |
| Wy15 | Sztuczna inteligencja i reprezentacja wiedzy w systemach sterowania | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Ćwiczenia | | Liczba godzin |
| Ćw1 | Transformaty sygnałów ciągłych i dyskretnych. | 3 |
| Ćw2 | Wyznaczanie odpowiedzi układów ciągłych i impulsowych | 2 |
| Ćw3 | Stabilność układów ciągłych i impulsowych. | 2 |
| Ćw4 | Wyznaczanie sterowania układów impulsowych ze względu na stan docelowy. | 2 |
| Ćw5 | Wyznaczanie sterowania optymalnego dla układów probabilistycznych. | 2 |
| Ćw6 | Wyznaczanie sterowania optymalnego dla układów deterministycznych. | 2 |
| Ćw7 | Kolokwium zaliczeniowe. | 2 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Wprowadzenie. | 1 |
| Lab2 | Sterowanie przy zadanym stanie w układzie otwartym. | 2 |
| Lab3 | Sterowanie przy zadanym stanie w układzie zamkniętym. | 2 |
| Lab4 | Obserwatory stanu. | 2 |
| Lab5 | Sterowanie obiektem dynamicznym w układzie zamkniętym z zadanym stanem końcowym z pomiarem wyjścia. | 3 |
| Lab6 | Sterowanie czasowo-optymalne z ograniczonym sygnałem sterującym. | 3 |
| Lab7 | Zajęcia dodatkowe (odrębne). | 2 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. prezentacja multimedialna
N2. przygotowanie sprawozdania
N3. ćwiczenia rachunkowe
N4. ćwiczenia problemowe

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 |
| P = F1 | | |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Ćwiczenia) | | |
|--|---------------------------|--|
| 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 | AKTYWNOŚĆ NA ZAJĘCIACH, KOŁOKWIUM ZALICZENIOWE |
| P = F1 | | |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium) | | |
|--|----------------------------|---|
| 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, | AKTYWNOŚĆ NA ZAJĘCIACH, |
| F2 | PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 | SPRAWOZDANIA |
| $P = 0.3F1 + 0.7F2$ | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|--|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>[1] Bubnicki Z., Teoria i algorytmy sterowania, PWN, Warszawa 2002.[2] Kaczorek T., Teoria układów regulacji automatycznej, WNT, Warszawa 1977.[3] Kaczorek T., Teoria sterowania, T.1. Układy liniowe ciągłe i dyskretne, PWN, Warszawa 1977.[4] Kaczorek T., Teoria sterowania, T.2. Układy nieliniowe, procesy stochastyczne. oraz optymalizacja statyczna i dynamiczna, PWN, Warszawa 1981.[5] Kaczorek T., Teoria sterowania i systemów. wyd.2 popr., PWN, Warszawa 1996.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>[1] Philippe de Larminat, Yves Thomas., Automatyka-układy liniowe. T. I, II, III.[2] Zbiór zadań i problemów z teorii sterowania. pod red. Zdzisława Bubnickiego, Oficyna Wyd. PWr, Wrocław 1979</p> |

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Mirosław Łukowicz tel.: 3202153 email: miroslaw.lukowicz@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Teoria sterowania**

Name in English: **Control theory**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAE001031**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|-------------|----------------------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | 15 | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | 30 | 30 | | |
| Form of crediting | Examination | Crediting with grade | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | 1 | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | 1 | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.2 | 0.7 | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student should know notations used in control system theory, to know types of control systems and characteristics of control system elements. Student should have the basic knowledge of control systems.
2. Student should know how to analyze simple control systems and arrange and rearrange block diagrams of control systems.
3. Student should have ability to work individually.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Skill in stability analysis of linear and nonlinear control systems.
- C2. Skill in designing of control algorithms for models of various type control plants.
- C3. Skill in solving linear-quadratic problems.
- C4. Skill in formulating and solving optimal control problems.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - A student gets the knowledge of feedforward and feedback control systems design.

PEK_W02 - A student gets the knowledge of optimal control systems design.

PEK_W03 - A student gets the knowledge of probabilistic plant control systems design.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - A student can analyze stability of linear and non-linear control systems.

PEK_U02 - A student can design control algorithms for static and dynamic plants.

PEK_U03 - A student can find a solution for linear-quadratic optimal control problem.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - A student can act independently working on a complex engineering project.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | An introduction. Classification of control systems. | 2 |
| Lec2 | Open-loop control system design methods. Feedback control system design methods. | 2 |
| Lec3 | State controllability. | 2 |
| Lec4 | Feedback control system design methods. Observability. | 2 |
| Lec5 | Deterministic optimal control. | 2 |
| Lec6 | Dynamic programming. Bellman's equation. | 2 |
| Lec7 | Pontryagin's maximum principle. Time-optimal control. | 2 |
| Lec8 | Control system design based on relative models. | 2 |
| Lec9 | Optimal control based on probabilistic models. Maximum likelihood method. | 2 |
| Lec10 | Design of linear control systems operating under stationary random noise. Minimal risk method. | 2 |
| Lec11 | Design of linear control systems operating under stationary random noise. | 2 |
| Lec12 | Stability. | 2 |

| | | |
|------------------------------|--|-----------------|
| Lec13 | Extremal control. | 2 |
| Lec14 | Adaptive control. | 2 |
| Lec15 | Artificial intelligence and knowledge representation in control systems. | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Classes | | Number of hours |
| CI1 | Transforms of continuous and discrete signals. | 3 |
| CI2 | Response evaluation of continuous and discrete systems. | 2 |
| CI3 | Stability of continuous and discrete systems. | 2 |
| CI4 | Evaluation of discrete systems with respect to goal state. | 2 |
| CI5 | Evaluation of optimal control for probabilistic systems. | 2 |
| CI6 | Evaluation of optimal control for deterministic systems. | 2 |
| CI7 | Final test. | 2 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Introduction. | 1 |
| Lab2 | Open-loop control system design methods. | 2 |
| Lab3 | Feedback control system design methods. | 2 |
| Lab4 | State observers. | 2 |
| Lab5 | Feedback control systems based on state observers. | 3 |
| Lab6 | Time-optimal control with limited magnitude of control signal. | 3 |
| Lab7 | Complementary classes. | 2 |
| | | Total hours: 15 |

| | |
|---|--|
| TEACHING TOOLS USED | |
| N1. multimedia presentation N2. report preparation N3. calculation exercises N4. problem exercises | |

| 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 | final exam, |
| P = F1 | | |

| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Classes) | | |
|--|---------------------------|---|
| 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 | activity, final test, |
| P = F1 | | |

| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory) | | |
|--|----------------------------|---|
| 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, | ACTIVITY |
| F2 | PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 | REPORTS |
| P = 0.3F1+0.7F2 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

[1] Bubnicki Z., Teoria i algorytmy sterowania, PWN, Warszawa 2002.[2] Kaczorek T., Teoria układów regulacji automatycznej, WNT, Warszawa 1977.[3] Kaczorek T., Teoria sterowania, T.1. Układy liniowe ciągłe i dyskretne, PWN, Warszawa 1977.[4] Kaczorek T., Teoria sterowania, T.2. Układy nieliniowe, procesy stochastyczne. oraz optymalizacja statyczna i dynamiczna, PWN, Warszawa 1981.[5] Kaczorek T., Teoria sterowania i systemów. wyd.2 popr., PWN, Warszawa 1996.

SECONDARY LITERATURE

[1] Philippe de Larminat, Yves Thomas., Automatyka-układy liniowe. T. I, II, III.[2] Zbiór zadań i problemów z teorii sterowania. pod red. Zdzisława Bubnickiego, Oficyna Wyd. PWr, Wrocław 1979

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Mirosław Łukowicz tel.: 3202153 email: mirosław.lukowicz@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Teoria i metody optymalizacji**

Nazwa w języku angielskim: **Theory and methods of optimization**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041002**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | | 60 | | |
| Forma zaliczenia | Egzamin | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | 2 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.2 | | 1.4 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma podstawową wiedzę z analizy matematycznej potwierdzoną zaliczeniem stosownego kursu na poziomie akademickim
2. Ma podstawową wiedzę z algebry liniowej potwierdzoną zaliczeniem stosownego kursu na poziomie akademickim
3. Ma podstawową wiedzę i umiejętności w zakresie programowania w językach wyższego rzędu

CELE PRZEDMIOTU

C1. Nabycie wiedzy z zakresu: programowania liniowego i nieliniowego, optymalizacji dyskretnej oraz metod optymalizacji niedeterministycznej

C2. Zdobywanie umiejętności implementacji algorytmów optymalizacji dla zadań ciągłych bez ograniczeń i z ograniczeniami oraz zadań dyskretnych, a także umiejętności implementacji algorytmów ewolucyjnych oraz umiejętności wykorzystywania procedur standardowych

C3. Nabycie i utrwalenie kompetencji społecznych takich jak: kreatywność w działaniu i myśleniu oraz zdolność do odpowiedniego określenia priorytetów służących realizacji określonego celu.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - posiada wiedzę z zakresu programowania liniowego

PEK_W02 - posiada wiedzę z zakresu programowania nieliniowego

PEK_W03 - posiada wiedzę z zakresu optymalizacji dyskretnej i optymalizacji niedeterministycznej

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - potrafi wykorzystywać algorytmy programowania liniowego w rozwiązywaniu zadań optymalizacji

PEK_U02 - potrafi wykorzystywać algorytmy programowania nieliniowego do rozwiązywania zadań optymalizacji

PEK_U03 - potrafi stosować do rozwiązywania praktycznych problemów algorytmy optymalizacji niedeterministycznej i dyskretnej

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - ma poszerzone kompetencje w zakresie kreatywnego działania i myślenia

PEK_K02 - ma poszerzone kompetencje w odpowiednim określaniu priorytetów służących realizacji określonego celu

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Wprowadzenie, podstawowe pojęcia związane z optymalizacją, formułowanie zadań optymalizacji, klasyfikacja metod optymalizacji | 2 |
| Wy2 | Metody bezgradientowe | 2 |
| Wy3 | Metody gradientowe | 2 |
| Wy4 | Metody kierunków sprzężonych | 2 |
| Wy5 | Warunki optymalności dla zadań optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami | 2 |
| Wy6 | Warunki Kuhna-Tuckera | 2 |
| Wy7 | Optymalizacja nieliniowych funkcji wielu zmiennych z ograniczeniami | 2 |
| Wy8 | Metody kierunków poprawy | 2 |
| Wy9 | Metody funkcji kary | 2 |
| Wy10 | Optymalizacja wielokryterialna | 2 |

| | | |
|----------------------------|---|---------------|
| Wy11 | Programowanie liniowe, algorytm sympleks | 2 |
| Wy12 | Optymalizacja dyskretna, metoda podziału i ograniczeń | 2 |
| Wy13 | Optymalizacja globalna, niedeterministyczne algorytmy optymalizacji | 2 |
| Wy14 | Algorytmy ewolucyjne | 2 |
| Wy15 | Programy do obliczeń optymalizacyjnych | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Implementacja jednowymiarowych metod bezgradientowych | 2 |
| Lab2 | Implementacja wielowymiarowych metod bezgradientowych | 2 |
| Lab3 | Implementacja metod kierunków sprzężonych | 2 |
| Lab4 | Implementacja metod funkcji kary | 2 |
| Lab5 | Implementacja metod optymalizacji wielokryterialnych | 2 |
| Lab6 | Implementacja metod programowania liniowego | 2 |
| Lab7 | Implementacja metody podziału i ograniczeń | 2 |
| Lab8 | Implementacja algorytmów ewolucyjnych | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. ćwiczenia problemowe
N2. przygotowanie sprawozdania
N3. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N4. konsultacje

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_W03 | egzamin pisemny |
| P = F1 | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| 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_U03, PEK_K01÷PEK_K02 | kartkówki-wejściówki, sprawozdania |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Seidler J., A. Badach, W. Molisz: Metody rozwiązywania zadań optymalizacji. WNT – Warszawa 1980 [2] Findeisen W., J. Szymanowski, A. Wierzbicki: Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji. PWN – Warszawa 1980 [3] Kusiak J., A. Danielewska-Tulecka, P. Oprycha: Optymalizacja. Wybrane metody z przykładami zastosowań. PWN 2009 [4] Garfinkel R., G. Nemhauser: Programowanie całkowitoliczbowe. PWN – 1978

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] Gass S.: Programowanie liniowe. PWN – 1973 [2] Górecki H.: Optymalizacja systemów dynamicznych. Wydawnictwo Naukowe PWN – Warszawa 1993 [3] Michalewicz Z.: Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne. WNT - Warszawa 2003 [4] Ignasiak E.: Badania operacyjne. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne – Warszawa 2001 [5] Stadnicki J.: Teoria i praktyka rozwiązywania zadań optymalizacji. WNT – Warszawa 2006 [6] Stachurski A., A. P. Wierzbicki: Podstawy optymalizacji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej – Warszawa 1999 [7] Brzózka J., L. Dorobczyński: Matlab: środowisko obliczeń naukowo – technicznych. MIKOM – Warszawa 2005 [8] Schaeffer R.: Podstawy genetycznej optymalizacji globalnej. WUJ – Kraków 2002 [9] Dokumentacja oprogramowania Matlab

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Andrzej Kosiara tel.: 71 320-23-46 email: Andrzej.Kosiara@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Teoria i metody optymalizacji**

Name in English: **Theory and methods of optimization**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041002**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|-------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | | 60 | | |
| Form of crediting | Examination | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | | 2 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 2 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.2 | | 1.4 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has basic knowledge of mathematical analysis confirmed by completion of relevant course at university level
2. Has basic knowledge of linear algebra confirmed by completion of relevant course at university level
3. Has basic knowledge and skills in programming using higher-order languages

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquisition of knowledge in the field: linear and nonlinear programming, discrete optimization and methods for non-deterministic optimization
- C2. Acquisition of skills of implementation of optimization algorithms for continuous tasks without constraints and with constraints as well as discrete tasks, also acquisition of skills of implementation of evolutionary algorithms and the ability to use standard procedures
- C3. Acquisition and consolidation of social skills such as creativity in action and thinking and the ability to determine appropriate priorities for the specific purpose

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - has knowledge of linear programming

PEK_W02 - has knowledge of nonlinear programming

PEK_W03 - has knowledge of discrete and non-deterministic optimization

II. Relating to skills:

PEK_U01 - is able to use linear programming algorithms to solve optimization problems

PEK_U02 - is able to use non-linear programming algorithms to solve optimization problems

PEK_U03 - is able to use discrete and non-deterministic optimization algorithms for practical problem solving

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - has expanded competences to act and think creatively

PEK_K02 - has extended the competence in determining proper priorities to achieve a particular purpose

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|------------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Introduction, basic concepts related to the optimization, formulation of optimization tasks, classification of optimization methods | 2 |
| Lec2 | Nongradient methods | 2 |
| Lec3 | Gradient methods | 2 |
| Lec4 | Conjugate - direction methods | 2 |
| Lec5 | Optimality conditions for nonlinear optimization problems with constraints | 2 |
| Lec6 | The Kuhn - Tucker conditions | 2 |
| Lec7 | Nonlinear, multivariable constrained optimization | 2 |
| Lec8 | Feasible Direction Methods | 2 |
| Lec9 | Penalty function methods | 2 |
| Lec10 | Multicriteria optimization | 2 |
| Lec11 | Linear programming, simplex method | 2 |
| Lec12 | Discrete optimization, branch and bound method | 2 |
| Lec13 | Global optimization, non-deterministic algorithms for optimization | 2 |
| Lec14 | Evolutionary algorithms | 2 |
| Lec15 | Software for solving optimization problems | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Practicing the use of non-gradient methods for solving one-dimensional optimization problems | 2 |

| | | |
|------|---|-----------------|
| Lab2 | Practicing the use of non-gradient methods for solving multidimensional optimization problems | 2 |
| Lab3 | Practicing the use of conjugate methods for solving optimization problems | 2 |
| Lab4 | Practicing the use of penalty function methods for solving optimization problems | 2 |
| Lab5 | Practicing the use of multicriteria optimization methods | 2 |
| Lab6 | Practicing the use of linear programming methods | 2 |
| Lab7 | Practicing the use of branch and bound method | 2 |
| Lab8 | Practicing the use of evolutionary algorithms for solving optimization problems | 1 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|---|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. problem exercises N2. report preparation N3. traditional lecture with the use of transparencies and slides N4. tutorials | | |

| | | |
|--|--------------------------|---|
| 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_W03 | written exam |
| P = F1 | | |

| | | |
|--|-------------------------------------|---|
| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory) | | |
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
| F1 | PEK_U01÷PEK_U03, PEK_K01÷PEK_K02 | laboratory reports, short tests |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

- [1] Seidler J., A. Badach, W. Molisz: Metody rozwiązywania zadań optymalizacji. WNT – Warszawa 1980 [2] Findeisen W., J. Szymanowski, A. Wierzbicki: Teoria i metody obliczeniowe optymalizacji. PWN – Warszawa 1980 [3] Kusiak J., A. Danielewska-Tulecka, P. Oprycha: Optymalizacja. Wybrane metody z przykładami zastosowań. PWN 2009 [4] Garfinkel R., G. Nemhauser: Programowanie całkowitoliczbowe. PWN – 1978

SECONDARY LITERATURE

- [1] Gass S.: Programowanie liniowe. PWN – 1973 [2] Górecki H.: Optymalizacja systemów dynamicznych. Wydawnictwo Naukowe PWN – Warszawa 1993 [3] Michalewicz Z.: Algorytmy genetyczne + struktury danych = programy ewolucyjne. WNT - Warszawa 2003 [4] Ignasiak E.: Badania operacyjne. Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne – Warszawa 2001 [5] Stadnicki J.: Teoria i praktyka rozwiązywania zadań optymalizacji. WNT – Warszawa 2006 [6] Stachurski A., A. P. Wierzbicki: Podstawy optymalizacji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej – Warszawa 1999 [7] Brzózka J., L. Dorobczyński: Matlab: środowisko obliczeń naukowo – technicznych. MIKOM – Warszawa 2005 [8] Schaeffer R.: Podstawy genetycznej optymalizacji globalnej. WUJ – Kraków 2002 [9] Dokumentacja oprogramowania Matlab

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Andrzej Kosiara tel.: 71 320-23-46 email: Andrzej.Kosiara@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Mechanika analityczna**

Nazwa w języku angielskim: **Analytical Mechanics**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041003**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|---------------------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | 15 | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | 30 | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | Zaliczenie na ocenę | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | 1 | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | 1 | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | 0.7 | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Analiza matematyczna (rachunek różniczkowy i całkowy)
2. Algebra liniowa (macierze, wyznaczniki), geometria, trygonometria
3. Mechanika I i mechanika II w zakresie stopnia I studiów

CELE PRZEDMIOTU

C1. Znajomość metod analitycznych w zakresie stosowania mechaniki Lagrange'a w dynamice mechanicznych układów holonomicznych: skleronomicznych i reonomicznych. Znajomość analizy drgań liniowych holonomicznych układów zachowawczych o wielu stopniach swobody.

C2. Umiejętność samodzielnej analizy złożonych mechanicznych układów z więzami holonomicznymi typu stacjonarnego do wyznaczania ich: równań różniczkowych ruchu, widma częstości drgań własnych, macierzy modalnych.

C3. Nabywanie i utrwalanie kompetencji społecznych obejmujących inteligencję emocjonalną polegającą na umiejętności współpracy w grupie studenckiej mającej na celu efektywne rozwiązywanie problemów.

Odpowiedzialność, uczciwość i rzetelność w postępowaniu; przestrzeganie obyczajów obowiązujących w środowisku akademickim i społeczeństwie.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Potrafi zdefiniować dyskretny układ mechaniczny holonomiczny oraz jego przemieszczenia możliwe i wirtualne. Zna podstawowe zagadnienie dynamiki. Zna klasyfikację układów dynamicznych ze względu na rodzaje więzów. Zna ogólne równanie dynamiki i zasadę prac przygotowanych.

PEK_W02 - Zna pojęcie współrzędnych uogólnionych i przestrzeni konfiguracji układu dynamicznego. Zna pojęcie uogólnionych sił (aktywnych i bezwładności). Zna równania Lagrange'a II rodzaju.

PEK_W03 - Zna teorię drgań układów liniowych zachowawczych o wielu stopniach swobody w zakresie drgań swobodnych.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi stosować zasadę prac przygotowanych i zasadę d'Alemberta dla układów holonomicznych.

PEK_U02 - Potrafi wyprowadzać równania różniczkowe ruchu dyskretnych układów dynamicznych z zastosowaniem równań Lagrange'a i z zasady zachowania energii dla układów zachowawczych holonomicznych.

PEK_U03 - Potrafi obliczać widmo częstości drgań własnych i wyznaczać macierz modalną dla dyskretnych zachowawczych układów liniowych.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi wyszukiwać informacje oraz potrafi poddać je krytycznej analizie.

PEK_K02 - Potrafi obiektywnie oceniać argumenty oraz racjonalnie tłumaczyć i uzasadniać własny punkt widzenia.

PEK_K03 - Potrafi przestrzegać obyczajów i zasad obowiązujących w środowisku akademickim.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Program. Wymagania. Przykłady układów dynamicznych. Więzy i ich rodzaje, klasyfikacja układów ze względu na rodzaje więzów (ukł. holonomiczne), prędkości i przemieszczenia możliwe. | 2 |
| Wy2 | Podstawowe zagadnienie dynamiki, przemieszczenia wirtualne, pojęcie więzów idealnych, ogólne równanie dynamiki, zasada prac przygotowanych. | 2 |
| Wy3 | Ogólne równanie dynamiki w przypadku ruchu brotowego i płaskiego ciała sztywnego (przykłady). | 2 |

| | | |
|----------------------------|---|---------------|
| Wy4 | Współrzędne uogólnione, wyprowadzanie równań różniczkowych ruchu na podstawie zasady zachowania energii wyrażonej we współrzędnych uogólnionych (przykłady). | 2 |
| Wy5 | Siły uogólnione. Przestrzeń konfiguracji. Równania Lagrange'a (II rodzaju). | 2 |
| Wy6 | Układy liniowe o skończonej liczbie stopni swobody, zapis macierzowy, układy zachowawcze. | 1 |
| Wy7 | Drgania swobodne układów zachowawczych: częstości drgań własnych, macierze modalne, formy drgań. | 2 |
| Wy8 | Sprawdzian | 2 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Ćwiczenia | | Liczba godzin |
| Ćw1 | Wprowadzenie. Wyprowadzanie równań na prędkości możliwe i przemieszczenia wirtualne. | 2 |
| Ćw2 | Rozwiązywanie zagadnień statycznych z wykorzystaniem zasady prac przygotowanych. | 2 |
| Ćw3 | Rozwiązywanie zadań dynamiki układów dyskretnych z wykorzystaniem ogólnego równania dynamiki (zasady d'Alemberta). | 2 |
| Ćw4 | Rozwiązywanie wybranych zadań z dynamiki ciała sztywnego w ruchu płaskim z wykorzystaniem ogólnego równania dynamiki. | 2 |
| Ćw5 | Wyprowadzanie równań różniczkowych ruchu na podstawie zasady zachowania energii oraz równań Lagrange'a (porównanie metod i wyników) dla układów o 1 i 2 stopniach swobody. | 2 |
| Ćw6 | Wyznaczanie częstości drgań własnych i parametrów modalnych dla układów zachowawczych o 2-ch stopniach swobody. | 2 |
| Ćw7 | Kolokwium zaliczeniowe. | 2 |
| Ćw8 | Zaliczenia. Poprawa ocen. | 2 |
| | | Suma: 16 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Wprowadzenie. Zapoznanie się z oprogramowaniem Matlab i Simulink. | 2 |
| Lab2 | Analiz komputerowa pewnego układu dynamicznego poruszającego się ruchem płaskim z zastosowaniem równań dynamiki mechaniki analitycznej. | 2 |
| Lab3 | Zaprojektowanie w Simulinku układu dynamicznego o jednym stopniu swobody i komputerowa analiza jego drgań swobodnych i wymuszonych. | 2 |
| Lab4 | Analiza drgań swobodnych i wymuszonych pewnego liniowego układu dwu-masowego o dwóch stopniach swobody z zastosowaniem oprogramowania Simulink | 2 |
| Lab5 | Badania symulacyjne własnego układu dynamicznego zaproponowanego przez studentów i zatwierdzonego przez prowadzącego zajęcia. | 2 |
| Lab6 | Badania eksperymentalne drgań wybranych układów rzeczywistych o skończonej liczbie stopni swobody (1 lub/i 2). Zapoznanie się z aparaturą pomiarową, czujnikami drgań, sposobami wymuszeń, analizatorami drgań i.t.p. | 2 |
| Lab7 | Eksperymentalne badania dynamiczne pewnego układu ciągłego (belka lub/i płyta). Częstotliwości rezonansowe, formy drgań. | 2 |

| | | |
|------|--|----------|
| Lab8 | Ocena efektów zajęć, sprawozdań. Zaliczenia. | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
 N2. ćwiczenia rachunkowo-problemowe
 N3. konsultacje
 N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium
 N5. praca własna – samodzielne studia i 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, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | sprawdzian pisemno-ustny |
| P = F1 | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Ćwiczenia)

| 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 | Kolokwium zaliczeniowe, odpowiedzi ustne |
| P = F1 | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--|---|
| F1 | PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | raporty z ćwiczeń laboratoryjnych, odpowiedzi ustne |

P = F1

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. B. Gabryszewska, A. Pszonka, „Mechanika”, cz.II, Kinematyka i dynamika, PWr , 1988;
2. J. Zawadzki, W. Siuta, „Mechanika ogólna”, PWN, Warszawa 1971;
3. B. Skalmierski, „Mechanika”, PWN, Warszawa 1982;
4. M. Lunn, A First Course in Mechanics, Oxford Science Publications, 1991

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. M. Kulisiewicz, St. Piesiak, „Metodologia modelowania i identyfikacji mechanicznych układów dynamicznych”, PWr. 1994;
2. J. Leyko , „Mechanika ogólna”, WNT, Warszawa 1980;
3. J. Giergiel, „Mechanika ogólna”, WNT, Warszawa 1980;

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Mirosław Bocian tel.: 320-27-54 email: miroslaw.bocian@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Mechanika analityczna**

Name in English: **Analytical Mechanics**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041003**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|----------------------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | 15 | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | 30 | 30 | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | Crediting with grade | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | 1 | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | 1 | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | 0.7 | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Mathematical analysis (differential and integral calculus)
2. Linear algebra (matrices, determinants), geometry, trigonometry
3. Mechanics I and mechanics II in range of study stage I

SUBJECT OBJECTIVES

C1. Knowledge of analytical methods for the application of Lagrangian mechanics in the dynamics of mechanical holonomic systems (for systems with constraints depending and not depending from time). Knowledge of vibration analysis of linear holonomic conservative systems with many degrees of freedom.

C2. Ability to independently analyze complex mechanical systems with a holonomic constraints which are not depend on time to determine : differential equations of movement, natural vibration frequency spectrum, the modal matrix.

C3. The acquisition and consolidation of social skills including emotional intelligence relying ability to work in a group of students with a view to effective problem solving.

Responsibility, honesty and fairness in conduct; observance of manners in the academic community and society

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - He can define a discrete mechanical holonomic system and its possible and virtual displacements. He knows the fundamental problem of dynamics. He knows the classification of dynamical systems in respect of the constraint types. He knows the general equation of dynamics and the principle of virtual work.

PEK_W02 - He knows the notion of generalized coordinates and configuration space of a dynamical system. He knows the concept of generalized forces (active and inertia). He knows the Lagrange's equations of the second kind.

PEK_W03 - He knows the vibration theory of linear systems with many degrees of freedom in the free vibration range.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - He is able to apply the virtual work principle and d'Alembert's principle for holonomic systems

PEK_U02 - It can derive the differential equations of motion of discrete dynamical systems by using Lagrange's equations and by using the energy conservation law for conservative holonomic systems.

PEK_U03 - He can calculate the spectrum of natural frequencies and can determine the modal matrix for discrete conservative linear systems.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - He can search information and is able to critical review

PEK_K02 - He can objectively evaluate the arguments and rationally explain and justify own point of view.

PEK_K03 - He can observe the customs and rules of the academic community.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | Curriculum. Requirements. Examples of dynamic systems. Constraints and their types, classification systems for the sake of the constraint types (holonomic systems), possible velocities and possible displacements. | 2 |
| Lec2 | The fundamental problem of dynamics, virtual displacement, the notion of ideal constraints, the general equation of dynamics, the virtual work principle. | 2 |

| | | |
|------------------------------|--|-----------------|
| Lec3 | The dynamic general equation for the rotational and planar motion of rigid body (examples) | 2 |
| Lec4 | Generalized coordinates. Derivation of differential equations of motion by using the energy conservation law expressed in generalized coordinates (examples). | 2 |
| Lec5 | Generalized forces. Configuration space. Lagrange's equations (of II type). | 2 |
| Lec6 | Linear systems with a finite number of degrees of freedom, matrix notation, conservative systems. | 1 |
| Lec7 | Free vibrations of conservative systems: natural frequencies, modal matrices, mode shapes. | 2 |
| Lec8 | Final test | 2 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Classes | | Number of hours |
| CI1 | Introduction. Derivation of equations for possible velocities and virtual displacements. | 2 |
| CI2 | Solving of static problems by using a principle of virtual work | 2 |
| CI3 | Solving of dynamic problems for discrete systems by using a dynamic general equation (d'Alembert's principle). | 2 |
| CI4 | Solving of selected dynamic problems of a rigid body in plane motion by using a dynamic general equation. | 2 |
| CI5 | Derivation of motion differential equations based on the energy conservation law and Lagrange's equations (comparison of methods and results) for systems with one and two degrees of freedom | 2 |
| CI6 | Determination of the natural frequencies and modal parameters for conservative systems with two degrees of freedom | 2 |
| CI7 | Final test | 2 |
| CI8 | Credits. Improvement of marks | 2 |
| | | Total hours: 16 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Introduction. Getting familiar with the software Matlab and Simulink. | 2 |
| Lab2 | Computer analysis of some dynamic system in case of plane motion by using dynamics equations of analytical mechanics | 2 |
| Lab3 | Design by means of Simulink a dynamical system with one degree of freedom and computer analysis of the free and forced vibration. | 2 |
| Lab4 | Analysis of free and forced vibration of a linear two-mass with two degrees of freedom system using Simulink software. | 2 |
| Lab5 | Simulation studies a dynamic system proposed by the student and approved by the laboratory conductor. | 2 |
| Lab6 | Experimental studies of vibration of selected real systems with a finite number of degrees of freedom (1 or/and 2). Introduction to the measuring apparatus, vibration sensors, methods of excitation, vibration analyzers, etc. | 2 |

| | | |
|------|--|-----------------|
| Lab7 | Experimental investigation of a continuous dynamic system (beam and/or plate). Resonant frequencies, mode shapes. | 2 |
| Lab8 | Evaluating the effects of activities, reports. Credits. | 1 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|---|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. Calculative-problematic exercises N3. tutorials N4. self study - preparation for laboratory class N5. self study - self studies and 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, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | Calculative-problematic exercises |
| P = F1 | | |

| | | |
|---|---------------------------|---|
| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Classes) | | |
| 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 | Final test, oral answers |
| P = F1 | | |

| | | |
|---|--------------------------|--|
| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory) | | |
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |

| | | |
|--------|---|---------------------------------|
| F1 | PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03 | laboratory reports, oral answer |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. B. Gabryszewska, A. Pszonka, "Mechanics", part II, kinematics and dynamics, Wrocław University of Technology, 1988;
2. J. Zawadzki, W. Siuta, "General Mechanics", PWN, Warsaw, 1971;
3. B. Skalmierski, "Mechanics", PWN, Warsaw, 1982;
4. M. Lunn, A First Course in Mechanics, Oxford Science Publications, 1991

SECONDARY LITERATURE

1. M. Kulisiewicz St. Piesiak, "Methodology of modeling and identification of mechanical dynamical systems", WUT. , 1994;
- 2 J. Leyko, "General Mechanics", WNT, Warsaw, 1980;
- 3 J. Giergiel, "General Mechanics", WNT, Warsaw, 1980

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Mirosław Bocian tel.: 320-27-54 email: miroslaw.bocian@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Modelowanie i symulacja procesów**

Nazwa w języku angielskim: **Modeling and simulation of processes**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041004**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | | 1 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 1 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | | 0.7 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Umiejętność podstawowego programowania w dowolnym obiektowym języku programowania (preferowany język Java)
2. Poszerzona wiedza z zakresu budowy i organizacji systemu produkcyjnego

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie obiektowego modelowania systemów produkcyjnych
 C2. Nabycie wiedzy i umiejętności w zakresie opracowywania, wykonywania i analizy wyników projektu symulacyjnego (z uwzględnieniem specyfiki środowiska wytwórczego), oraz wykonywania eksperymentów optymalizacyjnych z użyciem wielu kryteriów optymalizacji
 C3. Zapoznanie się z pakietem symulacyjnym AnyLogic oraz obiektowym językiem modelowania UML

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 - Student posiada podstawową wiedzę z obszaru modelowania obiektowego systemów produkcyjnych
 PEK_W02 - Student posiada podstawową wiedzę z obszaru opracowywania, wykonywania i analizy wyników projektu symulacyjnego z zastosowaniem optymalizacji wielokryterialnej
 PEK_W03 - Student posiada ogólną wiedzę na temat języka obiektowego modelowania UML, a szczegółową w zakresie trzech podstawowych diagramów (Przypadków Użycia, Klas, Maszyny Stanowej)

II. Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 - Student potrafi samodzielnie opracować nieskomplikowany model obiektowy systemu produkcyjnego na wybranym przykładzie przy użyciu języka UML
 PEK_U02 - Student potrafi w rozszerzonym zakresie posługiwać się pakietem symulacyjnym AnyLogic i opracowywać w nim modele systemów w wersji ciągłej i dyskretnej
 PEK_U03 - Student potrafi zaprojektować i wykonać eksperyment symulacyjny w pakiecie AnyLogic z użyciem wbudowanego optymalizatora genetycznego a następnie wykonać analizę wyników eksperymentu

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 - Student potrafi pracować w zespole trzyosobowym, przejąć w nim kierowniczą rolę i obiektywnie oceniać swoich współpracowników
 PEK_K02 - Student potrafi przygotować i zaprezentować analizę wyników projektu

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | <ul style="list-style-type: none"> - Omówienie celu kursu, przedstawienie warunków zaliczenia. - Elementy języka UML - diagram klas - Model obiektowy systemu | 2 |
| Wy2 | <ul style="list-style-type: none"> - Elementy języka UML - przypadki użycia oraz diagram maszyny stanowej - Podstawy języka Java - Prezentacja pakietu AnyLogic | 2 |
| Wy3 | <ul style="list-style-type: none"> - Wprowadzenie do teorii eksperymentu - Podstawowe narzędzia statystyczne - Wprowadzenie do metod optymalizacji problemów produkcyjnych - Metody modelowania i symulacji systemów (ciągła, zdarzeń dyskretnych, dynamika systemów, agentowa, hybrydowa) - Systemy ciągłe - specyfika modelowania - Systemy dyskretne - specyfika modelowania | 2 |

| | | |
|-----------------------|---|---------------|
| Wy4 | - AnyLogic- Biblioteka "Process" cz.1 | 2 |
| Wy5 | - AnyLogic- Biblioteka "Process" cz.2 | 2 |
| Wy6 | - AnyLogic - Modelowanie przy użyciu diagramów SD - AnyLogic - Modelowanie agentowe | 2 |
| Wy7 | - Podsumowanie wiedzy o pakiecie AnyLogic - prezentacja rzeczywistych projektów - Test zaliczający | 3 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | - Organizacja zajęć, - Omówienie celu kursu, przedstawienie systemu punktacji projektów i warunków zaliczenia. - Przedstawienie harmonogramu wykonywania poszczególnych projektów i wprowadzenie do ich tematyki. - Wprowadzenie do pakietu AnyLogic | 2 |
| Proj2 | - Wprowadzenie do języka Java - Wprowadzenie do języka UML | 2 |
| Proj3 | Projekt 1. Obiektowy model systemu ciągłego | 4 |
| Proj4 | Projekt 2. Obiektowy model systemu dyskretnego | 7 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. praca własna - przygotowanie do projektu
N2. eksperyment laboratoryjny
N3. przygotowanie sprawozdania
N4. wykład problemowy
N5. dyskusja problemowa

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 | Test zaliczający |
| P = F1 | | |

| 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 | Punkty za ocenę projektu 1 |
| F2 | PEK_U01 + PEK_U02 + PEK_U03 | Punkty za ocenę projektu 2 |
| F3 | PEK_U01 + PEK_U02 + PEK_U03 | Punkty za frekwencję na zajęciach |
| P = F1 + F2 + F3 | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|---|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>[1] G. Booch, J. Rumbaugh, i I. Jacobson, „UML - przewodnik użytkownika”, Wyd. 2. Warszawa: Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, 2002.</p> <p>[2] „AnyLogic Help”, Xjtek, http://www.xjtek.com/anylogic/help/</p> <p>[3] „Learning the Java Language”, Oracle, http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/index.html</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> |

| OPIEKUN PRZEDMIOTU |
|--|
| dr inż. Sławomir Susz tel.: +48 71 3202066 email: slawomir.susz@pwr.edu.pl |

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Modelowanie i symulacja procesów**

Name in English: **Modeling and simulation of processes**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041004**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | | 1 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 1 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | | 0.7 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic programming skills in any object-oriented programming language (preferably Java)
2. Expanded knowledge of the structure and organization of the production system

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquiring knowledge and skills in object-oriented modeling of production systems
- C2. Acquiring knowledge and skills in the development, execution and analysis of the simulation project results (taking into account the specifics of the manufacturing environment), and perform optimisation experiments using multiple criteria optimisation
- C3. Getting to know the "AnyLogic" simulation package and object-oriented modelling language UML

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - The student has basic knowledge in the area of object-oriented modeling of production systems

PEK_W02 - The student has basic knowledge in the area of design, execution and analysis of results of the project simulation using multi-criteria optimization

PEK_W03 - The student has a general knowledge of object-oriented modeling language UML, and detailed in terms of three basic diagrams (Use Case, Class and State Machine)

II. Relating to skills:

PEK_U01 - The student is able to independently develop a simple object model of the production system on selected examples using UML language

PEK_U02 - The student is able to use (extended range) the "AnyLogic" simulation package and develop a models of systems in continuous and discrete version

PEK_U03 - The student is able to design and perform an simulation experiment in "AnyLogic" package using the built-in optimizer OptQuest and then perform the analysis of the results of the experiment

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - The student is able to work in a team of three persons, to take over the leading role and objectively evaluate their colleagues

PEK_K02 - The student is able to prepare and present an analysis of project results

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | <ul style="list-style-type: none"> - Discussion of the course, presentation of credit conditions. - Elements of UML - class diagram - Object Model System | 2 |
| Lec2 | <ul style="list-style-type: none"> - Elements of UML - Use Case and State Machine diagram - Java Basics - Presentation of the package "AnyLogic" | 2 |
| Lec3 | <ul style="list-style-type: none"> - Introduction to the theory of the experiment - Basic statistical tools - Introduction to methods of optimizing production problems - Methods of modelling and simulation systems (continuous, discrete event, system dynamics, agents, hybrid) - Continuous systems - modelling approach - Discrete systems - modelling approach | 2 |
| Lec4 | - AnyLogic - Library "Process" Part 1 | 2 |
| Lec5 | - AnyLogic - Library "Process" Part 2 | 2 |
| Lec6 | <ul style="list-style-type: none"> - AnyLogic - Modeling using SD diagrams - AnyLogic - Agent-based modelling | 2 |
| Lec7 | <ul style="list-style-type: none"> - Summary of knowledge about the AnyLogic package - presentation of real projects - End test | 3 |
| | | Total hours: 15 |

| Form of classes – Project | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Proj1 | <ul style="list-style-type: none"> - The organization of classes, - Discussion of the course, scoring system presentation and assessment methodology. - Presentation of the schedule for individual projects and introduction to the subject. - Introduction to the package AnyLogic | 2 |
| Proj2 | <ul style="list-style-type: none"> - Introduction to Java - Introduction to UML | 2 |
| Proj3 | Project 1. Object Model of continuous system | 4 |
| Proj4 | Project 2. Object Model of discrete system | 7 |
| | | Total hours: 15 |

| TEACHING TOOLS USED |
|--|
| N1. self study - preparation for project class N2. laboratory experiment N3. report preparation N4. problem lecture N5. problem discussion |

| 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 | End test |
| P = F1 | | |

| 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 | First project mark |

| | | |
|------------------|--------------------------------|---------------------|
| F2 | PEK_U01 + PEK_U02 + PEK_U03 | Second project mark |
| F3 | PEK_U01 + PEK_U02 + PEK_U03 | Attendance mark |
| P = F1 + F2 + F3 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

[1] G. Booch, J. Rumbaugh, i I. Jacobson, "Unified Modeling Language User Guide, The", Addison Wesley, First Edition October 20, 1998, ISBN: 0-201-57168-4

[2]„AnyLogic Help”, Xjtek, <http://www.xjtek.com/anylogic/help/>

[3]„Learning the Java Language”, Oracle, <http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/index.html>

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Sławomir Susz tel.: +48 71 3202066 email: slawomir.susz@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Zarządzanie produkcją**

Nazwa w języku angielskim: **Production Management**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041006**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | | | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Zna i rozumie istotę procesu zarządzania i podstawowych funkcji zarządzania.
2. Rozumie podstawowe pojęcia i prawa ekonomiczne oraz zjawiska gospodarcze i ich efekty.
3. Ma podstawową wiedzę na temat procesów wytwarzania.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie specyfiki zarządzania przedsiębiorstwem produkcyjnym oraz procesami wytwórczymi.
- C2. Poznanie metod i technik zarządzania różnymi typami procesów wytwórczych.
- C3. Nabycie umiejętności z zakresu planowania, organizowania i sterowania procesami produkcyjnymi.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Rozróżnia i charakteryzuje różne typy systemów produkcyjnych.

PEK_W02 - Umie zdefiniować pojęcia dotyczące procesów produkcyjnych i procesów technologicznych.

PEK_W03 - Ma wiedzę na temat metod i technik zarządzania systemami produkcyjnym.

II. Z zakresu umiejętności:

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Charakterystyka organizacji i systemów produkcyjnych. | 2 |
| Wy2 | System wytwórczy, jego organizacja i składowe. | 2 |
| Wy3 | Klasyfikacje procesów produkcyjnych. Typy i formy produkcji. | 2 |
| Wy4 | Metody sterowania produkcją (systemy ssące, pchające i wyciskające. | 2 |
| Wy5 | Metody organizacji systemów produkcyjnych. Charakterystyka wąskich gardeł w procesach wytwórczych. | 2 |
| Wy6 | Metody zarządzania zapasami produkcyjnymi. | 2 |
| Wy7 | Zasady planowania i harmonogramowania. | 3 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

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 | Kolokwium |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Chlebus E.: "Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji", Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000,
2. Durlik I.: "Inżynieria zarządzania : Cz. 1 i Cz.2", Wydawnictwo Placet, Warszawa 2007,
3. Liwowski B.: "Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją", Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Rogowski A.: "Podstawy organizacji i zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie", Wydawnictwa Fachowe CeDeWu, Warszawa 2010,
2. Burchart-Korol D.: "Zarządzanie produkcją i usługami", Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Jarosław Chrobot tel.: 20-66 email: jaroslaw.chrobot@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Zarządzanie produkcją**

Name in English: **Production Management**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041006**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | | | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | | | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knows and understands the nature of the management process and the basic functions of management.
2. Understands the basic concepts and basic economic rules as well as economic phenomena and their effects.
3. Possesses a basic knowledge of manufacturing processes.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Knowing the specifics of management of the production and manufacturing processes.
- C2. Knowing of methods and techniques for managing different types of manufacturing processes.
- C3. The acquisition of skills in planning, organizing and controlling of production processes.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Distinguishes and characterizes different types of production systems.

PEK_W02 - Can define the concepts of production and technological processes.

PEK_W03 - Has knowledge of the methods and techniques of production systems management.

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Characteristics of manufacturing organizations. Characteristics of production systems. | 2 |
| Lec2 | Manufacturing system, its organization and components. | 2 |
| Lec3 | Classification of production processes. Types and forms of production. | 2 |
| Lec4 | Methods of manufacturing control systems (pull, push and squeeze). | 2 |
| Lec5 | Methods of organization of production systems. Characteristics of bottlenecks in manufacturing processes. | 2 |
| Lec6 | Methods of manufacturing inventory management. | 2 |
| Lec7 | Principles of planning and scheduling. | 3 |
| | | Total hours: 15 |

TEACHING TOOLS USED

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 | Test |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Chlebus E.: "Techniki komputerowe CAx w inżynierii produkcji", Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa 2000,
2. Durlik I.: "Inżynieria zarządzania : Cz. 1 i Cz.2", Wydawnictwo Placet, Warszawa 2007,
3. Liwowski B.: "Podstawowe zagadnienia zarządzania produkcją", Oficyna Ekonomiczna, Kraków 2006

SECONDARY LITERATURE

1. Rogowski A.: "Podstawy organizacji i zarządzania produkcją w przedsiębiorstwie", Wydawnictwa Fachowe CeDeWu, Warszawa 2010,
2. Burchart-Korol D.: "Zarządzanie produkcją i usługami", Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2007

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Jarosław Chrobot tel.: 20-66 email: jaroslaw.chrobot@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Sieci przemysłowe rozproszone**

Nazwa w języku angielskim: **Distributed industrial networks**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041007**

Grupa kursów: **nie**

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student zna podstawowe zagadnienia z teorii sterowania
2. Tne student zna zasady zarządzania zasobami w systemach informatycznych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy z zakresu budowy i zasady działania komputerowych sieci sterowania
- C2. Nabycie wiedzy z zakresu implementacji prostych algorytmów sterowania w sieci przemysłowej
- C3. Nabycie umiejętności projektowania aplikacji sieci przemysłowej dla typowych zadań regulacji

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Jest w stanie opisać topologię, standard elektryczny i protokół komunikacyjny dla typowych sieci przemysłowych.

PEK_W02 - Potrafi opisać aplikację wymiany danych pomiędzy sterownikami PLC.

PEK_W03 - Potrafi opisać aplikację wymiany danych pomiędzy sterownikiem PLC i panelem operatorskim.

II. Z zakresu umiejętności:

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Warstwa fizyczna w informatycznych i przemysłowych sieciach sterowania. Rozwiązywanie konfliktu dostępu do medium. | 3 |
| Wy2 | Sieć Unitelway, rola urządzeń Master i Slave, realizacja usług klient i server. | 3 |
| Wy3 | Języki programowania (norma IEC 61131-3) jako warstwa aplikacyjna sieci przemysłowej. | 3 |
| Wy4 | Struktura Master i oddalone wejście/wyjście. Przykład algorytmu regulacji (zadanie 1). | 3 |
| Wy5 | Struktura Master i Slave. Przykład algorytmu regulacji (zadanie 2). | 3 |
| Wy6 | Wizualizacja stanu procesu. Panele i stacje operatorskie. Systemy SCADA. | 3 |
| Wy7 | Panel operatorski typu XBT. Aplikacja dla sterowania sekwencyjnego (zadanie 3). | 3 |
| Wy8 | Panel operatorski typu XBT. Aplikacja dla regulacji ciągłej (zadanie 4). | 3 |
| Wy9 | Sterowniki s7-1200 i panele operatorskie w sieci PROFINET. Zestawienie połączenia, konfiguracja urządzeń, testowanie sieci. | 3 |
| Wy10 | Magistrala KNX, standardy zasilania i komunikacji, warstwa fizyczna, adresowanie i segmentacja sieci. Programowanie typowych aplikacji, przypisanie do grup, typowe funkcje dla przycisków i przełączników (zadanie 5). | 3 |
| | | Suma: 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
- N2. prezentacja multimedialna
- N3. konsultacje
- N4. praca własna – samodzielne studia i 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 | oceny z zadań: zadanie1, zadanie2, zadanie3, zadanie4, zadanie5 |
| F2 | PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 | kolokwium pisemne |
| $P = \max(F1, 0.2 \cdot F1 + 0.8 \cdot F2)$ | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|---|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>[1] Siemens, SIMATIC S7-1200 w przykładach. Siemens, Warszawa 2011.</p> <p>[2] Kasprzyk J., Programowanie sterowników przemysłowych. WNT, Warszawa 2006</p> <p>[3] Kwaśniewski J., Programowalny sterownik SIMATIC S7-300 w praktyce inżynierskiej. Wydawnictwo BTC, Legionowo 2009</p> <p>[4] Solnik W., Zajda Z., Komputerowe sieci przemysłowe Uni-Telway i magistrala rozszerzenia TSX. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2010.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>[1] Bolton W.: Programmable Logic Controllers. Elsevier 2003</p> <p>[2] Halawa J., Symulacja i komputerowe projektowanie dynamiki układów sterowania. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2007</p> <p>[3] Solnik W., Zajda Z., Sieć Profibus DP w praktyce przemysłowej. Wydawnictwo BTC, Legionowo 2013.</p> <p>Opracowania firmowe:</p> <p>[1] Strony internetowe producentów sterowników PLC</p> <p>[2] http://wazniak.mimuw.edu.pl [3] http://plcs.pl</p> <p>[4] http://controlengineering.pl</p> <p>[5] http://www.automatykaonline.pl/poradnik/</p> <p>[6] https://support.automation.siemens.com</p> <p>Czasopisma:</p> <p>[1] Pomiary Automatyka Kontrola</p> <p>[2] Pomiary Automatyka i Robotyka</p> |

| OPIEKUN PRZEDMIOTU |
|---|
| dr inż. Antoni Izworski tel.: 71 320 2808 email: antoni.izworski@pwr.edu.pl |

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Sieci przemysłowe rozproszone**

Name in English: **Distributed industrial networks**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041007**

Group of courses: **no**

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

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student knows the basic concepts of control theory
2. The student knows the principles of resources management in information systems.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The acquisition of knowledge in the construction and operation of a network computer control
- C2. The acquisition of knowledge in the implementation of simple control algorithms for industrial network
- C3. Learn how to design web applications for typical industrial control tasks

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Being able to describe the topology, electrical standard and protocol for typical network

PEK_W02 - Can describe application data exchange between PLCs.

PEK_W03 - Can describe application data exchange between PLC and operator panel.

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | The physical layer in computing and industrial control networks. Conflict resolution access to the medium. | 3 |
| Lec2 | Unitelway network, the role of master and slave devices, execution of client and server. | 3 |
| Lec3 | Programming Languages (IEC 61131-3) as the industrial network application layer. | 3 |
| Lec4 | The structure of the Master and remote input / output. An example of the control algorithm (task 1). | 3 |
| Lec5 | Structure of master and slave, an embodiment of the control algorithm (task 2). | 3 |
| Lec6 | Visualization of the process. Panels and operator stations. SCADA systems. | 3 |
| Lec7 | XBT operator panel type. Application for sequence control (task 3). | 3 |
| Lec8 | XBT operator panel type. Application for continuous control (task 4). | 3 |
| Lec9 | S7-1200 controllers and operator panels on PROFINET. Making connection, device configuration, network testing. | 3 |
| Lec10 | KNX bus, power and communications standards, the physical layer, addressing and network segmentation. Programming typical applications, group assignments, the typical functions for the buttons and relays (task 5). | 3 |
| | | Total hours: 30 |

TEACHING TOOLS USED

N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides

N2. multimedia presentation

N3. tutorials

N4. self study - self studies and 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 | evaluation of the tasks: task1, task2, task3, task5 |
| F2 | PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03 | written test |
| $P = \max(F1, 0.2 \cdot F1 + 0.8 \cdot F2)$ | | |

| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE |
|--|
| <p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <p>[1] Siemens SIMATIC S7-1200 in the examples. Siemens, Warsaw 2011. [2] J. Kasprzyk, programming industrial controllers. WNT, Warsaw 2006 [3] J. Kwasniewski, programmable controller SIMATIC S7-300 in engineering practice. Publisher BTC, Arkady 2009. [4] W. Solnik, Zayd Z., Computer, industrial networks and Uni-Telway bus module TSX. Publishing House of Wroclaw University of Technology, 2010.</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <p>[1] W. Bolton: Programmable Logic Controllers. Elsevier 2003 [2] J. Halawa, simulation and computer aided design of dynamic control systems. Publishing House of Wroclaw University of Technology in 2007 [3] W. Solnik, Zayd Z., Profibus DP network in industrial practice. Publisher BTC, Arkadiusz 2013.</p> <p>Company Studies:</p> <p>[1] Websites PLC manufacturers [2] http://wazniak.mimuw.edu.pl [3] http://plcs.pl [4] http://controlengineering.pl [5] http://www.automatykaonline.pl/poradnik/ [6] https://support.automation.siemens.com</p> <p>Magazines:</p> <p>[1] Measurement Automation and Control [2] Measurement Automation and Robotics</p> |

| SUBJECT SUPERVISOR |
|---|
| dr inż. Antoni Izworski tel.: 71 320 2808 email: antoni.izworski@pwr.edu.pl |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Podstawy mechatroniki**

Nazwa w języku angielskim: **Basics of mechatronics**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041011**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza dotycząca budowy układu mechanicznego, napędów, sensorów i układów sterowania

CELE PRZEDMIOTU

C1. Celem zajęć jest zapoznanie słuchaczy z zasadami budowy, metodami analizy i badań nowoczesnych maszyn w ujęciu mechatronicznym

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Ma szczegółową wiedzę z zakresu budowy, działania, metod analizy i projektowania mechatronicznych zespołów maszyn, urządzeń i pojazdów

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi także dokonać analizy i przeprowadzić badania istniejących rozwiązań technicznych, w szczególności układów mechatronicznych dotyczących maszyn, urządzeń i pojazdów

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------------|---|---------------|
| Wy1 | Mechatronika – definicje, historia. Przykłady układów mechatronicznych. Miejsce mechatroniki we współczesnej technice | 2 |
| Wy2 | Projektowanie maszyn i urządzeń w ujęciu mechatronicznym | 2 |
| Wy3 | Podstawy aktoryki – charakterystyka, zastosowania | 2 |
| Wy4 | Wybrane napędy mechatroniczne w budowie maszyn – piezoelektryczne, skokowe, serwonapędy | 2 |
| Wy5 | Wirtualne prototypowanie – przykłady, zastosowanie (Hardware in the Loop, Rapid Prototyping) | 2 |
| Wy6 | Analiza i rozpoznawania obrazu – podstawy i zastosowania w technice | 2 |
| Wy7 | Elementy układów sterowania: sterowniki programowalne, komputery czasu rzeczywistego itp. | 2 |
| Wy8 | Kolokwium | 1 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Wprowadzenie do badań układów mechatronicznych, bhp | 1 |
| Lab2 | Badanie sensorów odległości (raport) | 3 |
| Lab3 | Budowa i badanie układu sterowania napędu liniowego (raport) | 3 |
| Lab4 | Badania i programowania manipulatora równoległego (raport) | 3 |
| Lab5 | Budowa i programowanie układów analizy obrazu (raport) | 3 |
| Lab6 | Budowa i programowanie mikrokontrolerów lub PLC (raport) | 2 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład informacyjny
 N2. prezentacja multimedialna
 N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium
 N4. konsultacje

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 | kolokwium |
| P = F1 | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| Oceny (F – formująca (w trakcie semestru), P – podsumowująca (na koniec semestru)) | Numer efektu uczenia się | Sposób oceny osiągnięcia efektu uczenia się |
|--|--------------------------|---|
| F1 | PEK_U01 | Ocena raportu z przeprowadzonych badań |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Heimann B., Gerth W., Popp K.: Mechatronika. Komponenty, metody, przykłady. Wydawnictwo PWN, Warszawa 2001.
2. Gawrysiak M.: Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Wydawnictwo Politechniki Białostockiej. Rozpr. Naukowe nr 44. Białystok 1997.
3. Denny K. Miu: Mechatronics. Springer –Verlag, Nowy York 1993.
4. Craig J.: Wprowadzenie do robotyki. WNT 1993.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Bolton W.: Mechatronics. Longman, Nowy York 1999
2. Roddeck W.: Einfurung in die Mechatronik. B.G. Teubner Stuttgart 1997

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Krzysztof Jacek Bałchanowski tel.: 71 320-27-10 email: jacek.balchanowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Podstawy mechatroniki**

Name in English: **Basics of mechatronics**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041011**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of the design of the mechanical system, drives, sensors and control systems

SUBJECT OBJECTIVES

C1. The aim of the course is to familiarize students with the principles of construction, design, modern machinery in terms of mechatronics.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - He has detailed knowledge of the design and modeling of mechatronic systems.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - can analyze and carry out a survey of existing technologies, in particular mechatronic systems for machinery, equipment and vehicles

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Is aware of the importance and understanding of non-technical aspects and impacts of mechatronics engineer, including its impact on the environment, and the related responsibility for own decisions

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|------------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | Mechatronics - definitions, history. Examples of mechatronic systems. Place of mechatronics in contemporary technique. | 2 |
| Lec2 | Design of machinery and equipment in terms of mechatronics. | 2 |
| Lec3 | Basics of actuators - characteristics, applications | 2 |
| Lec4 | Selected mechatronic drives in machine building - piezoelectric, step motors, servodrives | 2 |
| Lec5 | Virtual Prototyping - examples of use (Hardware in the Loop, Rapid Prototyping) | 2 |
| Lec6 | Analysis and image recognition - fundamentals and applications | 2 |
| Lec7 | Elements of control system : programmable controllers, real-time computers, etc. | 2 |
| Lec8 | Test | 1 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Introduction to the study of mechatronic systems, safety rules | 1 |
| Lab2 | The test of distance sensors (report) | 3 |
| Lab3 | Research and programming linear drive (report) | 3 |
| Lab4 | Research and programming parallel manipulator (report) | 3 |
| Lab5 | Design and programming of image analysis system (report) | 3 |
| Lab6 | Design and programming of microcontroller or PLC (report) | 2 |
| | | Total hours: 15 |

TEACHING TOOLS USED

N1. informative lecture
 N2. multimedia presentation
 N3. self study - preparation for laboratory class
 N4. tutorials

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 | test |
| P = F1 | | |

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)

| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
|--|--------------------------|---|
| F1 | PEK_U01 | Evaluation of the report |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Heimann B., Gerth W., Popp K.: Mechatronika. Komponenty, metody, przykłady. Wydawnictwo PWN , Warszawa 2001.
2. Gawrysiak M.: Mechatronika i projektowanie mechatroniczne. Wydawnictwo Politechniki Białostockiej. Rozpr. Naukowe nr 44. Białystok 1997.
3. Denny K. Miu: Mechatronics. Springer –Verlag, Nowy York 1993.
4. Craig J.: Wprowadzenie do robotyki. WNT 1993.

SECONDARY LITERATURE

1. Bolton W.: Mechatronics. Longman, Nowy York 1999
2. Roddeck W.: Einfurung in die Mechatronik. B.G. Teubner Stuttgart 1997

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Krzysztof Jacek Bałchanowski tel.: 71 320-27-10 email: jacek.balchanowski@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Diagnostyka i nadzorowanie procesów i maszyn**

Nazwa w języku angielskim: **Diagnostics and supervision of processes and machines**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041012**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Posiada ugruntowaną wiedzę na temat budowy i działania podstawowych maszyn wytwórczych. Zna podstawowe zasady projektowania procesów technologicznych typowych części maszyn.
2. Posiada podstawową wiedzę z analizy matematycznej i statystyki inżynierskiej dla potrzeb przetwarzania i analizy sygnałów.
3. Posiada podstawową wiedzę z sensoryki i budowy systemów pomiarowych.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Nabycie podstawowej wiedzy na temat diagnozowania i nadzorowania stanu maszyn wytwórczych i procesów realizowanych za ich pomocą.

C2. Zdobywanie wiedzy z zakresu przetwarzania, analizy i oceny sygnału diagnostycznego.

C3. Zapoznanie ze sposobami pozyskiwania wiedzy diagnostycznej i metodami wnioskowania w oparciu o zgromadzoną wiedzę diagnostyczną.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Posiada wiedzę w zakresie podstawowych celów diagnozowania i nadzorowania stanu maszyny i procesu przez nią realizowanego.

PEK_W02 - Posiada wiedzę na temat różnych źródeł zakłóceń pracy maszyny i odpowiednich metod badawczych.

PEK_W03 - Posiada wiedzę z zakresu pozyskiwania wiedzy diagnostycznej, analizy i oceny sygnałów diagnostycznych oraz metod wnioskowania na zgromadzonej wiedzy diagnostycznej.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi obsługiwać wykorzystywaną aparaturę kontrolno-pomiarową.

PEK_U02 - Potrafi analizować i oceniać sygnały diagnostyczne.

PEK_U03 - Potrafi dobrać odpowiedni sposób pomiaru, w zależności od źródła zakłóceń pracy maszyny.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Nabiera odpowiedzialności i rzetelności w prowadzeniu eksperymentów laboratoryjnych oraz obiektywnego oceniania argumentów.

PEK_K02 - Potrafi myśleć twórczo i określać sposoby realizacji zadania badawczego.

PEK_K03 - Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną i jej wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstwa.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Zakres wykładu, warunki zaliczenia, literatura. Podstawowe zagadnienia. | 2 |
| Wy2 | Elementy teorii eksploatacji. | 2 |
| Wy3 | Fizyczne aspekty diagnostyki. | 2 |
| Wy4 | Diagnostyka w życiu maszyny. | 2 |
| Wy5 | Modelowanie stanu w diagnostyce maszyn i procesów. | 2 |
| Wy6 | Sygnały diagnostyczne i ich parametry. | 2 |
| Wy7 | Przetwarzanie i analiza sygnałów diagnostycznych. | 2 |
| Wy8 | Budowa procedur diagnostyki maszyn. Eksperymenty diagnostyczne. | 2 |
| Wy9 | Nadzorowanie stanu maszyn wytwórczych. | 2 |
| Wy10 | Nadzorowanie stanu narzędzi. | 2 |

| | | |
|----------------------------|---|---------------|
| Wy11 | Nadzorowanie procesu obróbki. | 2 |
| Wy12 | Nadzorowanie dokładności przedmiotów obrabianych. | 2 |
| Wy13 | Metody sztucznej inteligencji w diagnostyce i nadzorowaniu. | 2 |
| Wy14 | Diagnostyka i nadzorowanie maszyn i procesów w zastosowaniu przemysłowym. | 2 |
| Wy15 | Podsumowanie wykładów, wyjaśnienia dodatkowe. Kontrola wiedzy. | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Nadzorowanie procesu technologicznego wytwarzania żeliwa. | 2 |
| Lab2 | Nadzorowanie procesów spawalniczych. | 2 |
| Lab3 | Diagnostyka urządzeń do przeróbki plastycznej. | 2 |
| Lab4 | Diagnostyka obrabiarek CNC z pomocą testera QC10. | 2 |
| Lab5 | Monitorowanie geometrii obrabiarki. | 2 |
| Lab6 | Narzędzia sztucznej inteligencji w nadzorowaniu maszyn i procesów. | 2 |
| Lab7 | Przetwarzanie i analiza sygnałów diagnostycznych. | 3 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. konsultacje
N2. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium
N4. przygotowanie sprawozdania

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_W03 | kolokwium |
| P = F1 | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| 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_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | kartkówka, sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych, udział w dyskusjach problemowych |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Żółtowski B., Cempel Cz.: "Inżynieria diagnostyki maszyn", Polskie Towarzystwo Diagnostyki Technicznej, Instytut Technologii Eksploatacji PIB Radom, Warszawa, Bydgoszcz, Radom, 2004
2. Cempel Cz., Tomaszewski F.: "Diagnostyka maszyn. Zasady ogólne. Przykłady zastosowań", Międzyresortowe Centrum Naukowe Eksploatacji Majątku Trwałego, Radom, 1992
3. Honczarenko J.: "Elastyczna automatyzacja wytwarzania", WNT, Warszawa, 2000
4. Korbicz J., Kościelny J., Kowalczyk Z., Cholewa W.: "Diagnostyka procesów. Modele, metody sztucznej inteligencji, zastosowania." WNT, 2002

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Czyszpak T.: "Zastosowanie systemów wnioskowania rozmytego w diagnostyce obrabiarki i procesu skrawania", Prace Naukowe Katedry Budowy Maszyn - Politechnika Śląska 1427-9347 nr 2/2008, Gliwice, 2008

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Tomasz Jankowski tel.: 41-74 email: tomasz.jankowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Diagnostyka i nadzorowanie procesów i maszyn**

Name in English: **Diagnostics and supervision of processes and machines**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041012**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has a firm knowledge of the structure and operation of the basic machinery of production. Knows the basic principles of design processes typical of machine parts.
2. Has a basic knowledge of calculus and statistics for the engineering signal processing and analysis.
3. Has a a basic understanding of sensory and build measurement systems.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquisition of basic knowledge about the diagnosis and monitoring of manufacturing equipment and processes carried out with their help.
- C2. Gaining knowledge of the processing, analysis and evaluation of the diagnostic signal.
- C3. Familiar with the methods of knowledge acquisition and diagnostic methods of inference based on the accumulated knowledge diagnosis.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Has knowledge of the basic purposes of diagnosis and monitoring of machines and processes implemented by it.

PEK_W02 - Has knowledge of various sources of interference with the equipment and appropriate research methods.

PEK_W03 - Has knowledge of diagnostic knowledge acquisition, analysis and evaluation of diagnostic signals and methods of applying the accumulated knowledge of the diagnostic.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Provides support for used measurement and control equipment.

PEK_U02 - Able to analyze and evaluate the diagnostic signals.

PEK_U03 - Can choose the right way to measure, depending on the source of the interference of the machine.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Takes responsibility and integrity in the conduct of laboratory experiments and objective evaluation of arguments.

PEK_K02 - Can think creatively and determine how to implement the research task.

PEK_K03 - Has sense of responsibility for their own work and its impact on the functioning of the company.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | The scope of the lecture, Assessment and literature. Basic issues. | 2 |
| Lec2 | Elements of the theory of operation. | 2 |
| Lec3 | The physical aspects of the diagnosis. | 2 |
| Lec4 | Diagnosis in the life of the machine. | 2 |
| Lec5 | Modeling of the diagnosis of machines and processes. | 2 |
| Lec6 | Diagnostic signals and their parameters. | 2 |
| Lec7 | Processing and analysis of diagnostic signals. | 2 |
| Lec8 | Construction machinery diagnostic procedures. Diagnostic experiments. | 2 |
| Lec9 | Monitoring the condition of machinery manufacturing. | 2 |
| Lec10 | Supervising tools. | 2 |
| Lec11 | Supervising the machining process. | 2 |
| Lec12 | Supervising the accuracy of workpieces. | 2 |
| Lec13 | Artificial intelligence methods for the diagnosis and supervising. | 2 |
| Lec14 | Diagnosis and supervision of machines and processes in industrial use. | 2 |
| Lec15 | Summary of lectures, additional explanations. Checking knowledge. | 2 |
| | | Total hours: 30 |

| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
|------------------------------|---|-----------------|
| Lab1 | Supervising production process of cast iron. | 2 |
| Lab2 | Supervising welding processes. | 2 |
| Lab3 | Diagnostic equipment for plastic working. | 2 |
| Lab4 | Diagnosis of CNC machine tools with the help of the tester QC10. | 2 |
| Lab5 | Monitoring the machine geometry. | 2 |
| Lab6 | Artificial intelligence tools in supervising of machines and processes. | 2 |
| Lab7 | Processing and analysis of diagnostic signals. | 3 |
| | | Total hours: 15 |

| TEACHING TOOLS USED |
|---|
| N1. tutorials N2. traditional lecture with the use of transparencies and slides N3. self study - preparation for laboratory class N4. report preparation |

| 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_W03 | test |
| P = F1 | | |

| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory) | | |
|--|---|---|
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
| F1 | PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | test, report on laboratory exercises, participation in discussions of problem |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Żółtowski B., Cempel Cz.: "Engineering of machine diagnostics", Polskie Towarzystwo Diagnostyki Technicznej, Instytut Technologii Eksploatacji PIB Radom, Warszawa, Bydgoszcz, Radom, 2004
2. Cempel Cz., Tomaszewski F.: "Machine diagnostics. General. Examples of applications", Międzyresortowe Centrum Naukowe Eksploatacji Majątku Trwałego, Radom, 1992
3. Honczarenko J.: "Flexible manufacturing automation", WNT, Warszawa, 2000
4. Korbicz J., Kościelny J., Kowalczyk Z., Cholewa W.: "Diagnostic processes. Models, methods of artificial intelligence, applications." WNT, 2002

SECONDARY LITERATURE

1. Czyszpak T.: "Application of fuzzy inference system in the diagnosis of machine tools and machining process", Prace Naukowe Katedry Budowy Maszyn - Politechnika Śląska 1427-9347 nr 2/2008, Gliwice, 2008

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Tomasz Jankowski tel.: 41-74 email: tomasz.jankowski@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Rachunek prawdopodobieństwa**

Nazwa w języku angielskim: **Theory of Probability**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy):

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041013**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza z kursów: Algebra liniowa, Analiza matematyczna.
2. Umiejętności nabyte na kursach: Algebra liniowa, Analiza matematyczna.
3. Algebra liniowa, Analiza matematyczna.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z podstawowymi pojęciami rachunku prawdopodobieństwa.
- C2. Kształtowanie intuicji probabilistycznych poprzez rozwiązywanie zadań powstałych na tle różnych sytuacji.
- C3. Przedstawianie pojęć, metod i wnioskowań probabilistycznych jako matematycznych narzędzi opisu i badania rzeczywistości, wskazywanie przykładów stosowania matematyki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia rachunku prawdopodobieństwa (z zakresu merytorycznego kursu).

PEK_W02 - Zna podstawowe pojęcia i twierdzenia kombinatoryki.

II. Z zakresu umiejętności:

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Krótki rys historyczny rachunku prawdopodobieństwa i statystyki matematycznej. Przestrzeń probabilistyczna dyskretna. Przestrzeń probabilistyczna jako model doświadczenia losowego. Drzewo stochastyczne jako środek konstrukcji przestrzeni probabilistycznej. Podstawowe pojęcia i wzory kombinatoryczne. | 2 |
| Wy2 | Klasyczna przestrzeń probabilistyczna. Losowanie próbki. Algebra zdarzeń. Układ zupełny zdarzeń. Definicja prawdopodobieństwa zdarzenia w dyskretnej przestrzeni probabilistycznej. Różne aspekty prawdopodobieństwa (klasyczny, miarowy, statystyczny, subiektywny, idea stochastycznego grafu przepływu). | 2 |
| Wy3 | Własności prawdopodobieństwa. Aksjomatyczna definicja przestrzeni probabilistycznej. Geometryczna przestrzeń probabilistyczna. Prawdopodobieństwo geometryczne. Zdarzenia niemożliwe. Prawdopodobieństwo jako ocena pewnego ryzyka i narzędzie weryfikacji hipotez. Rozstrzyganie środkami matematycznymi czy dany fakt jest rezultatem wiedzy, talentu, czy też przypadku. | 2 |
| Wy4 | Prawdopodobieństwo klasyczne. Prawdopodobieństwo warunkowe. Prawdopodobieństwo całkowite. Prawdopodobieństwo warunkowe a posteriori. Wzór Bayesa. Niezależność zdarzeń. Produkt kartezjański przestrzeni probabilistycznych. | 2 |
| Wy5 | Produktowe przestrzenie probabilistyczne dla serii doświadczeń niezależnych. Schemat Bernoulliego. Zmienna losowa w dyskretnej przestrzeni probabilistycznej i jej rozkład. Dystrybuenta. Wartość oczekiwana. Wariancja. Niezależność zmiennych losowych. Kowariancja i współczynnik korelacji. | 2 |
| Wy6 | Wybrane rozkłady zmiennych losowych ciągłych i dyskretnych (Rozkład dwumianowy. Czekań na pierwszy sukces. Rozkład geometryczny. Rozkład t-Studenta, Rozkład Normalny) Schemat Pascala. Wykorzystanie rozkładów w praktyce. | 2 |
| Wy7 | Ciągi zmiennych losowych i ich rozkłady. Zbieżność stochastyczna. Prawo wielkich liczb Bernoulliego. Prawo wielkich liczb Bernoulliego a szacowanie prawdopodobieństwa zdarzenia za pomocą jego częstości. Pojęcie procesu stochastycznego. Jednorodny łańcuch Markowa i jego graf stochastyczny. Podsumowanie wykładów | 2 |

| | | |
|-----|---|----------|
| Wy8 | Zaliczenie wykładu na ocenę (pisemnie). | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. dyskusja problemowa

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 | Kolokwium |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

L.T. Kubik, Rachunek prawdopodobieństwa, PWN, Warszawa 1980.
W. Kryszicki, J. Bartos, W. Dyczka, K. Królikowska, M. Wasilewski, Rachunek Prawdopodobieństwa i Statystyka Matematyczna w Zadaniach. Część 1, PWN, Warszawa 2005.
A. Plucińska, E. Pluciński, Probabilistyka. Procesy stochastyczne. Statystyka matematyczna. Rachunek prawdopodobieństwa, WNT, Warszawa 2015.
W. Feller, Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa, PWN, Warszawa 2012 (oryg. angielski).

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

A. Płocki, Prawdopodobieństwo wokół nas, Wydawnictwo „Dla szkoły”, Wilkowice 2004.
A. Płocki, P. Tlusty, Kombinatoryka wokół nas, Wydawnictwo Naukowe NOVUM, Płock 2010.
E. Łakoma, Historyczny rozwój prawdopodobieństwa, CODN, Warszawa 1992.
J. Ombach, Wstęp do rachunku prawdopodobieństwa, Wydawnictwo IM AGH, Kraków 1997.
A. Płocki, Dydaktyka stochastyki, Wydawnictwo Naukowe NOVUM, Płock 2005.
A. Żak, T. Zakrzewski, Kombinatoryka, prawdopodobieństwo i zdrowy rozsądek, Quadrivium, Wrocław, 1994.
J. Jakubowski, R. Sztencel, Prawdopodobieństwo dla (prawie) każdego, SCRIPT, 2002.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Jerzy Detyna tel.: 320-38-45 email: jerzy.detyna@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Rachunek prawdopodobieństwa**

Name in English: **Theory of Probability**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable):

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041013**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of courses: Linear Algebra, Mathematical Analysis.
2. Skills acquired in courses: Linear Algebra, Mathematical Analysis.
3. Linear Algebra, Mathematical Analysis.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Introduce students to basic concepts of probability calculus.
- C2. Shaping probabilistic intuition by solving tasks that arise from different situations.
- C3. Presentation of concepts, methods and probabilistic conclusions as mathematical tools for describing and examining reality, pointing to examples of the use of mathematics.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - He knows the basic concepts and theorems of the probability calculus (in terms of the course content).

PEK_W02 - He knows the basic concepts and theorems of combinatorics.

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | A brief historical outline of probability and mathematical statistics. Discrete probability space. Probabilistic space as a model of random experience. Stochastic tree as a means of constructing a probabilistic space. Basic concepts and combinatorial patterns. | 2 |
| Lec2 | Classical probabilistic space. Sampling. Algebra of events. Complete system of events. Definition of the probability of an event in a discrete probabilistic space. Different aspects of probability (classical, measurable, statistical, subjective, idea of stochastic flow graph). | 2 |
| Lec3 | Probability properties. Axiomatic definition of probabilistic space. Geometric probabilistic space. Geometric probability. Events impossible. Probability as a risk assessment and tool for verifying hypotheses. Determining mathematical means or a given fact is the result of knowledge, talent, or chance. | 2 |
| Lec4 | Classical probability. Conditional probability. Total probability. Conditional probability a posteriori. Bayes' formula. Independence of events. Cartesian product of probabilistic space. | 2 |
| Lec5 | Product probabilistic spaces for independent series of experiments. Bernoulli scheme. Random variable in discrete and continuous probabilistic space and its distribution. Cumulative distribution. Expected value. Variance. Independence of random variables. Covariance and correlation coefficient. | 2 |
| Lec6 | Selected distributions of random and discrete random variables (Binomial distribution. Waiting for the first success. Geometrical distribution. Student t-distribution, Normal distribution) Pascal's scheme. The use of distributions in practice. | 2 |
| Lec7 | Strings of random variables and their distributions. Stochastic convergence. Bernoulli's law of large numbers. The law of large numbers of Bernoulli and the estimation of the probability of an event by its frequency. Concept of stochastic process. Markov homogeneous chain and its stochastic graph. Summary of lectures | 2 |
| Lec8 | Passing the lecture (in writing) | 1 |
| | | Total hours: 15 |

TEACHING TOOLS USED

N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides
N2. problem discussion

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 | Test |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

L.T. Kubik, Probability Theory, PWN, Warsaw 1980.

W. Kryszewski, J. Bartos, W. Dyczka, K. Królikowska, M. Wasilewski, Probability and Mathematical Statistics in Tasks. Part 1, PWN, Warsaw 2005.

A. Plucińska, E. Pluciński, Probabilistics. Stochastic Processes. Mathematical Statistics. Probability Calculation, WNT, Warsaw 2015.

W. Feller, Introduction to Probability Theory, PWN, Warsaw 2012 (Translated from English).

SECONDARY LITERATURE

A. Płocki, Probability Around Us, Publishing House, „Dla szkoły”, Wilkowice 2004

A. Płocki, P. Tlusty, Combinatorics Around Us, NOVUM Scientific Publishing House, Płock 2010.

E. Łakoma, Historical Probability Development, CODN, Warsaw 1992.

J. Ombach, Introduction to Probability, Publishing House IM AGH, Kraków 1997.

A. Płocki, Didactics of Stochastics, NOVUM Scientific Publishing House, Płock 2005.

A. Zak, T. Zakrzewski, Combinatorics, Probability and Common Sense, Quadrivium, Wrocław, 1994.

J. Jakubowski, R. Sztencel, Probability for (almost) Everyone, SCRIPT, 2002.

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Jerzy Detyna tel.: 320-38-45 email: jerzy.detyna@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Drgania i hałas w inżynierii maszyn**

Nazwa w języku angielskim: **Vibration and noise in mechanical engineering**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041100**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma podstawową wiedzę na temat powstawania drgań i hałasu w maszynach.
2. Potrafi analizować wyniki pomiarów hałasu i drgań.
3. Ma podstawową wiedzę na temat sposobu doboru metod redukcji hałasu i drgań.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zdobyć podstawowej wiedzy na temat drgań i hałasu w maszynach.
C2. Zdobyć umiejętności analizowania wyników pomiarów.
C3. Zdobyć umiejętności doboru metod zwalczania hałasu i drgań.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Zna zjawiska fizyczne związane ze sposobem powstawania drgań i hałasu w maszynach.

PEK_W02 - Zna metody pomiaru drgań i hałasu w maszynach oraz metody lokalizacji źródeł hałasu.

PEK_W03 - Zna sposoby zwalczania drgań i hałasu w maszynach oraz materiały stosowane w walce z drganiami i hałasem.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi zastosować odpowiednie metody obliczeniowe stosowane w analizie drgań maszyn.

PEK_U02 - Potrafi mierzyć i lokalizować źródła hałasu w maszynach oraz analizować otrzymane wyniki.

PEK_U03 - Potrafi dobrać odpowiednie materiały stosowane do redukcji drgań i hałasu.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - skuteczne wyszukiwanie informacji i ich krytyczna ocena.

PEK_K02 - umiejętność pracy w zespole mająca na celu właściwy podział obowiązków i skuteczne rozwiązanie powierzonych zadań.

PEK_K03 - umiejętność właściwego argumentowania i uzasadniania własnego punktu widzenia.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Wstęp, wprowadzenie do wykładu, program, wymagania, definicja procesów wibroakustycznych w maszynach. | 2 |
| Wy2 | Opis teoretyczny drgań o 1 stopniu swobody (z tłumieniem i bez tłumienia, zjawisko rezonansu). | 2 |
| Wy3 | Układy o wielu stopniach swobody (współrzędne główne, częstotliwości drgań własnych). | 2 |
| Wy4 | Opis rozchodzenia się fal dźwiękowych w powietrzu, przewodzenie dźwięku. | 2 |
| Wy5 | Modelowanie drgań i metody obliczeniowe stosowane w analizie drgań maszyn (metody symulacyjne, MES). | 2 |
| Wy6 | Dynamiczny eliminator drgań (zastosowania, zasady projektowania). | 2 |
| Wy7 | Metody pomiaru drgań w maszynach (analiza modalna, analiza operacyjna). | 2 |
| Wy8 | Wibroizolacja maszyn i urządzeń, rodzaje, zasady doboru wibroizolatorów. | 2 |
| Wy9 | Główne rodzaje i klasyfikacja źródeł hałasu w maszynach. | 2 |
| Wy10 | Pomiar hałasu maszyn i urządzeń, metody redukcji hałasu (czynne i bierne). | 2 |
| Wy11 | Lokalizacja źródeł hałasu metodami energetycznymi. | 2 |
| Wy12 | Materiały dźwiękochłonne i dźwiękoizolacyjne stosowane w przemyśle. | 2 |
| Wy13 | Obudowy dźwiękochłonne, ekrany akustyczne, ochrona osobista. | 2 |
| Wy14 | Diagnostyka wibroakustyczna maszyn i urządzeń. | 2 |
| Wy15 | Normy i dyrektywy unijne dla oceny drgań i emisji hałasu, mapy akustyczne. | 2 |
| | | Suma: 30 |

| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
|----------------------------|--|---------------|
| Lab1 | Sprawy organizacyjne. Badanie drgań giętych belki przy wymuszeniu bezwładnościowym. | 2 |
| Lab2 | Badanie odporności urządzeń mechanicznych i mechatronicznych na drgania. | 2 |
| Lab3 | Analiza modalna na przykładzie płyty. | 2 |
| Lab4 | Wyznaczanie współczynnika tłumienia drgań układu mechanicznego. | 2 |
| Lab5 | Pomiar hałasu pompy wyporowej w komorze pogłosowej. | 2 |
| Lab6 | Lokalizacja źródeł hałasu na przykładzie zasilaczy hydraulicznych: metoda energetyczna, metoda holografii akustycznej. | 2 |
| Lab7 | Pomiar hałasu przy użyciu sonometru. | 2 |
| Lab8 | Zaliczenie | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. konsultacje
N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium
N4. eksperyment laboratoryjny
N5. przygotowanie sprawozdania

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_W03, PEK_K01 - PEK_K03 | Egzamin pisemno-ustny |
| P = F1 | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| 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_W03, PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | wejściówka, |

| | | |
|-----------------------|--|------------------|
| F2 | PEK_W01 - PEK_W03, PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | odpowiedzi ustne |
| F3 | PEK_W01 - PEK_W03, PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | sprawozdania |
| P = 0,2F1+0,4F2+0,4F3 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Cempel Cz.: Wibroakustyka stosowana, PWN Warszawa, 1989

Engel Z.: Drgania w technice, Ossolineum, Kraków 1987

Łączkowski R.: Wibroakustyka maszyn i urządzeń, WNT Warszawa, 1983

Golinski J.: Wibroizolacja maszyn, PWN, 1979

Osinski Z.: Teoria drgań, PWN, 1978

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Wiesław Fiebig tel.: 71 320-27-00 email: Wieslaw.Fiebig@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Drgania i hałas w inżynierii maszyn**

Name in English: **Vibration and noise in mechanical engineering**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041100**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has a basic knowledge of formation of vibration and noise in machines.
2. Is able to analyze measurements results.
3. Has a basic knowledge of the methods to reduce noise and vibration.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Gaining basic knowledge of noise and vibrations in machines.
- C2. Gaining knowledge of noise and vibrations measurements.
- C3. Gaining knowledge of selection methods to reduce noise and vibrations.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Knows the physical phenomena related to the way of formation of noise and vibrations in machines.

PEK_W02 - Knows the methods of measurement of noise and vibration in machines and methods for noise source location.

PEK_W03 - Knows how to eliminate noise and vibrations in machines and materials used to eliminate noise and vibrations.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Can use appropriate calculation methods used for the analysis of machine vibrations.

PEK_U02 - Can measure and locate the noise source in machines and analyze the results.

PEK_U03 - Can choose the right materials for vibration and noise reduction.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Effective information retrieval and critical evaluation.

PEK_K02 - Ability to work in a team aimed at appropriate division of responsibilities and effective solution of the assignments.

PEK_K03 - Ability to proper argumentation and justification of own point of view.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Introduction to the course, program, requirements, the definition of vibroacoustic processes in machines. | 2 |
| Lec2 | Theoretical description of vibration of systems with one degree of freedom (with damping and without damping, resonance). | 2 |
| Lec3 | Multi degrees of freedom systems (the main coordinates, the natural frequencies). | 2 |
| Lec4 | Description of propagation of sound waves in air, conduction of sound. | 2 |
| Lec5 | Vibration simulation and computing methods used in machine vibration analysis (simulation methods, FEM). | 2 |
| Lec6 | Dynamic vibration eliminator (applications, design principles). | 2 |
| Lec7 | Measurement methods of vibrations in machines (modal analysis, operational analysis). | 2 |
| Lec8 | Vibration isolation of machines and devices, types, principles of damper selections. | 2 |
| Lec9 | The main types and classification of noise sources in machines. | 2 |
| Lec10 | Noise measurements of machines and devices, methods of noise reduction (active and passive). | 2 |
| Lec11 | Location of noise sources using energy methods. | 2 |
| Lec12 | Soundproof and sound absorbing materials used in the industry. | 2 |
| Lec13 | Sound insulation cabins, acoustic barriers, personal protection. | 2 |

| | | |
|------------------------------|---|-----------------|
| Lec14 | Vibroacoustic diagnostics of machines and devices. | 2 |
| Lec15 | Standards and EU directives for the assessment of vibration and noise emission, noise maps. | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Introduction. Free transverse vibrations of the beam | 2 |
| Lab2 | Investigation of vibration resistance of mechanical and mechatronic devices. | 2 |
| Lab3 | Modal analysis on example of a plate. | 2 |
| Lab4 | Identification of damping coefficient of a mechanical system. | 2 |
| Lab5 | Noise measurements of hydraulic pump in reverberation chamber | 2 |
| Lab6 | Identification of noise sources on example of : energetic method, acoustic holography | 2 |
| Lab7 | Noise measurements using sound level meter | 2 |
| Lab8 | Final laboratory - credit and mark | 1 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|--|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. tutorials N3. self study - preparation for laboratory class N4. laboratory experiment N5. report preparation | | |

| | | |
|--|--------------------------------------|---|
| 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_W03, PEK_K01 - PEK_K03 | written-oral exam |
| P = F1 | | |

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)

| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
|--|---|---|
| F1 | PEK_W01 - PEK_W03, PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | short test at the beginning of the class |
| F2 | PEK_W01 - PEK_W03, PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | oral answers |
| F3 | PEK_W01 - PEK_W03, PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | report from laboratory |
| $P = 0,2F1+0,4F2+0,4F3$ | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Cempel Cz.: Wibroakustyka stosowana, PWN Warszawa, 1989

Engel Z.: Drgania w technice, Ossolineum, Kraków 1987

Łączkowski R.: Wibroakustyka maszyn i urządzeń, WNT Warszawa, 1983

Golinski J.: Wibroizolacja maszyn, PWN, 1979

Osinski Z.: Teoria drgań, PWN, 1978

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Wiesław Fiebig tel.: 71 320-27-00 email: Wieslaw.Fiebig@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Podstawy projektowania układów kinematycznych**

Nazwa w języku angielskim: **Foundations of Kinematics Systems Design**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041102**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | | 60 | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | | 2 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 2 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | | 1.4 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza z analizy matematycznej oraz mechaniki klasycznej.
2. Podstawowa wiedza z zakresu teorii mechanizmów i maszyn.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Dobór optymalnego schematu kinematycznego mechanizmu - projektowanego dla wypełnienia określonych wymagań
- C2. Umiejętność przeprowadzenia procesu syntezy geometrycznej wybranych mechanizmów dźwigniowych, krzywkowych i obiegowych.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Wiedza o metodach zapisu struktury układów kinematycznych.

PEK_W02 - Znajomość podstawowych metod syntezy strukturalnej układów kinematycznych.

PEK_W03 - Znajomość metod projektowania wymiarów podstawowych układów kinematycznych, spełniających postawione kryteria.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi tworzyć struktury różnych mechanizmów i schematy układów kinematycznych.

PEK_U02 - Potrafi przeprowadzić syntezę geometryczną mechanizmów dźwigniowych.

PEK_U03 - Potrafi projektować mechanizmy krzywkowe oraz przekładnie obiegowe.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z realizacją zadań inżynierskich.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|-----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Ruchliwość konturów. Metody zapisu układów kinematycznych. | 2 |
| Wy2 | Synteza strukturalna - metoda łańcucha pośredniczącego (tworzenie zamkniętych łańcuchów pośredniczących). | 2 |
| Wy3 | Synteza strukturalna. Selekcja łańcuchów pośredniczących, tworzenie schematów podstawowych i kinematycznych - wybór rozwiązania optymalnego. | 2 |
| Wy4 | Wprowadzenie do syntezy geometrycznej mechanizmów dźwigniowych | 2 |
| Wy5 | Metody syntezy geometrycznej dźwigniowych układów kinematycznych | 2 |
| Wy6 | Projektowanie mechanizmów krzywkowych | 3 |
| Wy7 | Projektowanie przekładni obiegowych | 2 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | Badanie własności ruchowych układów kinematycznych (kartkówka i projekt) | 2 |
| Proj2 | Metody zapisu układów kinematycznych (kartkówka i projekt) | 2 |
| Proj3 | Synteza strukturalna. Tworzenie zamkniętych łańcuchów pośredniczących i ich selekcja (kartkówka) | 2 |
| Proj4 | Synteza strukturalna. Schematy podstawowe i kinematyczne oraz kryteria wyboru mechanizmu. (projekt) | 2 |
| Proj5 | Synteza geometryczna mechanizmów dźwigniowych (kartkówka i projekt) | 3 |
| Proj6 | Projekt mechanizmu krzywkowego (kartkówka i projekt) | 2 |
| Proj7 | Projekt przekładni obiegowej (projekt) | 2 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład problemowy
 N2. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
 N3. ćwiczenia problemowe
 N4. prezentacja projektu

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_W03 | egzamin |
| P = F1 | | |

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_U03 | kartkówki, obrona projektów |
| P = średnia ocen z kartkówek i projektów | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Miller S.: Układy kinematyczne. Podstawy projektowania. WNT 1987
2. Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wyd. PWr. 2003
3. Gronowicz A., Miller S.: Mechanizmy. Oficyna Wyd. PWr. 1996
4. Gronowicz A., Miller S., Twaróg W.: Teoria maszyn i mechanizmów. Zestaw problemów analizy i projektowania. Oficyna Wyd. PWr. 1999

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Bałchanowski J., Twaróg W.: Metoda syntezy strukturalnej mechanizmów równoległych. TMM. Wydawnictwo ATH Bielsko-Biała 2008, str. 377-384.
2. Bałchanowski J., Twaróg W.: Synteza strukturalna przestrzennych mechanizmów równoległych. TMM. Wydawnictwo ATH Bielsko-Biała 2008, str. 385-392.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

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

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Podstawy projektowania układów kinematycznych**

Name in English: **Foundations of Kinematics Systems Design**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041102**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | | 60 | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | | 2 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 2 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | | 1.4 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge in mathematical analysis and classical mechanics.
2. Knowledge of fundamental the theory of mechanisms and machines.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Choice of the optimal kinematic scheme of a mechanism - designed to fulfill the specified requirements.
- C2. Skill in geometrical synthesis of chosen linkages and cam mechanisms.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Knowledge of forms of mechanisms' structure notation.

PEK_W02 - Knowledge of fundamental methods of type synthesis of kinematic systems.

PEK_W03 - Knowledge of fundamental methods of geometrical synthesis of kinematic systems, fulfilled the specified requirements

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Student is able to create set of mechanism schemes.

PEK_U02 - Student is able to carry out geometrical synthesis of linkage mechanism.

PEK_U03 - Student is able to design cam mechanisms and planetary gears.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Correctly identifies and resolves dilemmas associated with the implementation of engineering tasks.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | Mobility of contours. Forms of mechanisms' structure notation. | 2 |
| Lec2 | Type synthesis - making of closed link chains | 2 |
| Lec3 | Methods of type synthesis, set of possible solutions creation. Criteria and selection of optimal solution. | 2 |
| Lec4 | Introduction to methods of dimensional synthesis of linkages mechanisms. | 2 |
| Lec5 | Methods of dimensional synthesis of linkages mechanisms. | 2 |
| Lec6 | Designing of cam mechanisms. | 3 |
| Lec7 | Designing of planetary gears. | 2 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |
| Proj1 | Analysis of topology of kinematics systems (test and project). | 2 |
| Proj2 | Methods of notation of topology (test and project). | 2 |
| Proj3 | Type synthesis. Making of possible sets of the solutions (test). | 2 |
| Proj4 | Type synthesis cont. Criteria and selection for optimal solution (project). | 2 |
| Proj5 | Dimensional synthesis of linkages mechanisms (test and project). | 3 |
| Proj6 | Project of cam mechanisms (test and project). | 2 |
| Proj7 | Project of planetary gear (project). | 2 |
| | | Total hours: 15 |

TEACHING TOOLS USED

N1. problem lecture
 N2. traditional lecture with the use of transparencies and slides
 N3. problem exercises
 N4. project presentation

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_W03 | exam |

P = F1

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_U03 | tests, project discussion |

P = średnia ocen z kartkówek i projektów

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Miller S.: Układy kinematyczne. Podstawy projektowania. WNT 1987
2. Gronowicz A.: Podstawy analizy układów kinematycznych. Oficyna Wyd. PWr. 2003
3. Gronowicz A., Miller S.: Mechanizmy. Oficyna Wyd. PWr. 1996
4. Gronowicz A., Miller S., Twaróg W.: Teoria maszyn i mechanizmów. Zestaw problemów analizy i projektowania. Oficyna Wyd. PWr. 1999

SECONDARY LITERATURE

1. Bałchanowski J., Twaróg W.: Metoda syntezy strukturalnej mechanizmów równoległych. TMM. Wydawnictwo ATH Bielsko-Biała 2008, str. 377-384.
2. Bałchanowski J., Twaróg W.: Synteza strukturalna przestrzennych mechanizmów równoległych. TMM. Wydawnictwo ATH Bielsko-Biała 2008, str. 385-392.

SUBJECT SUPERVISOR

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

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Projektowanie układów elektrohydraulicznych i elektropneumatycznych**

Nazwa w języku angielskim: **Designing of electro-hydraulic and electro-pneumatic systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041103**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | | 1 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 1 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | | 0.7 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza z mechaniki płynów
2. Posiada wiedzę na temat hydraulicznych i pneumatycznych układów napędowych
3. Posiada wiedzę podstawową z podstaw robotyki i automatyzacji

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z metodami generowania schematów funkcjonalnych układów elektrohydraulicznych i elektropneumatycznych
- C2. Opanowanie procedury obliczeń
- C3. Wyznaczanie charakterystyk statycznych oraz sprawności układów elektrohydraulicznych i elektropneumatycznych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Wyznaczanie charakterystyk statycznych oraz sprawności układów elektrohydraulicznych i elektropneumatycznych

PEK_W02 - Powinien zinterpretować charakterystykę układu

PEK_W03 - Ma wiedzę o aktualnym stanie techniki w zakresie układów elektrohydraulicznych i elektropneumatycznych

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien zaproponować strukturę układu elektrohydraulicznego lub elektropneumatycznego spełniającego założone funkcje

PEK_U02 - Powinien przeprowadzić podstawowe obliczenia

PEK_U03 - Dobrać elementy składowe do wybranej struktury układu

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|-----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Podstawy projektowania napędowych układów hydraulicznych lub pneumatycznych realizującego określone zadania (funkcje) i spełniających żądane wymagania | 2 |
| Wy2 | Morfologiczna metoda generowania struktur układów | 2 |
| Wy3 | Podstawowe obliczenia i zasady doboru podstawowych (katalogowych) elementów układu: siłowników i silników, pomp i sprężarek, rozdzielaczy, zaworów ciśnieniowych i przepływowych | 2 |
| Wy4 | Charakterystyki statyczne układu hydraulicznego. | 2 |
| Wy5 | Bilans energetyczny układu | 2 |
| Wy6 | Technika proporcjonalna | 2 |
| Wy7 | Rodzaje układów sterowania i zasady ich doboru | 3 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |

| | | |
|-------|--|----------|
| Proj1 | Analiza problemu projektowego – zasada działania i wymagania maszyny lub urządzenia. | 2 |
| Proj2 | Określenie kryteriów oceny rozwiązań i wybór dominującego. | 2 |
| Proj3 | Generowanie rozwiązań struktur układu napędowego. Ocena i wybór wariantów. | 2 |
| Proj4 | Obliczenia wstępne i dobór elementów podstawowych (katalogowych) do układu napędowego. | 3 |
| Proj5 | Wyznaczanie charakterystyk statycznych układu. Bilans energetyczny układu. | 3 |
| Proj6 | Dobór i lokalizacja elementów pomocniczych do układu. Obrona projektu | 3 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. prezentacja multimedialna
N2. praca własna - przygotowanie do projektu

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 | kolokwium |
| $P = F1 = Fw$ | | |

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, PEK-K01 | Obrona projektu |
| $P = 0,3 \cdot Fw + 0,7 \cdot F1$ | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Stryczek S.: Napęd hydrostatyczny. t II Układy. WNT Warszawa 1992. Pizoń A.: Hydrauliczne i elektrohydrauliczne układy sterowania i regulacji. WNT 1987. Garbacik A.: Studium projektowania układów hydraulicznych. Wyd. Ossolineum. Wrocław 1997. Jędrzykiewicz Z.: Projektowanie układów hydrostatycznych. Podstawy metodyczno-obliczeniowe. Skrypt 1313 AGH Kraków. Kollek W.: Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2004.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Katalogi producentów elementów hydrauliki siłowej i pneumatyki. Rohatyński R., Domagała Z., Prokopowicz J.: Wybór koncepcji układu napędu hydraulicznego z wykorzystaniem systemu ekspertowego. Hydraulika i Pneumatyka. 2000r. Nr 43. Jędrzykiewicz Z., Wąsierski K., Łebkowski P., Bober M.: Wprowadzenie do projektowania i komputerowo wspomaganego projektowania elementów i układów automatyki. Wyd. AGH Kraków

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Waldemar Sradomski tel.: 71 320-26-67 email: Waldemar.Sradomski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Projektowanie układów elektrohydraulicznych i elektropneumatycznych**

Name in English: **Designing of electro-hydraulic and electro-pneumatic systems**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041103**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | | 1 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 1 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | | 0.7 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of fluid mechanics
2. He has knowledge of hydraulic and pneumatic drive systems
3. It has a basic knowledge of the basics of robotics and automation

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To acquaint students with methods to generate patterns of functional systems electropneumatic and electrohydraulic
- C2. Mastering the Calculation Procedure
- C3. Determining the static characteristics and efficiency of electrohydraulic and electropneumatic systems

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Determining the static characteristics and efficiency of electrohydraulic and electropneumatic systems

PEK_W02 - He should interpret the characteristics of the system

PEK_W03 - He has knowledge about the current state of the art in the field of electrohydraulic systems and electropneumatic systems

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Following the course, the student should propose the structure of an electro-hydraulic or electropneumatic-founded fulfilling functions

PEK_U02 - Should perform basic calculations

PEK_U03 - Select the components to the structure selected

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - He can interact and work in a group, assuming different roles in it

PROGRAM CONTENT

| PROGRAM CONTENT | | |
|---------------------------|--|-----------------|
| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
| Lec1 | Basics of designing propulsion systems, hydraulic or pneumatic carrying out certain tasks (functions) and meet the desired requirements | 2 |
| Lec2 | Morphological method of generating structures, systems | 2 |
| Lec3 | Basic calculations and rules for the selection of basic (catalog) system components: motors and engines, pumps and compressors, valves, pressure valves and flow | 2 |
| Lec4 | Static characteristics of the hydraulic system. | 2 |
| Lec5 | The energy balance of the system. | 2 |
| Lec6 | Proportional technology | 2 |
| Lec7 | The types of control systems and rules for their selection | 3 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |
| Proj1 | Analysis of design problems - how it works and the requirements of a machine or device. | 2 |
| Proj2 | Determination of criteria for evaluating solutions and choice of the parent company. | 2 |
| Proj3 | Generating structures, powertrain solutions. Evaluation and selection of options. | 2 |
| Proj4 | Preliminary calculations and selection of basic elements (directory) to the propulsion system. | 3 |
| Proj5 | Determining the static characteristics of the system. The energy balance of the system. | 3 |

| | | |
|-------|---|-----------------|
| Proj6 | Selection and location of ancillary components to the system. Defense project | 3 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|---|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. multimedia presentation N2. self study - preparation for project class | | |

| | | |
|--|---------------------------|---|
| 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 | colloquium |
| P = F1=FW | | |

| | | |
|--|------------------------------------|---|
| 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, PEK-K01 | Defense project |
| P = 0,3*FW+0,7F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Stryczek S.: Napęd hydrostatyczny. t II Układy. WNT Warszawa 1992. Pizoń A.: Hydrauliczne i elektrohydrauliczne układy sterowania i regulacji. WNT 1987. Garbacik A.: Studium projektowania układów hydraulicznych. Wyd. Ossolineum. Wrocław 1997. Jędrzykiewicz Z.: Projektowanie układów hydrostatycznych. Podstawy metodyczno-obliczeniowe. Skrypt 1313 AGH Kraków. Kollek W.: Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2004.

SECONDARY LITERATURE

1. Katalogi producentów elementów hydrauliki siłowej i pneumatyki. 2. Rohatyński R., Domagała Z., Prokopowicz J.: Wybór koncepcji układu napędu hydraulicznego z wykorzystaniem systemu ekspertowego. Hydraulika i Pneumatyka. 2000r. Nr 43. Jędrzykiewicz Z., Wąsierski K., Łebkowski P., Bober M.: Wprowadzenie do projektowania i komputerowo wspomaganie projektowanie elementów i układów automatyki. Wyd. AGH Kraków

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Waldemar Sradomski tel.: 71 320-26-67 email: Waldemar.Sradomski@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Metody i techniki sztucznej inteligencji**

Nazwa w języku angielskim: **METHODS AND TECHNIQUES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041105**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | | 1 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 1 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | | 0.7 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma ugruntowaną wiedzę w zakresie posługiwania się i komunikowania się z użyciem inżynierskiego języka
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie konstrukcji i technologii maszyn

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie podstawowych metod sztucznej inteligencji
- C2. Poznanie możliwości i zastosowania systemów SI.
- C3. Poznanie budowy i możliwości wybranych narzędzi SI.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Zna strukturę systemów SI oraz rozróżnia i potrafi scharakteryzować podstawowe ich składniki

PEK_W02 - Zna możliwości techniczne systemów SI i potrafi zaproponować różne rozwiązania w obszarze ich zastosowania

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi przeanalizować problem techniczny lub organizacyjny i zaprojektować pod względem funkcjonalnym konfigurację systemu SI.

PEK_U02 - Potrafi zbudować prototyp systemu w oparciu o narzędzia baz danych i sieci neuronowych

PEK_U03 - Potrafi zbudować prototyp systemu w oparciu o systemy ekspertowe i algorytmy genetyczne

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Rozumie konieczność ciągłego zdobywania wiedzy w zakresie działalności inżyniera o specjalności automatyka i robotyka oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i społecznych

PEK_K02 - Potrafi myśleć i krytycznie analizować funkcjonowanie budowanego systemu w celu podnoszenia jego efektywności

PEK_K03 - Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną i jej wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstwa

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|-----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Sztuczna inteligencja tło historyczne oraz definicje, kierunki rozwoju. | 2 |
| Wy2 | Zasady konstrukcji baz danych, cykl projektowania bazy danych | 2 |
| Wy3 | Cykl projektowania bazy danych, wielostanowiskowe bazy danych, narzędzia i języki czwartej generacji | 2 |
| Wy4 | Sztuczne sieci neuronowe (SSN) , budowa sieci, rodzaje sieci | 2 |
| Wy5 | Zakres stosowania i przykłady wykorzystania SSN | 1 |
| Wy6 | Systemy baz wiedzy, budowa systemów ekspertowych, struktura systemu | 1 |
| Wy7 | Bazy wiedzy, mechanizmy wnioskowania, interfejsy Oprogramowanie narzędziowe do budowy SE Zakres stosowania i przykłady wykorzystania SE | 2 |
| Wy8 | Algorytmy genetyczne Budowa algorytmów genetycznych Zakres stosowania i przykłady wykorzystania AG | 2 |
| Wy9 | Kolokwium zaliczeniowe | 1 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | BD do okreslania kosztów wytwarzania, - tablice i relacje modelujące działania produkcyjne, - kwerendy jako pytania w SQL do bazy danych , - konstrukcja niezbędnych formularzy i raportów | 4 |

| | | |
|-------|---|----------|
| Proj2 | Sztuczne sieci neuronowe (SSN)-System do kompensacji błędów cieplnych obrabiarki. -Możliwości wybranego oprogramowania SSN, -Dobór architektury sieci neuronowej, -Proces uczenia i testowania sieci, -Ocena uzyskanych wyników | 4 |
| Proj3 | System ekspertowy (bazy wiedzy do budowy procesu technologicznego -Możliwości systemu (GURU), -Drzewo wiedzy, generowanie reguł, -Dobór mechanizmów wnioskowania, -Budowa prototypu własnego systemu ekspertowego | 4 |
| Proj4 | Algorytmy genetyczne w optymalizacji procesu montażu | 3 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. praca własna - przygotowanie do projektu
N3. prezentacja projektu

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_K | kolokwium |
| P = P | | |

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, PEK_K | obrona projektu |
| P = F | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Cholewa, W. Pedrych, : Systemy doradcze, 1987, wydawnictwo: Skrypt Pol. Sl., Gliwice , rok: 1987
2. Tadeusiewicz, title: Sieci neuronowe, wydawnictwo: PWN, Warszawa , rok: 1993
3. Jeffrey D. Ullman, Jennifer Widom , : Podstawowy wykład z systemów baz danych, wydawnictwo: WNT, Warszawa , rok: 2000
4. Jan J. Mulawka, : Systemy Ekspertowe, wydawnictwo: WNT, rok: 1996

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. D.A. Waterman , : A Guide to Expert Systems, wydawnictwo: Addison-Wesley Publishing Company, rok: 1987

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Tomasz Jankowski tel.: 41-74 email: tomasz.jankowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Metody i techniki sztucznej inteligencji**

Name in English: **METHODS AND TECHNIQUES OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041105**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | | 1 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 1 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | | 0.7 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has an established expertise in the use of and communicate using language engineering
2. It has a basic knowledge of design and manufacturing systems

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Learn the basic methods and techniques of artificial engineering
- C2. Understanding the possibilities and applications of AI systems.
- C3. Knowing the possibilities and selected tools SI.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - He knows the structure of the AI systems and differentiates and can describe the basic components thereof

PEK_W02 - He knows the technical capabilities of AI systems and can offer various solutions in the area of their application

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Is able to analyze a problem technical or organizational and design in terms of functional configuration of the system SI.

PEK_U02 - He can build a prototype system based on a database tool and neural networks

PEK_U03 - He can build a prototype system based on expert systems and genetic algorithms

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Understands the need for lifelong learning in the field of activity of an engineer specializing in "Automatics and robotics" and improving professional and social competence

PEK_K02 - He can think and critically analyze the functioning of systems built to improve its efficiency

PEK_K03 - Is aware of the responsibility for their own work and its impact on the functioning of the company

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | Artificial Intelligence historical background and definitions, development directions. | 2 |
| Lec2 | Rules database structure, database design cycle | 2 |
| Lec3 | Cycle database design, multi user database, tools and fourth-generation languages | 2 |
| Lec4 | Artificial neural networks (ANN), network construction, network types | 2 |
| Lec5 | Scope of application and examples of SSN | 1 |
| Lec6 | Systems, knowledge bases, build expert systems, system structure | 1 |
| Lec7 | The knowledge base, inference mechanisms, interfaces and software tools to build SE Scope of application and examples of SE | 2 |
| Lec8 | genetic algorithms Construction of genetic algorithms Scope of application and examples of AG | 2 |
| Lec9 | Final test | 1 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |

| | | |
|-------|--|-----------------|
| Proj1 | BD to determining the cost of production, - Tables and relationships modeling manufacturing operations, - A query as a question in the SQL database, - Construction of the necessary forms and reports | 4 |
| Proj2 | Artificial neural networks (ANN} -System for error compensation of thermal machines. -Możliwości Selected software SSN, -Dobór Architecture of the neural network, -Proces Learning and network testing, -quality Of results | 4 |
| Proj3 | Expert system (knowledge base for the technological process - Opportunities System (GURU) -tree Knowledge, generating rules --Select Inference mechanisms, -Construction Own prototype expert system | 4 |
| Proj4 | Genetic algorithms in optimizing the assembly process | 3 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|---|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - preparation for project class N3. project presentation | | |

| | | |
|--|--------------------------|---|
| 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_K | test |
| P = P | | |

| | | |
|--|--------------------------------|---|
| 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, PEK_K | defense project |

P = F

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Tomasz Jankowski tel.: 41-74 email: tomasz.jankowski@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Urządzenia i układy automatyki**

Nazwa w języku angielskim: **Equipment and automation systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041106**

Grupa kursów: **nie**

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza w zakresie podstaw automatyki.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie zagadnień z zakresu urządzeń automatyki.
- C2. Poznanie zagadnień z zakresu układów automatyki.
- C3. Zasady stosowania układów i urządzeń automatyki

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Student zna podstawowe zagadnienia z zakresu przyrządów o pomiaru wielkości mechanicznych oraz pomiaru przepływu, ciśnienia, poziomu, temperatury.

PEK_W02 - Student posiada wiedzę z zakresu regulatorów, serwomechanizmów oraz sterowników PLC.

II. Z zakresu umiejętności:

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Podstawowe elementy automatyki | 2 |
| Wy2 | Urządzenia pomiarowe w układach regulacji automatycznej | 2 |
| Wy3 | Przyrządy do pomiaru wielkości mechanicznych oraz pomiaru przepływu, ciśnienia, poziomu, temperatury | 8 |
| Wy4 | Elementy nastawcze i siłowniki. Pierwsze kolokwium | 3 |
| Wy5 | Podstawowe wiadomości o regulatorach, regulatory bezpośredniego działania i o działaniu ciągłym | 2 |
| Wy6 | Regulatory cyfrowe | 2 |
| Wy7 | Falowniki | 3 |
| Wy8 | Silniki wykorzystywane w układach i urządzeniach automatyki | 2 |
| Wy9 | Sterowniki PLC. Programowanie sterowników PLC. | 4 |
| Wy10 | Systemy SCADA | 2 |
| | | Suma: 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów

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 | pierwsze kolokwium |
| F2 | PEK_W02 | drugie kolokwium |
| P = F1+F2 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Elementy urządzenia i układy automatyki”, J. Kostro, Wydawnictwo WSiP, Warszawa 2007.
2. Urządzenia i układy automatyki”, Z. Zajda, L. Żebrowski; Wydawnictwo PWr., Wrocław 1993.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Daniel Nowak tel.: 27-27 email: daniel.nowak@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Urządzenia i układy automatyki**

Name in English: **Equipment and automation systems**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041106**

Group of courses: **no**

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

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of the basics of automation.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Understanding the issues of automation equipment.
- C2. Understanding the issues of control systems.
- C3. Rules for the use of systems and automation equipment

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - The student knows the basic issues of instruments for measuring mechanical quantities and flow, pressure, level, temperature.

PEK_W02 - The student has knowledge of the regulators, servo and PLC.

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - The student is able to think and act in a creative way.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | The basic elements of automation | 2 |
| Lec2 | Measuring equipment for automatic control systems | 2 |
| Lec3 | Instruments for measuring mechanical quantities and measurement of flow, pressure, level, temperature | 8 |
| Lec4 | Setting elements and actuators. Test | 3 |
| Lec5 | Basic information on regulators, controllers direct action and continuous | 2 |
| Lec6 | Digital controllers | 2 |
| Lec7 | Falowniki | 3 |
| Lec8 | Engines used in systems and automation devices | 2 |
| Lec9 | PLCs, PLC Programming | 4 |
| Lec10 | SCADA systems | 2 |
| | | Total hours: 30 |

TEACHING TOOLS USED

N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides

| 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 | Test 1 |
| F2 | PEK_W02 | Test 2 |
| P = F1+F2 | | |

| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE |
|--|
| <p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <p>1. "Components, equipment and automation systems" J. Kostro, publishing WSiP Warsaw 2007. 2. "Equipment and automation systems" Z. Zajda, L. Żebrowski, publishing PWr. Wrocław 1993</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> |

| SUBJECT SUPERVISOR |
|--|
| dr hab. inż. Daniel Nowak tel.: 27-27 email: daniel.nowak@pwr.edu.pl |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Automatyzacja pojazdów i maszyn roboczych**

Nazwa w języku angielskim: **Automation of vehicles and working machines**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041107**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma podstawową wiedzę dotyczącą sensorów i systemów pomiarowych potwierdzoną zaliczeniem stosownego kursu
2. Ma podstawową wiedzę z zakresu mikro-sterowników potwierdzoną zaliczeniem stosownego kursu
3. Ma podstawową wiedzę z automatyki potwierdzoną zaliczeniem stosownego kursu

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie szczegółowej wiedzy dotyczącej zagadnień automatyzacji pojazdów i maszyn roboczych
C2. Nabycie umiejętności w przeprowadzaniu badań doświadczalnych, diagnostyce i dostosowywaniu do aktualnych wymagań układów automatyki w pojazdach i maszynach roboczych
C3. Nabywanie i utrwalanie świadomości ważności profesjonalizmu oraz pozatechnicznych aspektów w działalności inżynierskiej

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - posiada wiedzę o magistralach danych i systemach nawigacji stosowanych w pojazdach przemysłowych i maszynach roboczych

PEK_W02 - posiada wiedzę o systemach automatyki stosowanych w pojazdach przemysłowych

PEK_W03 - posiada wiedzę o układach automatyki stosowanych w dźwignicach i systemach magazynowych

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - potrafi przeprowadzić badania i diagnostykę systemu automatyki w pojeździe przemysłowym

PEK_U02 - potrafi przeprowadzić badania i diagnostykę systemu automatyki dźwignicy

PEK_U03 - potrafi dokonywać racjonalnych zmian w programach sterujących układów automatyki pojazdów i maszyn roboczych

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego doskonalenia się w zakresie układów automatyki w pojazdach i maszynach roboczych

PEK_K02 - ma świadomość i zrozumienie pozatechnicznych aspektów działalności inżyniera mechanika takich jak: bezpieczeństwo i higiena pracy, wpływ na środowisko

PEK_K03 - ma świadomość ważności zachowania w sposób profesjonalny i przestrzegania zasad etyki zawodowej

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Sprawy organizacyjne. Wprowadzenie do systemów automatyki w pojazdach i maszynach roboczych | 2 |
| Wy2 | Typowe standardy komunikacji stosowane w układach sterowania pojazdów i maszyn roboczych | 2 |
| Wy3 | Systemy nawigacji stosowane w pojazdach przemysłowych | 2 |
| Wy4 | Systemy automatyki w układach napędowych jazdy pojazdów przemysłowych i maszyn roboczych | 2 |
| Wy5 | Zaawansowane systemy automatyki wspomagające proces sterowania osprzętem pojazdów do prac ziemnych | 2 |
| Wy6 | Systemy automatycznego urabiania ośrodków zwięzłych oraz załadunku i rozładunku materiałów rozdrobnionych | 2 |

| | | |
|----------------------------|---|---------------|
| Wy7 | Automatyczne systemy bezpieczeństwa i systemy diagnostyki w pojazdach i maszynach roboczych | 2 |
| Wy8 | Wybrane układy automatyki stosowane w maszynach i pojazdach rolniczych | 2 |
| Wy9 | Autonomiczne pojazdy przemysłowe | 2 |
| Wy10 | Układy napędowe hybrydowe i odzysk energii w mobilnych maszynach roboczych | 2 |
| Wy11 | Zawieszenia aktywne w pojazdach i maszynach roboczych | 2 |
| Wy12 | Wybrane układy automatyki stosowane w górniczych pojazdach i maszynach roboczych | 1 |
| Wy13 | Zdalnie sterowane maszyny robocze do prac podwodnych | 1 |
| Wy14 | Automatyzacja procesów magazynowania i przeładunku | 2 |
| Wy15 | Przegląd systemów automatyki stosowanych w dźwignicach | 2 |
| Wy16 | Podstawy projektowania wybranych układów automatyki stosowanych w dźwignicach | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Badania eksperymentalne robota do diagnostyki lin kolejek linowych | 2 |
| Lab2 | Badanie automatycznego systemu sterowania cyklami pracy suwnicy natorowej | 2 |
| Lab3 | Badania eksperymentalne nowej generacji mechatronicznego systemu skreśtu pojazdu przemysłowego | 2 |
| Lab4 | Badania automatycznego systemu napełniania łyżki pojazdu przeładunkowego | 2 |
| Lab5 | Badania eksperymentalne sterowanych procesów rozruchu elektrycznych układów napędowych | 2 |
| Lab6 | Badania systemu monitorowania stanu wyężenia konstrukcji żurawia | 2 |
| Lab7 | Badania eksperymentalne systemu poprawy i monitorowania stateczności kołowego pojazdu przeładunkowego | 2 |
| Lab8 | Badania laserowego systemu pozycjonowania manipulatora pojazdu przeładunkowego | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. eksperyment laboratoryjny
- N2. konsultacje
- N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium
- N4. przygotowanie sprawozdania
- N5. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów

| 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_W03, PEK_K01 | kolokwium |
| P = F1 | | |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium) | | |
|--|----------------------------------|--|
| 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_U03, PEK_K02÷PEK_K03 | sprawozdania z ćwiczeń laboratoryjnych, kartkówki - wejściówki |
| P = F1 | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA | |
|---|--|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u> [1] Szlagowski J.: Automatyzacja pracy maszyn roboczych. Metodyka i zastosowania. WKiŁ, 2010r.[2] Dudziński P.: Lenksysteme für Nutzfahrzeuge - Theorie und Praxis. Springer, 2005r.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u> [1] Korzeń Z.: Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania. Tom I i II. Instytut Logistyki i Magazynowania, 1998r.[2] Zimmermann W., Schmidgall R.: Magistrale danych w pojazdach. WKiŁ, 2008[3] Piątkiewicz A., Sobolski R.: Dźwignice. Tom I i II. WNT, Warszawa 1977r</p> | |

| OPIEKUN PRZEDMIOTU |
|--|
| dr inż. Andrzej Kosiara tel.: 71 320-23-46 email: Andrzej.Kosiara@pwr.edu.pl |

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Automatyzacja pojazdów i maszyn roboczych**

Name in English: **Automation of vehicles and working machines**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041107**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Has basic knowledge of sensors and measuring systems confirmed by the completion of relevant course
2. Has basic knowledge of microcontrollers confirmed by the completion of relevant course
3. Has basic knowledge of automation confirmed by completion of relevant course

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The acquisition of detailed knowledge of the issues of automation of vehicles and working machines
- C2. The acquisition of skills in conducting experimental research, diagnostics and adapting to the current requirements of automation in vehicles and working machines
- C3. The acquisition and consolidation of awareness of validity of professionalism and non-technical aspects of engineering

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - has knowledge of data buses and navigation systems used in industrial vehicles and working machines

PEK_W02 - has knowledge of automation systems used in industrial vehicles

PEK_W03 - has knowledge of automation systems used in cranes and storage systems

II. Relating to skills:

PEK_U01 - is able to carry out testing and diagnostics of the automation system in industrial vehicle

PEK_U02 - is able to examine and diagnose the crane automation system

PEK_U03 - is able to make reasonable changes in the control programs of industrial vehicles and working machines

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - understands the need and knows the possibilities of lifelong learning in the field of automation in vehicles and working machines

PEK_K02 - is aware of and understands the non-technical aspects of mechanical engineering, such as health and safety, environmental impact

PEK_K03 - is aware of the importance of behavior in a professional manner and compliance with the rules of professional conduct

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Organizational matters. Introduction to automation systems for vehicles and working machines | 2 |
| Lec2 | Typical communication standards used in control systems for industrial vehicles and cranes | 2 |
| Lec3 | Navigation systems used in industrial vehicles | 2 |
| Lec4 | Automation systems used in transmission systems of industrial vehicles and working machines | 2 |
| Lec5 | Advanced automation systems supporting the process of positioning of manipulators of earthmoving machines | 2 |
| Lec6 | Automatic systems for excavating and loading of crushed material | 2 |
| Lec7 | Automatic safety and diagnostic systems in industrial vehicles | 2 |
| Lec8 | Selected automation systems used in agricultural machines | 2 |
| Lec9 | Autonomous industrial vehicles | 2 |
| Lec10 | Hybrid propulsion systems and energy recovery in industrial vehicles | 2 |
| Lec11 | Active suspensions of vehicles and working machines | 2 |
| Lec12 | Selected automation systems used in mining vehicles and working machines | 1 |
| Lec13 | Remote-controlled underwater working machines | 1 |
| Lec14 | Automation of storage and transshipment processes | 2 |
| Lec15 | Overview of automation systems used in cranes | 2 |

| | | |
|------------------------------|---|-----------------|
| Lec16 | Basis of design of selected automation systems used in cranes | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Experimental studies of a robot used for ropeway's rope diagnostics | 2 |
| Lab2 | Testing of an automatic control system for overhead travelling crane work cycles | 2 |
| Lab3 | The investigation of the new generation's mechatronic steering system for articulated vehicle | 2 |
| Lab4 | Experimental studies of an automatic scooping system of transshipment vehicle | 2 |
| Lab5 | Experimental studies of an electric power transmission system start-up controlled process - frequency converter | 2 |
| Lab6 | Examination of jib crane monitoring system | 2 |
| Lab7 | Experimental studies of a stability monitoring and improvement system for industrial wheeled vehicle | 2 |
| Lab8 | Testing of a laser positioning system of transshipment vehicle manipulator | 1 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|--|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. laboratory experiment N2. tutorials N3. self study - preparation for laboratory class N4. report preparation N5. traditional lecture with the use of transparencies and slides | | |

| | | |
|--|--------------------------|---|
| 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_W03, PEK_K01 | test |
| P = F1 | | |

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)

| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
|--|-------------------------------------|---|
| F1 | PEK_U01÷PEK_U03, PEK_K02÷PEK_K03 | laboratory reports, short tests |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

[1] Szlagowski J.: Automatyzacja pracy maszyn roboczych. Metodyka i zastosowania. WKiŁ, 2010r.[2] Dudziński P.: Lenksysteme für Nutzfahrzeuge - Theorie und Praxis. Springer, 2005r.

SECONDARY LITERATURE

[1] Korzeń Z.: Logistyczne systemy transportu bliskiego i magazynowania. Tom I i II. Instytut Logistyki i Magazynowania, 1998r.[2] Zimmermann W., Schmidgall R.: Magistrale danych w pojazdach. WKiŁ, 2008[3] Piątkiewicz A., Sobolski R.: Dźwignice. Tom I i II. WNT, Warszawa 1977r

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Andrzej Kosiara tel.: 71 320-23-46 email: Andrzej.Kosiara@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Sterowanie w układach hydraulicznych**

Nazwa w języku angielskim: **Control of hydraulic systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041110**

Grupa kursów: **tak**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | | |
| Grupa kursów | | | | X | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | | 1 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 1 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | | 0.7 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza z mechaniki płynów
2. Posiada wiedzę z zakresu hydrostatycznych układów napędowych
3. Posiada umiejętność zaprojektowania prostego układu elektrohydraulicznego lub elektropneumatycznego

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zapoznanie studentów z metodyką sterowania pracy napędów hydraulicznych
C2. Metodologiczne podejście do projektowania sterowania układu hydraulicznego
C3. Zapoznanie z praktycznymi aplikacjami systemów automatyzujących napędy hydrauliczne w maszynach roboczych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Posiada pogłębioną wiedzę o rodzajach i budowie hydraulicznych układów napędowych

PEK_W02 - Posiada wiedzę o funkcjach realizowanych przez hydrauliczne układy napędowe

PEK_W03 - Posiada wiedzę dotyczącą automatyzacji napędów hydraulicznych w maszynach roboczych

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi zaprojektować różne struktury sterowania

PEK_U02 - Potrafi zaprojektować układ sterowania

PEK_U03 - Potrafi dobrać elementy składowe

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|-----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Sterowania i regulacja elementów wykonawczych w układach hydraulicznych. Pojęcia podstawowe | 2 |
| Wy2 | Sterowanie dławieniowe elementów wykonawczych. Charakterystyki. Wady i zalety. Przykłady | 2 |
| Wy3 | Sterowanie objętościowe elementów wykonawczych. Charakterystyki. Wady i zalety. Przykłady | 2 |
| Wy4 | Sterowanie generatorów (pomp). Przykłady. Charakterystyki. Zakresy stosowalności | 2 |
| Wy5 | Sterowanie generatorów silników hydraulicznych. Przykłady. Charakterystyki. Zakresy stosowalności | 2 |
| Wy6 | Hydrostatyczne układy Load sensing w układach maszynowych i roboczych. Zastosowania | 2 |
| Wy7 | Modele matematyczne i funkcjonalne systemów sterowania w układach hydraulicznych | 3 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | Analiza problemu projektowego - zasada działania maszyny lub urządzenia | 2 |
| Proj2 | Ułożenie modelu matematycznego obciążenia układu hydraulicznego oraz określenia nominalnych jego wartości | 4 |
| Proj3 | Wybór i ocena rodzaju sterowania | 2 |
| Proj4 | Opracowanie modelu funkcjonalnego sterowania | 2 |
| Proj5 | Dobór i lokalizacja elementów do układu hydraulicznego | 2 |
| Proj6 | Opacowanie algorytmu sterowania | 2 |

| | | |
|-------|-----------------|----------|
| Proj7 | Obrona projektu | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. prezentacja multimedialna
N2. prezentacja projektu

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 | kolokwium |
| $P = F1 = Fw$ | | |

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 |
| $P = 0,3 \cdot Fw + 0,7 F1$ | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Stryczek S.: Napęd hydrostatyczny. t II Układy. WNT Warszawa 19922. Pizoń A.: Hydrauliczne i elektrohydrauliczne układy sterowania i regulacji. WNT 19873. Garbacik A.: Studium projektowania układów hydraulicznych. Wyd. Ossolineum. Wrocław 1997r4. Jędrzykiewicz Z.: Projektowanie układów hydrostatycznych. Podstawy metodyczno-obliczeniowe. Skrypt 1313 AGH Kraków5. Kollek W.: Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2004r.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Katalogi producentów elementów hydrauliki siłowej i pneumatyki

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: Michal.Stosiak@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Sterowanie w układach hydraulicznych**

Name in English: **Control of hydraulic systems**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041110**

Group of courses: **yes**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | | |
| Group of courses | | | | X | |
| Number of ECTS points | 1 | | | 1 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 1 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | | 0.7 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of fluid mechanics
2. He has knowledge of hydrostatic drive systems
3. It has the ability to design simple electro-hydraulic or electro-pneumatic system

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. To acquaint students with the methodology of controlling hydraulic drives
- C2. Methodological approach to the design of the hydraulic system control
- C3. Familiarization with practical applications, automation systems, hydraulic drives in machines working

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Can design various control structures

PEK_U02 - Can design a control system

PEK_U03 - Able to select components

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Able to interact and work in a group, assuming different roles in it.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | Control and regulation actuators in hydraulic systems. Basic concepts | 2 |
| Lec2 | Gland control actuators. Sheet. Advantages and disadvantages. Examples | 2 |
| Lec3 | Volume control actuators. Sheet. Advantages and disadvantages. Examples | 2 |
| Lec4 | Controlling generators (pumps). Examples. Sheet. The ranges of applicability | 2 |
| Lec5 | Control of hydraulic motors generators. Examples. Sheet. The ranges of applicability | 2 |
| Lec6 | Hydrostatic load sensing systems in machine and operating systems. Applications | 2 |
| Lec7 | Mathematical models and functional control systems in hydraulic systems | 3 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |
| Proj1 | Analysis of a design problem - the principle of operation of the machine or device | 2 |
| Proj2 | Placing a mathematical model of the hydraulic system load and to determine its nominal value | 4 |
| Proj3 | The selection and evaluation of the type of control | 2 |
| Proj4 | Development of functional model control | 2 |
| Proj5 | Selection and location of components for the hydraulic system | 2 |
| Proj6 | Development of control algorithm | 2 |
| Proj7 | Defense project | 1 |
| | | Total hours: 15 |

| |
|---|
| TEACHING TOOLS USED |
| N1. multimedia presentation N2. project presentation |

| | | |
|--|---------------------------|---|
| 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 | colloquium |
| $P = F1 = Fw$ | | |

| | | |
|--|---------------------------|---|
| 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 | Defense project |
| $P = 0,3 \cdot Fw + 0,7 F1$ | | |

| |
|---|
| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE |
| <p><u>PRIMARY LITERATURE</u> Stryczek S.: Napęd hydrostatyczny. t II Układy. WNT Warszawa 1992. Pizoń A.: Hydrauliczne i elektrohydrauliczne układy sterowania i regulacji. WNT 1987. Garbacik A.: Studium projektowania układów hydraulicznych. Wyd. Ossolineum. Wrocław 1997. Jędrzykiewicz Z.: Projektowanie układów hydrostatycznych. Podstawy metodyczno-obliczeniowe. Skrypt 1313 AGH Kraków. Kollek W.: Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej. Wrocław 2004.</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u> 1. Katalogi producentów elementów hydrauliki siłowej i pneumatyki</p> |

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Michał Stosiak tel.: 71 320-45-99 email: Michal.Stosiak@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Urządzenia i układy automatyki**

Nazwa w języku angielskim: **Equipment and automation systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041113**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | 30 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | 60 | | |
| Forma zaliczenia | | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | | 1.4 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Podstawowa wiedza w zakresie podstaw automatyki.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Poznanie zagadnień z zakresu urządzeń automatyki.

C2. Poznanie zagadnień z zakresu układów automatyki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Student potrafi zestawiać układy pomiarowe i dokonywać pomiarów różnych wielkości fizycznych.

PEK_U02 - Student Potrafi programować sterowniki PLC oraz wykonywać proste aplikacje SCADA oraz zestawiać i uruchamiać pneumatyczne i elektryczne układy napędowe.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Student potrafi myśleć i działać w sposób kreatywny.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
|----------------------------|--|---------------|
| Lab1 | Wprowadzenie, sprawy organizacyjne, szkolenie BHP | 1 |
| Lab2 | Przyrządy do pomiaru wielkości mechanicznych oraz pomiaru przepływu, ciśnienia, poziomu, temperatury | 2 |
| Lab3 | Przekaźniki, styczniki, elementy sterownicze | 2 |
| Lab4 | Elementy nastawcze i siłowniki | 4 |
| Lab5 | Regulatory | 3 |
| Lab6 | Falowniki | 2 |
| Lab7 | Sterowniki PLC | 6 |
| Lab8 | Programowanie sterowników PLC | 6 |
| Lab9 | Systemy SCADA | 4 |
| | | Suma: 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. praca własna – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| 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 | średnia ocen z laboratorium |

P = F1

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. "Elementy urządzenia i układy automatyki", J. Kostro, Wydawnictwo WSiP, Warszawa 2007.
2. "Urządzenia i układy automatyki", Z. Zajda, L. Żebrowski; Wydawnictwo PWr., Wrocław 1993.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Instrukcje do stanowisk MPS firmy Festo.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Daniel Nowak tel.: 27-27 email: daniel.nowak@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Urządzenia i układy automatyki**

Name in English: **Equipment and automation systems**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041113**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|---------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | | | 30 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | | | 60 | | |
| Form of crediting | | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | | | 2 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 2 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | | 1.4 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge of the basics of automation.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Understanding the issues of automation equipment.
- C2. Understanding the issues of control systems.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

PEK_U01 - The student is able to compile and measurement systems to measure various physical quantities.

PEK_U02 - The student is able to program PLCs and SCADA applications perform simple and assemble and operate the pneumatic and electric drive systems.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - The student is able to think and act in a creative way.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
|------------------------------|---|-----------------|
| Lab1 | Introduction, organization, training, health and safety | 1 |
| Lab2 | Instruments for measuring mechanical quantities and measurement of flow, pressure, level, temperature | 2 |
| Lab3 | Relays, contactors, control elements | 2 |
| Lab4 | Setting elements and actuators | 4 |
| Lab5 | Regulators | 3 |
| Lab6 | Frequency inverters | 2 |
| Lab7 | PLC | 6 |
| Lab8 | PLC Programming | 6 |
| Lab9 | SCADA systems | 4 |
| | | Total hours: 30 |

TEACHING TOOLS USED

N1. self study - preparation for laboratory class

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)

| | | |
|--|--------------------------|---|
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
|--|--------------------------|---|

| | | |
|--------|------------------|---------------------------|
| F1 | PEK_U01, PEK_U02 | average of the laboratory |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. "Components, equipment and automation systems" J. Kostro, publishing WSiP Warsaw 2007.
2. "Equipment and automation systems" Z. Zajda, L. Żebrowski, publishing PWr. Wrocław 1993

SECONDARY LITERATURE

1. Instructions to Festo MPS positions.

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Daniel Nowak tel.: 27-27 email: daniel.nowak@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Badania układów mechanicznych i niemechanicznych**

Nazwa w języku angielskim: **Testing of Mechanical and Non-mechanical Systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041115**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | 30 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | 60 | | |
| Forma zaliczenia | | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 2 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | | 1.4 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Mam uporządkowaną wiedzę z przedmiotów podstawowych: fizyka, mechanika.
2. Ma uporządkowaną wiedzę z przedmiotów specjalistycznych: wytrzymałość materiałów, biomechanika inżynierska.
3. Potrafi obsługiwać programy wspomagające pracę inżyniera.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Uzyskanie teoretycznych podstaw oraz praktycznej wiedzy umożliwiającej prowadzenie badań doświadczalnych.
- C2. Poznanie różnych eksperymentalnych metod badań.
- C3. Zapoznanie się ze sposobami rejestracji oraz obróbką wyników pomiarów.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi integrować uzyskane informacje, pozyskiwać informacje z literatury, dokonywać interpretacji, wyciągać wnioski.

PEK_U02 - Potrafi zaplanować przeprowadzenie eksperymentu.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi myśleć i działać kreatywnie.

PEK_K02 - Potrafi pracować nad zadaniami samodzielnie i w grupie.

PEK_K03 - Rozumie potrzebę ciągłego dokształcania się.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
|----------------------------|--|---------------|
| Lab1 | Badania hydrostatycznego napędu układu roboczego pojazdu przemysłowego. | 3 |
| Lab2 | Analiza propagacji ultradźwiękowej fali powierzchniowej. | 3 |
| Lab3 | Analiza błędów pomiarów grubości materiałów metodą ultradźwiękową. | 3 |
| Lab4 | Projekt układu hydraulicznego symulatora liniowego napędu hydrostatycznego. | 3 |
| Lab5 | Uruchomienie i testowanie, na wybranych obiektach, stanowiska do badań charakterystyk czujników mechatronicznych. | 3 |
| Lab6 | Wyznaczanie właściwości mechanicznych materiałów implantacyjnych. | 3 |
| Lab7 | Badania wybranych właściwości mechanicznych i strukturalnych różnych tkanek (np.: kości, skóra, naczynia krwionośne, rdzeń, krążek międzykręgowy). | 3 |
| Lab8 | Pomiar odporności materiałów na pękanie. | 3 |
| Lab9 | Badania wpływu stabilizacji na zmiany charakterystyk mechanicznych. | 3 |
| Lab10 | Budowa stanowiska badawczego i analiza zjawisk przepływowych. | 3 |
| | | Suma: 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. eksperyment laboratoryjny
 N2. konsultacje
 N3. przygotowanie sprawozdania
 N4. praca własna – przygotowanie do laboratorium

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| 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_K01, PEK_K02, PEK_K03 | Raport |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Orłowski Z., Doświadczalna analiza odkształceń i naprężeń, PWN, Warszawa 1977.

Szczepiński W., Metody doświadczalne mechaniki ciała stałego, PWN, Warszawa 1984.

Będziński R., Biomechanika inżynierska. Zagadnienia wybrane, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Beckwith T.G., Mechanical Measurements, Prentice Hall, 1995.

Czasopisma

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Sylwia Szotek tel.: 71 320-29-83 email: Sylwia.Szotek@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Badania układów mechanicznych i niemechanicznych**

Name in English: **Testing of Mechanical and Non-mechanical Systems**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041115**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|---------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | | | 30 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | | | 60 | | |
| Form of crediting | | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | | | 2 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 2 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | | 1.4 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has knowledge from basic subjects: physics, mechanics.
2. Student has ordered knowledge of specialized subjects: strength of materials, biomechanics engineering.
3. Student is able to support programs supporting the work of the engineer.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Obtaining the theoretical basis and practical knowledge needed to conduct experimental studies.
- C2. Understanding the different experimental methods of research.
- C3. Learn how to registration and processing of measurement results.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Student is able to merge information, obtain information from the literature, interpret then, draw conclusions.

PEK_U02 - Student potrafi zaplanować przeprowadzenie eksperymentu.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - The student is able to think and act creatively.

PEK_K02 - Student is able to work on tasks independently and in groups.

PEK_K03 - Student understands the necessity of lifelong learning.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
|------------------------------|---|-----------------|
| Lab1 | The research work of the hydrostatic drive industrial vehicle. | 3 |
| Lab2 | Analysis of ultrasonic surface wave propagation. | 3 |
| Lab3 | Error analysis of material thickness measurement by ultrasonic method. | 3 |
| Lab4 | The project of the hydraulic system of linear simulator hydrostatic drive. | 3 |
| Lab5 | Commissioning and testing of the selected objects, of the experimental mechatronics sensor characteristics. | 3 |
| Lab6 | Determination of the mechanical properties of the implant materials. | 3 |
| Lab7 | Studies of selected structural and mechanical properties of various tissues (eg, bone, skin, blood vessels, the core, the intervertebral disc). | 3 |
| Lab8 | Measurement of resistance of materials to fracture. | 3 |
| Lab9 | Investigation of the influence of stabilization on the changes of mechanical characteristics. | 3 |
| Lab10 | Preparation the measuring setup to analysis of flow phenomena. | 3 |
| | | Total hours: 30 |

TEACHING TOOLS USED

- N1. laboratory experiment
- N2. tutorials
- N3. report preparation
- N4. self study - preparation for laboratory class

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)

| 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_K01, PEK_K02, PEK_K03 | Report |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Orłoś Z., Doświadczalna analiza odkształceń i naprężeń, PWN, Warszawa 1977 (in Polish).

Szczepiński W., Metody doświadczalne mechaniki ciała stałego, PWN, Warszawa 1984.

Będziński R., Biomechanika inżynierska. Zagadnienia wybrane, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 1997 (in Polish).

SECONDARY LITERATURE

Beckwith T.G., Mechanical Measurements, Prentice Hall, 1995.

Journals

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Sylwia Szotek tel.: 71 320-29-83 email: Sylwia.Szotek@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Systemy hydrotroniki i pneumatroniki**

Nazwa w języku angielskim: **Hydrotronic and pneumotronic systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041116**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student posiada podstawową wiedzę na temat układów napędowych maszyn ze szczególnym uwzględnieniem stawianych im wymagań. Student rozumie zależności definiujące przepływy mocy w układach napędowych oraz zależności opisujące wpływ obciążeń na wielkości fizyczne występujące w układzie napędowym.
2. Student posiada podstawową wiedzę z zakresu sterowania maszyn i urządzeń. Potrafi zdefiniować rolę oraz wykonywane funkcje układu sterowania oraz zaproponować wstępną koncepcję układu sterowania w oparciu o stawiane mu wymagania.
3. Student potrafi przeanalizować oraz zinterpretować zaobserwowane efekty działania szeregu znanych mu układów napędowych oraz wskazać ich zalety oraz wady.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy na temat układów hydrotronicznych oraz pneumatycznych, analiza budowy, zasady działania, konstrukcja, celowość zastosowania.
- C2. Nabycie umiejętności samodzielnej analizy układów hydrotronicznych oraz pneumatycznych. Zdobycie umiejętności wskazania korzyści płynących z zastosowania tych układów ze szczególnym uwzględnieniem analizy porównawczej przeprowadzonej względem klasycznych rozwiązań układów hydrostatycznych i pneumatycznych.
- C3. Nabycie umiejętności stworzenia koncepcji układu hydrotronicznego lub pneumatycznego w oparciu o wymagane parametry ruchu oraz przekazaną wiedzę w postaci przykładów już istniejących układów.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Student potrafi opisać zasadę działania, poszczególne elementy oraz korzyści płynące z zastosowania układów hydrotronicznych i pneumatycznych. Potrafi zdefiniować różnice w działaniu układów hydrotronicznych i pneumatycznych w odniesieniu do klasycznych układów napędu hydrostatycznego i pneumatycznego.

PEK_W02 - Student identyfikuje rolę poszczególnych elementów w układach hydrotronicznych i pneumatycznych, ich wpływ na działanie układu oraz potrafi przeprowadzić wstępny dobór elementów układu w oparciu o wymagania stawiane w trakcie eksploatacji.

PEK_W03 - Student definiuje rolę układu sterowania, jest w stanie opisać oraz wytłumaczyć jego sposób działania oraz wskazać pożądane cechy układu które w połączeniu z parametrami układu przeniesienia mocy tworzą układ hydrotroniczny lub pneumatyczny o korzystniejszych parametrach pracy lub umożliwiają nowe zastosowania.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Student analizuje działanie oraz określa wpływ przykładowych elementów na działanie układów hydrotronicznych i pneumatycznych. Student sporządza wykresy zmienności wybranych parametrów elementów w oparciu o przeprowadzony eksperyment laboratoryjny.

PEK_U02 - Student analizuje i ocenia pracę przykładowych układów hydrotronicznych i pneumatycznych. Student planuje i przeprowadza eksperyment laboratoryjny całości układu, którego wyniki poddane zostają analizie.

PEK_U03 - Student planuje eksperyment laboratoryjny, dokonuje samodzielnego łączenia poszczególnych elementów układu, odpowiada za poprawny montaż oraz wykonuje cykl eksperymentów laboratoryjnych, których wyniki analizuje i zamieszcza w sprawozdaniu wraz z własną ich interpretacją.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Student bierze udział w pracy grupy studentów, której celem jest wspólne zaplanowanie oraz wykonanie eksperymentu laboratoryjnego.

PEK_K02 - Student nabywa umiejętności przedstawiania wyników swojej pracy w formie pisemnego sprawozdania uzupełniając je w formie ustnej podczas bezpośredniego kontaktu z prowadzącym.

PEK_K03 - Student samodzielnie wyszukuje informacje oraz dokonuje ich analizy w oparciu o wiedzę zdobytą w trakcie trwania kursu.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Zapoznanie studentów z zakresem wykładu, warunkami zaliczenia oraz literaturą przedmiotu. Modułowe systemy łączenia układów hydraulicznych i pneumatycznych. | 2 |

| | | |
|----------------------------|--|---------------|
| Wy2 | Analiza porównawcza układów hydrostatycznych z układami hydrotronicznymi, zestawienie przykładowych parametrów. | 2 |
| Wy3 | Regulacja prędkości elementów wykonawczych układów hydraulicznych i pneumatycznych. | 2 |
| Wy4 | Układy z wieloma źródłami energii, akumulacja energii cieczy, przykładowe parametry. | 2 |
| Wy5 | Zatrzymanie i blokada ruchu elementów wykonawczych, schematy, sposób realizacji, przykłady rozwiązań. | 2 |
| Wy6 | Synchronizacja elementów wykonawczych układu na przykładzie układów hydrotronicznych, opis i funkcje sterowania. | 2 |
| Wy7 | Sterowanie adaptacyjne, opis, zasada działania, aplikacje. | 2 |
| Wy8 | Zaliczenie przedmiotu. | 1 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Zapoznanie studentów z zasadami BHP obowiązującymi w laboratorium wraz z jego prezentacją, przedstawienie warunków zaliczenia. | 2 |
| Lab2 | Szeregowe i równoległe połączenie elementów roboczych układu. | 2 |
| Lab3 | Zastosowanie prostownika hydraulicznego. | 2 |
| Lab4 | Układ sekwencyjny z przekaźnikiem ciśnienia. | 2 |
| Lab5 | Pneumatyczny układ posobny. | 2 |
| Lab6 | Badania parametrów układu z rozdzielaczem LS. | 2 |
| Lab7 | Układy sekwencyjne sterowane względem czasu. | 2 |
| Lab8 | Zaliczenie kursu. | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. eksperyment laboratoryjny
N2. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium
N4. przygotowanie sprawozdania
N5. konsultacje

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_W03 PEK_K03 | kolokwium |
| P = F1 | | |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium) | | |
|--|-------------------------------------|--|
| 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_U03, PEK_K01÷PEK_K03 | pisemne sprawozdanie, odpowiedzi ustne, prezentacje wstępne do ćwiczeń laboratoryjnych |
| P = F1 | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|--|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. W. Kollek: Podstawy napędu hydraulicznego. SINH Wrocław 1989. 2. W. Kollek: Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych. Oficyna Wydaw. Polít. Wroc. Wrocław 2004. 3. Z. Szydelski: Pojazdy samochodowe. Napęd i sterowanie hydrauliczne. WKŁ Warszawa 1999. 4. W. Szejnach: Napęd i sterowanie pneumatyczne. WNT 1992. <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. L. T. Wrotny: Projektowanie obrabiarek. Zagadnienie ogólne i przykłady. WNT 1980. 2. W. Kollek, E. Palczak: Optymalizacja elementów układów hydraulicznych. Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław 1994. 3. A. Pizoń: Hydrauliczne i elektrohydrauliczne układy sterowania i regulacji. WNT 1987. 4. Katalogi typowych elementów hydrauliki siłowej i pneumatyki. |

| OPIEKUN PRZEDMIOTU |
|---|
| dr hab. inż. Piotr Osiński tel.: 71 320-45-98 email: Piotr.Osinski@pwr.edu.pl |

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Systemy hydrotroniki i pneumatroniki**

Name in English: **Hydrotronic and pneumotronic systems**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041116**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student has a basic knowledge of machine power systems with particular reference to their requirements. The student understand the define depending the power flow in the power system and the equations describing the load impact on the physical parameters present in the power system.
2. The student has a basic knowledge of the control system of machines and equipment. The student be able to define the role and functions of the control system, and propose a preliminary concept of the control system based on the requirements.
3. The student is able to analyze and interpret the observed effects of a number of known power systems and identify their advantages and disadvantages.

SUBJECT OBJECTIVES

C1. The acquisition of basic knowledge about the pneumotronic hydrotronic systems, the analysis of the construction, principle of operation, structure, desirability of the application.

C2. Acquiring the ability to conduct its own analysis of the pneumotronic and hydrotronic systems. Acquiring skills indication of the benefits of using these systems, with particular emphasis on the comparative analysis performed with the classic solutions hydrostatic and pneumatic systems.

C3. Acquiring the ability to create a conception of the pneumotronic or hydrotronic system, based on the required motion parameters and transferred knowledge, in the form of examples of the already existing systems.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - The student is able to describe the principle of operation, the individual elements and benefits of the hydrotronic and pneumotronic systems. Student can define differences in the operation of the pneumotronic and hydrotronic systems for classical hydrostatic and pneumatic power system.

PEK_W02 - The Student identifies the role of individual hydrotronic and pneumotronic components in the system, their impact on the operation of the system and is able to carry out preliminary selection of system components based on the operation requirements.

PEK_W03 - The student defines the role of the control system, is able to describe and explain its mode of action and identify the system desired features which, in combination with the parameters of the power transmission system formed the hydrotronic or pneumotronic system with the favorable working parameters or allows the new applications.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - The student analyzes the principle of operation and determines the impact of sample components to the hydrotronic and pneumotronic systems. Students draw graphs of variation of components selected parameters, based on laboratory experiment.

PEK_U02 - The student analyzes and evaluates the work of the sample hydrotronic and pneumotronic systems. The student plans and carries out the system laboratory experiment, the results of which are the subject to analysis.

PEK_U03 - The Student plans the laboratory experiment, performs independently combining each elements of the system, is responsible for the proper installation and performs a series of laboratory experiments, the results of which are analyzed and reported together with its own interpretation.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - The student takes part in the work of the group of students, the goal of which is the joint planning and perform of a laboratory experiment.

PEK_K02 - The student acquires skills to present the results of their work in the written form report supplementing them orally during classes with the teacher.

PEK_K03 - The student independently searches for information and analyzes them based on the knowledge acquired during the course.

PROGRAM CONTENT

Form of classes – Lecture

Number of
hours

| | | |
|------------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | Introducing students to with the scope of the course, the conditions of crediting and the course literature. The hydraulic and pneumatic modular connecting system. | 2 |
| Lec2 | Comparative analysis of hydrostatic systems with the hydrotronic systems, the comparison of the example parameters. | 2 |
| Lec3 | The hydraulic and pneumatic actuator speed control systems. | 2 |
| Lec4 | Systems with multiple energy sources, accumulate energy of the liquid, example parameters. | 2 |
| Lec5 | Stop and lock actuator movement, diagrams, method of implementation, examples of solutions. | 2 |
| Lec6 | Synchronization of the actuators on the example hydrotronic systems, description and control functions. | 2 |
| Lec7 | Adaptive control, overview, principle of operation, applications. | 2 |
| Lec8 | Completion of the course. | 1 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Acquaint students with the safety rules in the laboratory and its presentation, the conditions of crediting. | 2 |
| Lab2 | The series and parallel connection of the system actuators. | 2 |
| Lab3 | The use of the hydraulic rectifier. | 2 |
| Lab4 | The sequencer with the pressure switch. | 2 |
| Lab5 | The tandem arrangement of the pneumatic actuators. | 2 |
| Lab6 | The testing of the parameters of hydrostatic system with the Load-Sensing valve. | 2 |
| Lab7 | Sequencer systems controlled by the course of time. | 2 |
| Lab8 | Completion of the course. | 1 |
| | | Total hours: 15 |

| | |
|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | |
| N1. laboratory experiment N2. traditional lecture with the use of transparencies and slides N3. self study - preparation for laboratory class N4. report preparation N5. tutorials | |

| 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_W03 PEK_K03 | test |
| P = F1 | | |

| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory) | | |
|--|-------------------------------------|--|
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
| F1 | PEK_U01÷PEK_U03, PEK_K01÷PEK_K03 | the written report, the verbal response, the preliminary presentations to the laboratory |
| P = F1 | | |

| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE | |
|---|--|
| <p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. W. Kollek: Fundamentals of hydraulic drive. SINH Wrocław 1989. (in Polish) 2. W. Kollek: Basics of the designing hydraulic drives and controls. Oficyna Wydaw. Polit. Wroc. Wrocław 2004. (in Polish) 3. Z. Szydelski: Car vehicles. The drive and hydraulic control. WKŁ Warszawa 1999. (in Polish) 4. W. Szejnach: Pneumatic drive and control. WNT 1992. (in Polish) <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. L. T. Wrotny: Designing machine tools. General problem and examples. WNT 1980. (in Polish) 2. W. Kollek, E. Palczak: Optimization of the hydraulic system components. Wydawnictwo Ossolineum, Wrocław 1994. (in Polish) 3. A. Pizoń: Hydraulic and electro-hydraulic control and regulation systems. WNT 1987. (in Polish) 4. Catalogues of the typical hydraulic and pneumatic components. | |

| SUBJECT SUPERVISOR |
|---|
| dr hab. inż. Piotr Osiński tel.: 71 320-45-98 email: Piotr.Osinski@pwr.edu.pl |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Seminarium dyplomowe**

Nazwa w języku angielskim: **Diploma seminar**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041117**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------|-----------|--------------|---------|---------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | | | 30 |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | | | 30 |
| Forma zaliczenia | | | | | Zaliczenie na ocenę |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | | | 1 |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | 1 |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość wiedzy objętej programem studiów II stopnia.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Przygotowanie studentów do egzaminu dyplomowego.
- C2. Przypomnienie i ugruntowanie zasad pisania pracy dyplomowej.
- C3. Ugruntowanie umiejętności prezentowania zawartości pracy dyplomowej i dyskusji na tematy zawodowe.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi opracować zagadnienia na egzamin dyplomowy i ze zrozumieniem odpowiadać na zadawane pytania.

PEK_U02 - Dla ustalonego celu i zakresu pracy dyplomowej potrafi opracować plan jej realizacji, ustalić jej strukturę oraz samodzielnie ją napisać.

PEK_U03 - Potrafi w przejrzysty sposób przygotować prezentację i omówić postępy w realizacji pracy dyplomowej oraz swobodnie prowadzić dyskusję na tematy związane z kierunkiem studiów.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Rozumie konieczność ciągłego zdobywania wiedzy w zakresie działalności inżyniera o specjalności automatyka i robotyka oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i społecznych.

PEK_K02 - Rozumie potrzebę krytycznej dyskusji rezultatów pracy inżynierskiej prowadzonej w zespole.

PEK_K03 - Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną i jej wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstwa.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Seminarium | | Liczba godzin |
|--------------------------|--|---------------|
| Sem1 | Omówienie trybu realizacji seminarium, rozdział pytań z zakresu egzaminu dyplomowego do opracowania, wyznaczenie kolejności prezentacji planów i postępów realizacji prac dyplomowych. | 2 |
| Sem2 | Omówienie zasad pisania prac dyplomowych i działań antyplagiatowych z dyskusją. | 2 |
| Sem3 | Prezentacje wstępnych planów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 1. | 2 |
| Sem4 | Prezentacje wstępnych planów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 2. | 2 |
| Sem5 | Prezentacje wstępnych planów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 3. | 2 |
| Sem6 | Prezentacje wstępnych planów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 4. | 2 |
| Sem7 | Omówienie przez studentów wybranych pytań na egzamin dyplomowy z grupy pytań A. | 2 |
| Sem8 | Omówienie przez studentów wybranych pytań na egzamin dyplomowy z grupy pytań B. | 2 |
| Sem9 | Omówienie przez studentów wybranych pytań na egzamin dyplomowy z grupy pytań C. | 2 |
| Sem10 | Prezentacje postępów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 1. | 2 |
| Sem11 | Prezentacje postępów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 2. | 2 |
| Sem12 | Prezentacje postępów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 3. | 2 |
| Sem13 | Prezentacje postępów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 4. | 2 |

| | | |
|-------|--|----------|
| Sem14 | Omówienie procedur formalnych związanych ze złożeniem pracy dyplomowej i zaległe prezentacje postępów realizacji prac dyplomowych. | 2 |
| Sem15 | Podsumowanie seminarium i zaliczenie. | 2 |
| | | Suma: 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu
N2. praca własna - przygotowanie do pracy dyplomowej
N3. prezentacja multimedialna z postępów realizacji pracy dyplomowej
N4. dyskusja problemowa

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Seminarium)

| 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_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | ocena prezentacji odpowiedzi na pytania do egzaminu dyplomowego |
| F2 | PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | ocena prezentacji postępów realizacji pracy dyplomowej i umiejętności dyskusji |
| $P = (F1+F2)/2$ | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Wiszniewski A.: Sztuka pisania. Videograf II, Katowice 2003
2. Wiszniewski A.: Sztuka mówienia. Videograf II, Katowice 2003
3. Zarządzenie Wewnętrznego Rektora nr 75/2015 z dnia 2 października 2015r. w sprawie weryfikacji prac licencjackich, inżynierskich i magisterskich przez Uczelniany System Antyplagiatowy.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Piotr Dudziński tel.: 71 321-53-96 email: Piotr.Dudzinski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Seminarium dyplomowe**

Name in English: **Diploma seminar**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041117**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|---------|---------|------------|---------|----------------------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | | | | | 30 |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | | | | | 30 |
| Form of crediting | | | | | Crediting with grade |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | | | | | 1 |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | | 1 |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student has the knowledge covered by the curriculum of the masters level studies.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Preparation of the students for the diploma examination.
- C2. Repetition and strengthening the rules for writing diploma thesis.
- C3. Strengthening the skills to present the content of diploma thesis and discuss on professional issues.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

PEK_U01 - The student can prepare answers to the diploma examination problems and intelligently answer the questions asked.

PEK_U02 - For the specified diploma thesis goal and range the student can develop a plan of carrying out the diploma thesis, determine its structure and write the thesis on her/his own.

PEK_U03 - The student can prepare a lucid presentation and discuss the progress in carrying out the diploma thesis, and easily discuss topics relating to the main field of study.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - The student understands the need for lifelong learning within the range of automation and robotics engineer activity and improving her/his professional and social competences.

PEK_K02 - The student understands the need for critical discussion of the results of engineering work done as part of team.

PEK_K03 - The student is aware of the responsibility for her/his own work and its effect on the functioning of the enterprise.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Seminar | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Sem1 | The discussion of the realization form of seminar, the assignment of diploma examination issues to which answers are to be prepared, the determination of the order in which the diploma thesis are to be presented. | 2 |
| Sem2 | The discussion the rules for writing diploma thesis and anti-plagiarism actions. | 2 |
| Sem3 | Presentation of preliminary plans for the implementation of diploma thesis and a discussion. Part 1. | 2 |
| Sem4 | Presentation of preliminary plans for the implementation of diploma thesis and a discussion. Part 2. | 2 |
| Sem5 | Presentation of preliminary plans for the implementation of diploma thesis and a discussion. Part 3. | 2 |
| Sem6 | Presentation of preliminary plans for the implementation of diploma thesis and a discussion. Part 4. | 2 |
| Sem7 | The discussion, by the students, of the diploma examination issues selected from the group A of questions. | 2 |
| Sem8 | The discussion, by the students, of the diploma examination issues selected from the group B of questions. | 2 |
| Sem9 | The discussion, by the students, of the diploma examination issues selected from the group C of questions. | 2 |
| Sem10 | Reporting on the current progress of the diploma thesis and a discussion. Part 1. | 2 |
| Sem11 | Reporting on the current progress of the diploma thesis and a discussion. Part 2. | 2 |
| Sem12 | Reporting on the current progress of the diploma thesis and a discussion. Part 3. | 2 |

| | | |
|-------|--|-----------------|
| Sem13 | Reporting on the current progress of the diploma thesis and a discussion. Part 4. | 2 |
| Sem14 | Discussion of formal procedures relating to submission of the diploma thesis and overdue presentations of progress towards diploma theses. | 2 |
| Sem15 | Summing up and crediting the seminar. | 2 |
| | | Total hours: 30 |

TEACHING TOOLS USED

N1. self study - self studies and preparation for examination
N2. self study - preparation for diploma thesis
N3. multimedia presentation on the current progress of the diploma thesis
N4. problem discussion

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Seminar)

| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
|--|--------------------------------------|---|
| F1 | PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | grading the presentation of answers to questions for the diploma examination |
| F2 | PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | grading the presentation on the current progress of the diploma thesis and the ability to discuss |
| $P = (F1+F2)/2$ | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Wiszniewski A.: Sztuka pisanie. Videograf II, Katowice 2003
2. Wiszniewski A.: Sztuka mówienia. Videograf II, Katowice 2003
3. Internal Decree of the Rector No. 75/2015 of 2 October 2015. on the verification of the undergraduate, engineering and masters thesis by The University Anti-plagiarism System

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Piotr Dudziński tel.: 71 321-53-96 email: Piotr.Dudzinski@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Praca przejściowa**

Nazwa w języku angielskim: **Pre-final project**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041118**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | | 30 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | | 60 | |
| Forma zaliczenia | | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | | 2 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 2 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | | | 1.4 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma szczegółową wiedzę dotyczącą zastosowania siłowników, silników krokowych oraz napędów elektrycznych z falownikami. Ma szczegółową wiedzę o rodzajach, budowie, działaniu i zastosowaniach układów elektrohydraulicznych i elektropneumatycznych.
2. Posiada pogłębioną i rozszerzoną wiedzę o rodzajach i budowie podstawowych układów napędowych i sterowania. Zna charakterystyki źródeł energii mechanicznej - silników elektrycznych, spalinowych, hydraulicznych i pneumatycznych oraz charakterystyki odbiorników - elementów wykonawczych. Posiada wiedzę o funkcjach realizowanych przez układy napędowe: transmisji, transformacji, dystrybucji, akumulacji i rekuperacji energii oraz technicznych sposobach ich realizacji.
3. Zna charakterystyki układów hydraulicznych i pneumatycznych. Zna podstawy projektowania napędowych układów hydraulicznych i pneumatycznych realizujących określone funkcje i spełniających postawione wymagania.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Zdobycie umiejętności zaprojektowania złożonego zespołu mechanicznego z uwzględnieniem zadanych kryteriów.

C2. Zdobycie umiejętności zaprojektowania układu sterowania lub regulacji realizującego zadane funkcje w oparciu w systemy mechaniczne, hydrotroniczne lub pneumatyczne.

C3. Utrwalenie umiejętności pracy w grupie oraz umiejętności wyszukiwania informacji.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi zaprojektować złożony zespół mechaniczny z uwzględnieniem zadanych kryteriów, używając do tego celu właściwych metod, technik i narzędzi wraz z obliczeniami ich elementów, przy wykorzystaniu programu do wspomagania komputerowego.

PEK_U02 - Potrafi zaprojektować układ sterowania lub regulacji realizujący zadane funkcje w oparciu w systemy hydrotroniczne lub pneumatyczne.

PEK_U03 - Potrafi projektować napędy elektrohydrauliczne i elektropneumatyczne, dokonywać ich obliczeń i dobierać elementy składowe.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się.

PEK_K02 - Potrafi identyfikować i rozstrzygać dylematy związane z realizacją zadań inżynierskich.

PEK_K03 - Potrafi pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
|-----------------------|---|---------------|
| Proj1 | Sprawy organizacyjne. Wybór i zapoznanie się z tematem pracy. Podział grupy projektowej na zespoły (wielkość zespołu od złożoności i zakresu zadania). | 2 |
| Proj2 | Krytyczna analiza istniejących rozwiązań strukturalnych (konstrukcyjnych) projektowanego układu/obiektu. | 3 |
| Proj3 | Zapoznanie się z normami dotyczącymi realizowanego projektu oraz katalogami zunifikowanych elementów przewidywanych do wykorzystania podczas realizacji projektu. | 3 |
| Proj4 | Opracowanie koncepcji rozwiązania strukturalnego (konstrukcyjnego) projektowanego układu/obiektu. Sformułowanie warunków brzegowych warunkujących zakładaną funkcjonalność projektowanego układu/obiektu. | 6 |
| Proj5 | Określenie wartości istotnych parametrów konstrukcyjnych i eksploatacyjnych projektowanego układu/obiektu. | 3 |
| Proj6 | Wykonanie niezbędnych obliczeń podzespołów, dobór zunifikowanych elementów projektowanego układu/obiektu. | 6 |

| | | |
|--------|--|----------|
| Proj7 | Opracowanie wytycznych do automatyzacji projektowanego układu/obiektu. Opracowania algorytmu sterowania umożliwiającego realizację zakładanej funkcjonalności projektowanego układu/obiektu. | 3 |
| Proj8 | Obliczenia (również badania numeryczne) i dobór elementów układu sterowania umożliwiających realizację opracowanych algorytmów. | 6 |
| Proj9 | Opracowanie dokumentacji projektu (opisy techniczne, schematy, rysunki techniczne, modele 3D). | 8 |
| Proj10 | Przygotowanie prezentacji multimedialnej przedstawiającej projekt. | 2 |
| Proj11 | Prezentacja i dyskusja realizacji projektu w ramach grupy projektowej. | 3 |
| | | Suma: 45 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. prezentacja projektu
N2. praca własna - przygotowanie do projektu
N3. konsultacje

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_U03, PEK_K01-PEK_K03 | zaliczenie projektu |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Szydelski, Z., Pojazdy samochodowe. Napęd i sterowanie hydrauliczne, WKŁ, 1999.
Pieczonka, K., Inżynieria maszyn roboczych, część I, Podstawy urabiania, jazdy, podnoszenia i obrotu, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, 2007
Dietrych J., Kocańda S., Korewa W.: Podstawy konstrukcji maszyn, cz. I-III, WNT Warszawa.
Kollek, W. Podstawy projektowania napędów i sterowań hydraulicznych, 2004.
Piatkiewicz A., Sobolski R., Dźwignice, WNT, Warszawa, 1978. Rusiński E., Czmochoński J., Smolnicki T.: Zaawansowana metoda elementów skończonych w konstrukcjach nośnych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2000.
Lisowski E., Automatyzacja i integracja zadań projektowania, Wydaw. PK, 2007

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Ferenc K., Ferenc J.: Konstrukcje spawane. Projektowanie połączeń. WNT, Warszawa 2000.
Rusiński E.: Zasady projektowania konstrukcji nośnych pojazdów samochodowych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2002.
Szydelski, Z., Napęd i sterowanie hydrauliczne w pojazdach i samojezdnym maszynach roboczych, WNT, 1980.
Autor: Z. Szydelski, tytuł: Napęd i sterowanie hydrauliczne, wydawnictwo: , rok: 1999.
Stryczek, S., Napęd hydrostatyczny, 1995.
Zielinski., Dźwignice i urządzenia transportowe, WNT, Warszawa, 1984.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Robert Czabanowski tel.: 71 320-28-37 email: robert.czabanowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Praca przejściowa**

Name in English: **Pre-final project**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041118**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|---------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | | | | 30 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | | | | 60 | |
| Form of crediting | | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | | | | 2 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 2 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | | | 1.4 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. He has detailed knowledge of the use of actuators, stepper motors and electric drives with inverters. He has detailed knowledge about the types, construction, operation and applications of electrohydraulic and electropneumatic systems
2. Has a deepened and expanded knowledge about the types and construction of the main drive systems and control. He knows the characteristics of the sources of mechanical energy - electric motors, combustion, hydraulic and pneumatic components and characteristics of receivers - actuators. Has a knowledge of the functions performed by the drive systems: transmission, transformation, distribution, accumulation and recovery of energy and technical ways of their implementation.
3. He knows the characteristics of hydraulic and pneumatic systems. He knows the basics of design of hydraulic and pneumatic driving systems performing specific functions and meet the requirements set.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquiring the skills to design of complex mechanical assembly, taking into account various criteria.
C2. Acquiring the skills to design the control or regulation system implementing inflicted functions based on mechanical or hydrotronic or pneumotronic systems.
C3. Consolidation group working skills and the ability to search for information.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Can design complex mechanical assembly including the selected request, using the appropriate methods, techniques and tools, along with calculations of their components, using the program to computer support.

PEK_U02 - Can design a control or regulation system implementing inflicted functions based hydrotronic or pneumotronic systems.

PEK_U03 - Can design elektrohydraulic and elektropneumatic drives and make their calculations and match components.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Understand the need and know the possibilities of continuous education.

PEK_K02 - Is able to identify and resolve dilemmas related to the implementation of engineering tasks.

PEK_K03 - Able to work in a group, taking on different roles.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Project | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Proj1 | Organizational matters. Selection and consult the topic of work. The division of the project into teams (team size on the complexity and scope of the task). | 2 |
| Proj2 | Critical analysis of existing structural measures (designs) of the proposed system / object. | 3 |
| Proj3 | Getting to know with the standards for ongoing project and catalogs of unified elements expected to be used during the project. | 3 |
| Proj4 | Developing the concept of a structural solution (design) of the proposed system / object. Formulation of boundary conditions determining the assumed functionality of the designed system / object. | 6 |
| Proj5 | Determination of the relevant design parameters and operating the proposed system / object. | 3 |
| Proj6 | To make the necessary calculations components, the choice of unified elements designed system / object. | 6 |

| | | |
|--------|--|-----------------|
| Proj7 | Preparation of guidelines designed to automate the system / object. Develop a control algorithm enables implementation of required functionality designed system / object. | 3 |
| Proj8 | Calculations (including numerical studies-simulation) and selection of components of the control system to implement the developed algorithms. | 6 |
| Proj9 | Development of project documentation (technical descriptions, diagrams, drawings, 3D models). | 8 |
| Proj10 | Preparing a multimedia presentation presenting the project. | 2 |
| Proj11 | Presentation and discussion of the project within the project group. | 3 |
| | | Total hours: 45 |

| | | |
|---|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. project presentation N2. self study - preparation for project class N3. tutorials | | |

| | | |
|--|----------------------------------|---|
| 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_U03, PEK_K01-PEK_K03 | completion of the project |
| P = F1 | | |

| | |
|--|--|
| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE | |
| <u>PRIMARY LITERATURE</u> <u>SECONDARY LITERATURE</u> | |

| | |
|--|--|
| SUBJECT SUPERVISOR | |
| dr inż. Robert Czabanowski tel.: 71 320-28-37 email: robert.czabanowski@pwr.edu.pl | |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Układy mechatroniczne w pojazdach samochodowych i silnikach spalinowych**

Nazwa w języku angielskim: **Mechatronic systems of a vehicles and combustion engines**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041119**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Egzamin | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.2 | | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. znajomość zasad działania czujników stosowanych do pomiaru ciśnienia, temperatury i prędkości obrotowej w obiektach technicznych oraz działania układów logicznych
2. umiejętność samodzielnego wykonywania ćwiczeń laboratoryjnych, poparta elementarną sprawnością manualną
3. świadomość konieczności pracy zespołowej i umiejętność jej realizacji

CELE PRZEDMIOTU

- C1. przedstawienie sposobów pozyskiwania informacji o stanie otoczenia pojazdu oraz ich wykorzystania w celu sterowania jego urządzeniami pokładowymi.
- C2. poznanie podstaw działania wybranych układów mechatronicznych pojazdu samochodowego i silnika spalinowego
- C3. zapoznanie z rozwiązaniami konstrukcyjnymi wybranych układów mechatronicznych pojazdu samochodowego i silnika spalinowego

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

- PEK_W01 - opisuje sposoby pozyskiwania informacji przez pojazd samochodowy i silnik spalinowy o stanie ich otoczenia i zna algorytmy sterowania różnych układów mechatronicznych w nich występujących
- PEK_W02 - objaśnia budowę i sposób sterowania urządzeń wykonawczych, zna procedury diagnostyczne układów mechatronicznych. oraz charakteryzuje ich odporność na zakłócenia, a także opisuje uszkodzenia przetworników pozyskujących informacje
- PEK_W03 - opisuje układy bezpieczeństwa czynnego, układy utrzymania toru ruchu, układy sterowania wymianą ładunku w silniku spalinowym, chłodzenia, rozrządu i zasilania

II. Z zakresu umiejętności:

- PEK_U01 - samodzielnie lub grupowo wykonuje badania wybranych układów mechatronicznych pojazdu samochodowego i silnika spalinowego
- PEK_U02 - analizuje wyniki badań wykonanych w ramach zajęć laboratoryjnych
- PEK_U03 - oblicza i prawidłowo interpretuje otrzymane wyniki badań laboratoryjnych

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

- PEK_K01 - rozumie potrzebę i zna możliwości ciągłego dokształcania się, zwłaszcza podnosząc swą wiedzę z mechatronicznych układów w pojazdach samochodowych; studia III stopnia, studia podyplomowe, kursy itp.
- PEK_K02 - ma świadomość ważności, odpowiedzialności i skutków działalności magistra inżyniera kierunku automatyka i robotyka w aspekcie odpowiedzialności za stan środowiska naturalnego, wynikający z właściwego działania układów mechatronicznych w pojazdach samochodowych, które stanowią istotne zagrożenie dla środowiska naturalnego
- PEK_K03 - docenia konieczność podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych wynikającą z ważności własnej działalności zawodowej

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Wprowadzenie do wykładu. Program. Specyfika synergicznego działania mechaniki, elektroniki i informatyki w pojeździe samochodowym | 2 |
| Wy2 | Sposoby pozyskiwania informacji o stanie otoczenia pojazdu samochodowego | 2 |
| Wy3 | Sposoby pozyskiwania informacji o stanie otoczenia silnika spalinowego | 2 |
| Wy4 | Algorytmy sterowania różnych układów w pojeździe samochodowym | 2 |
| Wy5 | Algorytmy sterowania silnika spalinowego | 2 |

| | | |
|----------------------------|--|---------------|
| Wy6 | Budowa urządzeń wykonawczych w pojazdach samochodowych i silnikach spalinowych | 2 |
| Wy7 | Sposób sterowania urządzeń wykonawczych i procedury diagnostyczne układów mechatronicznych | 2 |
| Wy8 | Odporność na zakłócenia i uszkodzenia przetworników pozyskujących informacje | 2 |
| Wy9 | System sterowania pracą układów zasilania i spalania silnika o zapłonie samoczynnym | 2 |
| Wy10 | System sterowania pracą układów zasilania i spalania silnika o zapłonie iskrowym | 2 |
| Wy11 | System sterowania układu rozrządu o zmiennych fazach i wzniosie zaworów silnika spalinowego | 2 |
| Wy12 | System sterowania układu chłodzenia o zmiennym wydatku silnika spalinowego | 2 |
| Wy13 | System sterowania układu smarowania silnika spalinowego | 2 |
| Wy14 | system sterowania współczesnego układu hamulcowego pojazdu samochodowego wyposażonego w układy ABS i BAS | 2 |
| Wy15 | System sterowania układów kontroli trakcji pojazdu samochodowego stosowanych w celu podniesienia bezpieczeństwa czynnego kierowców i pasażerów | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Badania układu zasilania silnika o zapłonie samoczynnym; układ Common Rail | 2 |
| Lab2 | Badania układu zasilania silnika o zapłonie iskrowym; wtrysk jednopunktowy | 2 |
| Lab3 | Badania układu zasilania silnika o zapłonie iskrowym; wtrysk wielopunktowy | 2 |
| Lab4 | Badania układu zasilania silnika o zapłonie samoczynnym; pompowtryskiwacze | 2 |
| Lab5 | Analiza akustyczna pracy wybranego układu mechatronicznego pojazdu samochodowego | 2 |
| Lab6 | Badanie układów bezpieczeństwa czynnego w pojeździe samochodowym | 2 |
| Lab7 | Badanie pojazdu samochodowego na hamowni podwoziowej | 2 |
| Lab8 | Badanie hybrydowego układu napędowego pojazdu jednośladowego | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. prezentacja multimedialna
- N2. eksperyment laboratoryjny
- N3. praca własna – przygotowanie do laboratorium
- N4. przygotowanie sprawozdania

| 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 = F1 | | |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium) | | |
|--|--------------------------|--|
| 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 | kartkówka i sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych |
| F2 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | kartkówka i sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych |
| F3 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | kartkówka i sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych |
| F4 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | kartkówka i sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych |
| F5 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | kartkówka i sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych |
| F6 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | kartkówka i sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych |
| F7 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | kartkówka i sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych |
| $P = (F1+F2+F3+F4+F5+F6+F7)/7$ | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|---|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u> Autor: Kazmierczak A i inni, tytuł: Silniki pojazdów samochodowych, wydawnictwo: REAWarszawa, rok: 2010 Autor: Wajand J i inni, tytuł: Silniki spalinowe srednio- i szybkoobrotowe, wydawnictwo: WKŁ Warszawa, rok: 1997 Autor: Stranneby D., tytuł: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów, wydawnictwo: BTCWarszawa, rok: 2004</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u> Autor: Kowalewicz A., tytuł: Systemy spalania szybkoobrotowych silników spalinowych, wydawnictwo: WKiŁ, Warszawa, rok: 1980</p> |

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Andrzej Kaźmierczak tel.: 71 347-79-18 email: Andrzej.Kazmierczak@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Układy mechatroniczne w pojazdach samochodowych i silnikach spalinowych**

Name in English: **Mechatronic systems of a vehicles and combustion engines**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041119**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|-------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | | 30 | | |
| Form of crediting | Examination | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.2 | | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. knowledge of the principles of operation of sensors used to measure pressure, temperature and rotational speed in technical facilities and operation of logic circuits
2. the ability to independently perform laboratory exercises, supported by elementary manual efficiency
3. awareness of the necessity of teamwork and the ability to implement it

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. presentation of ways to obtain information about the state of the vehicle surroundings and their use to control its on-board equipment.
- C2. learning the basics of operation of selected mechatronic systems of a motor vehicle and an internal combustion engine
- C3. familiarization with constructional solutions of selected mechatronic systems of a motor vehicle and an internal combustion engine

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - describes methods of obtaining information by a motor vehicle and a combustion engine about their environment and knows the control algorithms of various mechatronic systems in them

PEK_W02 - explains the construction and method of controlling actuators, knows the diagnostic procedures of mechanical systems. and is characterized by their resistance to interference, and also describes the damage of the information acquisition transducers

PEK_W03 - describes active safety systems, track maintenance systems, charge exchange control systems in an internal combustion engine, cooling, timing and power supply

II. Relating to skills:

PEK_U01 - independently or in groups, performs tests of selected mechatronic systems of a motor vehicle and an internal combustion engine

PEK_U02 - analyzes the results of tests carried out as part of laboratory classes

PEK_U03 - calculates and correctly interprets the obtained results of laboratory tests

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - understands the need and knows the possibilities of continuous training, especially by raising their knowledge of mechatronic systems in automotive vehicles; 3rd degree studies, postgraduate studies, courses, etc.

PEK_K02 - is aware of the importance, responsibility and impact of the activities of a master's degree in automation and robotics in the aspect of responsibility for the state of the natural environment, resulting from the proper operation of mechatronic systems in automotive vehicles that pose a significant threat to the natural environment

PEK_K03 - appreciates the need to raise professional, personal and social competences resulting from the validity of one's own professional activity

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Introduction to the lecture. Program. The specificity of the synergistic action of mechanics, electronics and computer science in a vehicle | 2 |
| Lec2 | Ways of obtaining information about the condition of the vehicle's environment | 2 |
| Lec3 | Ways of obtaining information about the state of the environment of the internal combustion engine | 2 |
| Lec4 | Control algorithms for various systems in a vehicle | 2 |
| Lec5 | Control algorithms for an internal combustion engine | 2 |
| Lec6 | Construction of executive devices in automotive vehicles and internal combustion engines | 2 |
| Lec7 | The method of controlling actuators and diagnostic procedures of mechatronic systems | 2 |
| Lec8 | Resistance to interference and damage to information acquisition transducers | 2 |
| Lec9 | Resistance to interference and damage to information acquisition transducers | 2 |
| Lec10 | Control system for power and combustion systems of a spark-ignition engine | 2 |
| Lec11 | Timing system control with variable phases and lift of combustion engine valves | 2 |

| | | |
|------------------------------|--|-----------------|
| Lec12 | Cooling system control with variable displacement of combustion engine | 2 |
| Lec13 | Engine lubrication system control system | 2 |
| Lec14 | control system of the modern braking system of a motor vehicle equipped with ABS and BAS systems | 2 |
| Lec15 | Control system for vehicle traction control systems used to increase the active safety of drivers and passengers | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Testing of the compression ignition engine power system; Common Rail system | 2 |
| Lab2 | Study of the spark ignition engine power system; single-point injection | 2 |
| Lab3 | Study of the spark ignition engine power system; multi-point injection | 2 |
| Lab4 | Testing of the compression ignition engine power system; injectors | 2 |
| Lab5 | Acoustic analysis of the selected mechatronic system of a motor vehicle | 2 |
| Lab6 | Study of active safety systems in a vehicle | 2 |
| Lab7 | Examination of an automobile vehicle on a chassis dynamometer | 2 |
| Lab8 | Examination of the hybrid propulsion system of a two-wheel vehicle | 1 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|---|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. multimedia presentation N2. laboratory experiment N3. self study - preparation for laboratory class N4. report preparation | | |

| | | |
|--|--------------------------|---|
| 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 exam |
| P = F1 | | |

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory)

| 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 | quiz and report on laboratory exercises |
| F2 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | quiz and report on laboratory exercises |
| F3 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | quiz and report on laboratory exercises |
| F4 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | quiz and report on laboratory exercises |
| F5 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | quiz and report on laboratory exercises |
| F6 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | quiz and report on laboratory exercises |
| F7 | PEK_U01 PEK_U02 PEK_U03 | quiz and report on laboratory exercises |

$$P = (F1+F2+F3+F4+F5+F6+F7)/7$$

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Autor: Kazmierczak A i inni, tytuł: Silniki pojazdów samochodowych, wydawnictwo: REA Warszawa, rok: 2010
 Autor: Wajand J i inni, tytuł: Silniki spalinowe srednio- i szybkoobrotowe, wydawnictwo: WKŁ Warszawa, rok: 1997
 Autor: Stranneby D., tytuł: Cyfrowe przetwarzanie sygnałów, wydawnictwo: BTC Warszawa, rok: 2004

SECONDARY LITERATURE

Autor: Kowalewicz A., tytuł: Systemy spalania szybkoobrotowych silników spalinowych, wydawnictwo: WKiŁ, Warszawa, rok: 1980

SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Andrzej Kaźmierczak tel.: 71 347-79-18 email: Andrzej.Kazmierczak@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Modelowanie i symulacja układów**

Nazwa w języku angielskim: **Modeling and simulation of the system**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041120**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | | 1 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 1 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | | 0.7 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Informatyka
2. Mechanika II
3. Układy napędowe hydrauliczne i pneumatyczne

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Praktyczne zastosowanie wiedzy teoretycznej do budowy wybranych modeli symulacyjnych obiektów rzeczywistych.
- C2. Zapoznanie studentów z metodologią budowy modelu symulacyjnego.
- C3. Utrwalenie wiedzy i umiejętności z różnych obszarów techniki.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Wytłumaczyć potrzebę tworzenia modeli fizykalnych obiektów rzeczywistych.

PEK_W02 - Wyodrębnić z otoczenia model funkcjonalny obiektu rzeczywistego.

PEK_W03 - Formułować założenia upraszczające dla obiektu rzeczywistego.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Zastosować wiedzę teoretyczną do budowy modelu symulacyjnego wybranego obiektu rzeczywistego.

PEK_U02 - Opracować program badań symulacyjnych.

PEK_U03 - Ocenić i porównać wyniki symulacyjne z wynikami otrzymanymi badań doświadczalnych.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Pogłębienie umiejętności pracy w grupie.

PEK_K02 - Zwiększenie efektywności procesu projektowego (skrócenie czasu projektowania).

PEK_K03 - Uporządkowanie informacji z obszaru obecnej wiedzy i umiejętności studenta

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|-----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Zasady tworzenia modeli matematycznych w oparciu o model fizykalny: wyodrębnienie układu z otoczenia i założenia upraszczające. | 2 |
| Wy2 | Założenia upraszczające – hipotezy robocze: pomijanie małych wpływów, przyjmowanie prostych zależności, przechodzenie od parametrów rozłożonych do skupionych, niezależność parametrów fizycznych od czasu, unikanie nieokreśloności i pomijanie szumów. | 3 |
| Wy3 | Analogie układów o różnej strukturze fizycznej: mechanicznej, elektrycznej, hydraulicznej, pneumatycznej, cieplnej, świetlnej, itp. | 2 |
| Wy4 | Układanie modeli matematycznych w oparciu o modele funkcjonalne. Wykorzystanie badań doświadczalnych elementów i zespołów. Struktura układów dynamicznych. | 2 |
| Wy5 | Metoda grafów wieżów (bondgraphs): zmienne wyteżeniowe i nateżeniowe, źródło i elementy czynne i bierne. Struktura układów dynamicznych. | 2 |
| Wy6 | Modelowanie i symulacja złożonych układów dynamicznych: 6.1.Przykład – układ napędu jazdy ładowarki tyłkowej. | 2 |
| Wy7 | Przykład mechano-hydraulicznego wielozródłowego układu napędowego | 2 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | Wstęp do systemu Matlab-SIMULINK. | 2 |
| Proj2 | Modelowanie i symulacja hydraulicznego tłumika drgań. | 2 |
| Proj3 | Zawieszenie pojazdu. | 2 |

| | | |
|-------|---|----------|
| Proj4 | Akceleracja przekładni hydraulicznej. | 2 |
| Proj5 | Opracowanie 4 dowolnych tematów wybranych przez studenta (z około 20 dostępnych). | 7 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. praca własna – przygotowanie do laboratorium
N2. przygotowanie sprawozdania
N3. prezentacja projektu

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 | kookwium |
| F2 | pek_w02 | kolokwium |
| F3 | pek_w03 | kolokwium |
| P = F1+F2+F3 | | |

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 | obrona projektu |
| F2 | pek_u02 | sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych |
| F3 | pek_u03 | sprawozdanie z ćwiczeń laboratoryjnych |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Autor: Cannon R.H. jr, tytuł: Dynamika układów fizycznych, wydawnictwo: WNT, rok: 1973

Autor: 3.Kacki E., Wozniakowski M, tytuł: Modelowanie analogowe, hybrydowe oraz cyfrowa symulacja maszyn analogowych, wydawnictwo: PWN, rok: 1973

Autor: Giergiel J, tytuł: Tłumienie drgan mechanicznych, wydawnictwo: PWN, rok: 1980

Autor: Kulisiewicz M., Piesiak S, tytuł: Metodologia modelowania i identyfikacji mechanicznych układów dynamicznych, wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, rok: 1995

Autor: Nizioł J, tytuł: Podstawy drgan w maszynach, wydawnictwo: Skrypt Politechniki Krakowskiej, rok: 1996

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Autor: Bekey G.A., Karplus W.I., tytuł: Obliczenia hybrydowe, wydawnictwo: WNT, rok: 1976

Autor: Kacki E, tytuł: Równania różniczkowe czastkowe w zagadnieniach fizyki i techniki, wydawnictwo: PWN, rok: 1992

Autor: Osinski Z, tytuł: Zbiór zadan z teorii drgan, wydawnictwo: PWN, rok: 1988

Autor: 4.Budak M., Samerski A., Tichonov V, tytuł: Badania i problemy fizyki matematycznej, wydawnictwo: PWN, rok: 1965

Autor: Arczynski S, tytuł: Mechanika ruchu samochodu, wydawnictwo: WNT, rok: 1997

Autor: Mitschke M, tytuł: Dynamika samochodu. Tom 1. Napęd i hamowanie, wydawnictwo: WKiŁ, rok: 1988

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Waldemar Sradomski tel.: 71 320-26-67 email: Waldemar.Sradomski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Modelowanie i symulacja układów**

Name in English: **Modeling and simulation of the system**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041120**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | | 1 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 1 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | | 0.7 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Informatics
2. Mechanics II
3. Hydraulic and pneumatic drive system

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The practical application of theoretical knowledge to build simulation models of real selected objects
- C2. Introduction to the methodology of the construction of the simulation model
- C3. Fixation of knowledge and skills in various areas of technology.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Explain the need for physical models creation of real objects.

PEK_W02 - Separate from the environment a functional model of the selected real object.

PEK_W03 - Define of simplifying assumptions for the real object.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Apply theoretical knowledge to build a simulation model of the selected real object.

PEK_U02 - Develop a program of simulation research.

PEK_U03 - Evaluate and compare the simulation results with the results obtained from experimental tests.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Develop the ability to work in a team.

PEK_K02 - Increasing the efficiency of the design process (reducing of development time).

PEK_K03 - Organizing informations from the current level of knowledge and skills the student.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | The rules for creating mathematical models based on physical models: the separation from the environment and simplifying assumptions | 2 |
| Lec2 | Simplifying assumptions - working hypotheses: skipping small influences, independent of physical parameters. | 3 |
| Lec3 | Analogies of systems of different physical structure: mechanical, electrical, hydraulic, pneumatic, thermal, etc. | 2 |
| Lec4 | Mathematical models creation based on functional models. The use of experimental research of components and assemblies. The structure of dynamical systems. | 2 |
| Lec5 | The method of bond graphs: flow and effort variable , sources of active and passive components. The structure of dynamical systems. | 2 |
| Lec6 | Modeling and simulation of complex dynamical systems: e.g. -drive system of the loader | 2 |
| Lec7 | Example of multi-source mechano-hydraulic drive system | 2 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |
| Proj1 | Introduction to Matlab- Simulink | 2 |
| Proj2 | Modeling and simulation of hydraulic buffer | 2 |
| Proj3 | Modeling and simulation of car suspension | 2 |
| Proj4 | Modeling and simulation of hydrostatic transmission | 2 |
| Proj5 | Preparing of 4 topics chosen by the student from about 20 available topics. | 7 |

| | |
|--|-----------------|
| | Total hours: 15 |
|--|-----------------|

| |
|---|
| TEACHING TOOLS USED |
| N1. self study - preparation for laboratory class N2. report preparation N3. project presentation |

| | | |
|--|--------------------------|---|
| 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 | test |
| F2 | pek_w02 | test |
| F3 | pek_w03 | test |
| P = F1+F2+F3 | | |

| | | |
|--|--------------------------|---|
| 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 | discussion about project |
| F2 | pek_u02 | laboratory report |
| F3 | pek_u03 | laboratory report |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

Autor: Cannon R.H. jr, tytuł: Dynamika układów fizycznych, wydawnictwo: WNT, rok: 1973

Autor: 3.Kacki E., Wozniakowski M, tytuł: Modelowanie analogowe, hybrydowe oraz cyfrowa symulacja maszyn analogowych, wydawnictwo: PWN, rok: 1973

Autor: Giergiel J, tytuł: Tłumienie drgan mechanicznych, wydawnictwo: PWN, rok: 1980

Autor: Kulisiewicz M., Piesiak S, tytuł: Metodologia modelowania i identyfikacji mechanicznych układów dynamicznych, wydawnictwo: Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, rok: 1995

Autor: Nizioł J, tytuł: Podstawy drgan w maszynach, wydawnictwo: Skrypt Politechniki Krakowskiej, rok: 1996

SECONDARY LITERATURE

Autor: Bekey G.A., Karplus W.I., tytuł: Obliczenia hybrydowe, wydawnictwo: WNT, rok: 1976

Autor: Kacki E, tytuł: Równania różniczkowe czastkowe w zagadnieniach fizyki i techniki, wydawnictwo: PWN, rok: 1992

Autor: Osinski Z, tytuł: Zbiór zadan z teorii drgan, wydawnictwo: PWN, rok: 1988

Autor: 4.Budak M., Samerski A., Tichonov V, tytuł: Badania i problemy fizyki matematycznej, wydawnictwo: PWN, rok: 1965

Autor: Arczynski S, tytuł: Mechanika ruchu samochodu, wydawnictwo: WNT, rok: 1997

Autor: Mitschke M, tytuł: Dynamika samochodu. Tom 1. Napęd i hamowanie, wydawnictwo: WKiŁ, rok: 1988

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Waldemar Sradomski tel.: 71 320-26-67 email: Waldemar.Sradomski@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **PRACA DYPLOMOWA I, II**

Nazwa w języku angielskim: **MASTER THESIS**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Automatyzacja Maszyn i Procesów Roboczych**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041151, RAM041152**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | | 2 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | | 600 | |
| Forma zaliczenia | | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | | 20 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 20 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma poszerzoną i pogłębioną wiedzę w zakresie:

- niektórych działów matematyki i sterowania, obejmującą elementy matematyki dyskretnej i stosowanej oraz metody optymalizacji,
- dynamicznych układów dyskretnych, równań dynamiki, równań Lagrange'a oraz form drgań i ich parametrach,
- budowy, działania, metod analizy i projektowania mechatronicznych zespołów maszyn, urządzeń i pojazdów,
- technik projektowania mechatronicznych układów napędowych maszyn lub wymagań związanych z projektowaniem procesów montażowych lub projektowania procesów wytwarzania z wykorzystaniem systemów wspomagania komputerowego.

2. Can:

- Conduct experimental identification of complex parts and automation systems;
- Carry out simulation studies the behavior of the teams and automation systems with the use of computer systems;
- Carry out experimental studies on the actual system;
- Apply the analytical methods and computer used in the examination of the dynamics of mechanical systems based on the theory of discrete systems;
- Obtain information from literature, databases, and other carefully selected sources, also in English or German;
- Analyze the function, choose the concept of the drive mechanism to determine the structure and kinematic load, assemble the remaining ingredients and do the calculation and report the project or design a socket mounting ensure achievement of the intended requirements of the technical and economic, or to design automated manufacturing processes.

3. Ma świadomość:

- ważności pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera-mechanika i automatyka, w tym także jej wpływu na środowisko oraz związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje;
- ważności zachowania w sposób profesjonalny, przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania różnorodności poglądów i kultur;
- odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania;
- roli społecznej absolwenta uczelni technicznej.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Poszerzenie wiedzy o zasadach realizacji złożonych zadań i przedsięwzięć inżynierskich z zakresu automatyki i robotyki, a także ich opisu, dokumentowania oraz prezentacji.

C2. Poszerzenie umiejętności pozyskiwania informacji z różnych źródeł oraz przygotowania i przedstawiania prezentacji ustnej i multimedialnej, dotyczącej zagadnień rozwiązywanych w ramach pracy dyplomowej.

C3. Nabycie umiejętności określania priorytetów służących realizacji określonego zadania, podniesienie świadomości odpowiedzialności za pracę własną oraz potrzeby uczenia się przez całe życie.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne (zespoły, maszyny, urządzenia, pojazdy).

PEK_U02 - Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim lub niemieckim; potrafi również integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny.

PEK_U03 - Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną, dotyczącą zagadnień rozwiązywanych w ramach pracy dyplomowej. Potrafi napisać krótki tekst na znany temat.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego zadania.

PEK_K02 - Ma świadomość odpowiedzialności za własną pracę.

PEK_K03 - Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, a także zna możliwości ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

TREŚCI PROGRAMOWE

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. case study

N2. praca własna - przygotowanie do projektu

N3. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu

N4. konsultacje

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Remigiusz Kozłowski, Praktyczny sposób pisania prac dyplomowych, Wolters Kluwer Polska sp. z o.o. , Luty 2009

Cezary Kalita, Zasady pisania licencjackich i magisterskich prac badawczych. Poradnik dla studentów, Wydawnictwo ARTE , 2011

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Przewodnik metodyczny pisania pracy dyplomowej, Wyd. Difin

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Robert Czabanowski tel.: 71 320-28-37 email: robert.czabanowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **PRACA DYPLOMOWA I, II**

Name in English: **MASTER THESIS**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Machine and Process Automation**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041151, RAM041152**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|---------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | | | | 2 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | | | | 600 | |
| Form of crediting | | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | | | | 20 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 20 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. It has a broader and deeper knowledge of:

- Some branches of mathematics and control, including elements of discrete mathematics and applied and optimization methods,
- Discrete dynamical systems, equations of dynamics, Lagrange equations and forms of vibrations and their parameters,
- Construction, operation, methods of analysis and design of mechatronic assemblies of machines, equipment and vehicles,
- Design techniques mechatronic drive systems machines or requirements related to the design of assembly processes or design manufacturing processes using computer-aided systems.

3. He is aware of:

- The validity of non-technical aspects and impacts of engineer-mechanic and automation, including its impact on the environment and the associated responsibility for decisions;
- The validity of behavior in a professional manner, comply with professional ethics and respect for the diversity of views and cultures;
- Responsibility for own work and a willingness to comply with the principles of teamwork and responsibility for jointly implemented tasks;
- The of social role of graduate of a technical university.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Increasing knowledge of the principles of implementation of complex engineering tasks and projects in the field of automation and robotics, as well as their description, documentation and presentation.
- C2. Strengthen the skills of obtaining information from various sources and the preparation and presentation of oral and multimedia presentation on the issues solved within the framework of the thesis.
- C3. Acquisition of ability to identify priorities to carry out a task, to raise awareness of responsibility for own work and the need for learning throughout life.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

PEK_U01 - He can make a critical analysis of the functioning and to assess the existing technical solutions (groups, machines, equipment, vehicles).

PEK_U02 - Able to obtain information from literature, databases, and other carefully selected sources, also in English or German; It is also able to integrate the information obtained, to make their interpretation and critical evaluation.

PEK_U03 - Able to prepare and present oral and multimedia presentation on the issues solved within the framework of the thesis. Can write a short text on a familiar topic.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Can properly determine the priorities for implementing the specific task.

PEK_K02 - It has a sense of responsibility for their own work.

PEK_K03 - He understands the need for learning throughout life, and knows the possibilities of continuous education and improving professional, personal and social skills.

PROGRAM CONTENT

TEACHING TOOLS USED

- N1. case study
- N2. self study - preparation for project class
- N3. self study - self studies and preparation for examination
- N4. tutorials

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Robert Czabanowski tel.: 71 320-28-37 email: robert.czabanowski@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Drgania i hałas maszyn wytwórczych**

Nazwa w języku angielskim: **Nois and vibration of production machines.**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041200**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 2 | | 1 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość typowych układów mechanicznych znajdujących się w obrabiarkach.
2. Znajomość podstawowych zagadnień z elektrotechniki.
3. Znajomość budowy i możliwości wytwórczych podstawowych maszyn technologicznych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zdobyć wiedzy na temat źródeł powstawania drgań i hałasu w obrabiarkach.
C2. Umiejętność klasyfikacji oraz wpływania na poziom drgań.
C3. Wzrost świadomości zagrożeń spowodowanych zjawiskami dynamicznymi.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Wiedza z zakresu przyczyn powstawania drgań i hałasu w maszynach wytwórczych.

PEK_W02 - Wiedza z zakresu pasywnego i aktywnego wpływania na poziom drgań.

PEK_W03 - Wiedza na temat zagrożeń związanych z drganiami i hałasem.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Umiejętność klasyfikacji oraz wpływania na poziom drgań.

PEK_U02 - Umiejętność budowy toru pomiarowego.

PEK_U03 - Umiejętność interpretowania charakterystyk dynamicznych.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Student posiada świadomość o wpływie oddziaływań dynamicznych na organizm człowieka.

PEK_K02 - Umiejętność pracy w grupie oraz świadomość wywiązywanie się z powierzonych prac.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------------|--|---------------|
| Wy1 | Wprowadzenie i omówienie warunków zaliczenia. Omówienie podstawowych mechanizmów maszyn. | 2 |
| Wy2 | Przyczyny powstawania oraz podział drgań w maszynach wytwórczych. | 2 |
| Wy3 | Przyczyny podatności maszyn wytwórczych. | 2 |
| Wy4 | Możliwości wpływania na własności dynamiczne maszyn. | 2 |
| Wy5 | Wibroizolacja. | 2 |
| Wy6 | Stabilność maszyn. | 2 |
| Wy7 | Możliwości określania dynamicznych własności maszyn. | 2 |
| Wy8 | Budowa oraz zasada działania typowych czujników do pomiaru drgań. | 2 |
| Wy9 | Budowa typowych torów pomiarowych. | 2 |
| Wy10 | Analiza sygnałów drgań. | 2 |
| Wy11 | Wpływ sprzężeń na częstotliwości i postaci drgań własnych układu. | 2 |
| Wy12 | Hałas. | 2 |
| Wy13 | Diagnostyka akustyczna maszyn | 2 |
| Wy14 | Wyrównoważanie dynamiczne. | 2 |
| Wy15 | Kolokwium zaliczeniowe | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Wprowadzenie dotyczące czujników i aparatury do pomiaru drgań. | 2 |
| Lab2 | Pomiar i analiza drgań obrabiarki na biegu jałowym i w warunkach roboczych. | 2 |
| Lab3 | Wyznaczanie postaci drgań rezonansowych wrzeciona tokarki. | 2 |

| | | |
|------|--|----------|
| Lab4 | Drgania samowzbudne - określanie granicy stabilności przy toczeniu. | 2 |
| Lab5 | Wyznaczanie rozkładu natężenia dźwięku przy zastosowaniu holografii akustycznej. | 2 |
| Lab6 | Wibroizolacja. | 2 |
| Lab7 | Wyznaczanie charakterystyki pasywnego tłumika tłumika ciernego. | 2 |
| Lab8 | Oddawanie sprawozdań z zajęć. | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. eksperyment laboratoryjny
N2. praca własna – przygotowanie do laboratorium
N3. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu
N4. przygotowanie sprawozdania
N5. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów

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 | kolokwium |
| P = F1 | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| 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 | wejściówka |
| F2 | PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_K02, PEK_K03 | sprawozdanie z ćwiczeń |
| P = (F1+F2)/2 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. H. Holka: Drgania i dynamika maszyn, Wyd. uczelniane Uniwersytetu Techniczno-Przyrodniczego Bydgoszcz 2011.
2. K. Arczewski: Drgania układów fizycznych, Oficyna Politechniki Warszawskiej 2008.
3. A. Nowak: Drgania i stabilność układów dynamicznych-teoria i zastosowania, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2008.
4. J. Wiciak: Wybrane zagadnienia redukcji drgań i dźwięków strukturalnych, Akademia Górniczo Hutnicza, Kraków 2008.
5. K. Marchelek: Dynamika obrabiarek, WNT Warszawa 1991.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Marek Stembalski tel.: 71 320 21 77 email: marek.stembalski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Drgania i hałas maszyn wytwórczych**
 Name in English: **Nois and vibration of production machines.**
 Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**
 Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**
 Level and form of studies: **II level, full-time**
 Kind of subject: **obligatory**
 Subject code: **RAM041200**
 Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 2 | | 1 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge of typical mechanical systems located in machine tools.
2. Basic knowledge of electrical engineering.
3. Knowledge of the construction and the production capacity of basic technological machines.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Gaining knowledge about the source of the vibration and noise in machine tools.
- C2. The ability of the classification and influence the level of vibration.
- C3. Increase awareness of the risks caused by dynamic phenomena.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Knowledge of the causes of noise and vibration in machinery manufacturing.

PEK_W02 - Knowledge of passive and active influence on the level of vibration.

PEK_W03 - Knowledge about the risks of vibration and noise.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - The ability of the classification and influence the level of vibration.

PEK_U02 - The ability to track construction measurement.

PEK_U03 - The ability to interpret the dynamic characteristics.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - The student is aware of the impact of dynamic impact on the human body.

PEK_K02 - Ability to work in a group and awareness of performance of assigned work.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|------------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Introduction and discussion of the terms of credit. Discussion of the basic mechanisms of machines. | 2 |
| Lec2 | Causes and distribution of vibration in machinery manufacturing | 2 |
| Lec3 | The causes of vulnerability machinery manufacturing. | 2 |
| Lec4 | Ability to influence the dynamic properties of machines. | 2 |
| Lec5 | Vibration isolation. | 2 |
| Lec6 | The stability of machinery. | 2 |
| Lec7 | The possibility of determining the dynamic properties of machines. | 2 |
| Lec8 | The construction and principle of operation of typical sensors to measure vibration. | 2 |
| Lec9 | Construction of typical measuring circuits. | 2 |
| Lec10 | The analysis of vibration signals. | 2 |
| Lec11 | The impact of feedback frequencies and forms of vibration system. | 2 |
| Lec12 | Noise. | 2 |
| Lec13 | Diagnosis Acoustic machines | 2 |
| Lec14 | Balancing dynamic. | 2 |
| Lec15 | Final test | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | introduction of sensor equipment for measuring vibration. | 2 |

| | | |
|------|---|-----------------|
| Lab2 | Measurement and analysis of machine vibration at idle and under operating conditions. | 2 |
| Lab3 | Determining the form of a resonant vibration of the spindle lathes. | 2 |
| Lab4 | Self-oscillation - defining the border of stability during turning. | 2 |
| Lab5 | Determining the distribution volume using acoustic holography. | 2 |
| Lab6 | Vibration isolation. | 2 |
| Lab7 | Determination of the characteristics of the passive muffler muffler friction. | 2 |
| Lab8 | Giving reports of activities. | 1 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|--|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. laboratory experiment N2. self study - preparation for laboratory class N3. self study - self studies and preparation for examination N4. report preparation N5. traditional lecture with the use of transparencies and slides | | |

| | | |
|--|---------------------------|---|
| 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 | Final test |
| P = F1 | | |

| | | |
|--|--|---|
| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory) | | |
| 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 | enter quiz |
| F2 | PEK_W01, PEK_W02, PEK_W03, PEK_U01, PEK_U02, PEK_U03, PEK_K01, PEK_02, PEK_K03 | reports of activities. |
| P = (F1+F2)/2 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Marek Stembalski tel.: 71 320 21 77 email: marek.stembalski@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Elastyczne systemy wytwórcze**

Nazwa w języku angielskim: **Flexible Manufacturing Systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041201**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma podstawową wiedzę dotyczącą procesu projektowo - konstrukcyjnego, budowy, działania i eksploatacji głównych elementów i zespołów maszynowych oraz zasad ich doboru i konstruowania.
2. Ma ugruntowaną wiedzę w zakresie znajomości budowy obrabiarek i ich możliwości technologicznych.
3. Ma podstawową wiedzę w zakresie technik wytwarzania.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie możliwości automatyzacji różnych składników systemu wytwórczego.
 C2. Umiejętność konfiguracji elastycznego systemu wytwórczego dla określonego spektrum przedmiotów obrabianych.
 C3. Umiejętność oceny różnych rozwiązań w zakresie elastycznej automatyzacji wytwarzania.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Zna strukturę elastycznego systemu wytwórczego oraz rozróżnia i potrafi scharakteryzować podstawowe jego składniki.

PEK_W02 - Zna możliwości technologiczne systemu wytwórczego i potrafi zaproponować różne rozwiązania w obszarze automatyzacji tego systemu.

PEK_W03 - Rozróżnia systemy przepływu przedmiotów obrabianych, narzędzi, cieczy obróbkowych i wiórów oraz potrafi dobrać odpowiednią ich konfigurację dla określonych warunków produkcyjnych.

II. Z zakresu umiejętności:

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Wprowadzenie, pojęcie systemu, system wytwórczy. | 2 |
| Wy2 | Struktura funkcjonalna systemu wytwórczego. | 2 |
| Wy3 | Przesłanki rozwoju elastycznej automatyzacji wytwarzania. | 2 |
| Wy4 | Koncepcje realizacyjne elastycznych systemów wytwórczych (ESW). | 2 |
| Wy5 | Obrabiarki stosowane w ESW. | 2 |
| Wy6 | Urządzenia do usuwania zadziorów z przedmiotów obrabianych w ESW.. | 2 |
| Wy7 | Ciecze obróbkowe, wióry i ich usuwanie oraz mycie przedmiotów obrabianych w ESW. | 2 |
| Wy8 | Gospodarka narzędziowa w ESW. | 2 |
| Wy9 | Układ przedmiotowy w ESW. | 2 |
| Wy10 | Systemy manipulacyjne i transportowe w ESW. | 2 |
| Wy11 | Systemy magazynowe w ESW. | 2 |
| Wy12 | Systemy informacyjne w ESW. | 2 |
| Wy13 | Nadzór i diagnostyka pracy ESW. | 2 |
| Wy14 | Dyspozycyjność ESW. | 2 |

| | | |
|------|-------------------------|----------|
| Wy15 | Kolokwium zaliczeniowe. | 2 |
| | | Suma: 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. prezentacja multimedialna

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_W03 | kolokwium |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Honczarenko J.: Elastyczna automatyzacja wytwarzania. WNT, Warszawa 2000.
2. Krzyżanowski J.: Wprowadzenie do elastycznych systemów wytwórczych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Kief H.B.: FFS-Handbuch, Carl Hanser Verlag 1998.
2. Luggen W.W.: Flexible manufacturing cells and systems, Prentice-Hall, Inc. Engelwood Cliffs, NJ, 1991

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Wacław Skoczyński tel.: 26-39 email: waclaw.skoczynski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Elastyczne systemy wytwórcze**

Name in English: **Flexible Manufacturing Systems**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041201**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student has basic knowledge relating to the design-construction process, the structure, functioning and operation of the main machine elements and assemblies, and the principles of matching and constructing them.
2. The student has sound knowledge of the structure of machine tools and their functionalities.
3. The student has basic knowledge of manufacturing techniques.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. The student is to get to know the possibilities of automating the different components of a manufacturing system.
- C2. The student is to acquire the skill of designing a flexible manufacturing system for a specified spectrum of workpieces.
- C3. The student is to evaluate various solutions of flexible manufacturing automation.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - The student knows the structure of the flexible manufacturing system and can describe its main components.

PEK_W02 - The student knows the functionalities of the manufacturing system and can propose different automation solutions for this system.

PEK_W03 - The student can distinguish between the flow systems of workpieces, tools, machining fluids and chips and can select their configuration proper for the specific production conditions.

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Introduction, the notion of a system, the manufacturing system. | 2 |
| Lec2 | The functional structure of the manufacturing system. | 2 |
| Lec3 | The conditions for the development of the flexible automation of manufacturing. | 2 |
| Lec4 | Flexible manufacturing system (FMS) implementation concepts. | 2 |
| Lec5 | Machine tools used in FMS. | 2 |
| Lec6 | Equipment for burr removal from workpieces in FMS. | 2 |
| Lec7 | Coolants, chips disposal and washing workpieces in FMS. | 2 |
| Lec8 | Tool management system in FMS. | 2 |
| Lec9 | Part management system in FMS. | 2 |
| Lec10 | Handling and transport systems in FMS. | 2 |
| Lec11 | Storage systems in FMS. | 2 |
| Lec12 | Information systems in FMS. | 2 |
| Lec13 | The supervision and diagnosis of FMS operation. | 2 |
| Lec14 | FMS availability. | 2 |
| Lec15 | Final test. | 2 |
| | | Total hours: 30 |

TEACHING TOOLS USED

N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides
N2. multimedia presentation

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_W03 | colloquium |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Honczarenko J.: Elastyczna automatyzacja wytwarzania. WNT, Warszawa 2000.
2. Krzyżanowski J.: Wprowadzenie do elastycznych systemów wytwórczych. Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław 2005

SECONDARY LITERATURE

1. Kief H.B.: FFS-Handbuch, Carl Hanser Verlag 1998.
2. Luggen W.W.: Flexible manufacturing cells and systems, Prentice-Hall, Inc. Engelwood Cliffs, NJ, 1991

SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Waław Skoczyński tel.: 26-39 email: waclaw.skoczynski@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Programowalne sterowniki przemysłowe**

Nazwa w języku angielskim: **Programmable logic controllers**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041202**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Zaliczony kurs: Sterowniki PLC

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Pokazać zaawansowane własności sterowników przemysłowych.
- C2. Przedstawić zaawansowane języki programowania sterowników przemysłowych.
- C3. Zaprezentować wybrane zastosowania sterowników przemysłowych

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Potrafi objaśnić zaawansowane własności sterowników przemysłowych.

PEK_W02 - Potrafi scharakteryzować zaawansowane techniki programowania sterowników przemysłowych

PEK_W03 - Potrafi wybrać odpowiedni układ sterowania dla zadanej aplikacji.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi wykorzystać zaawansowane własności i funkcje sterowników przemysłowych.

PEK_U02 - Potrafi przygotować program dla zaawansowanej aplikacji.

PEK_U03 - Potrafi zastosować odpowiedni sterownik dla wybranej aplikacji

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi pracować w grupie

PEK_K02 - Potrafi kierować małym zespołem

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------------|--|---------------|
| Wy1 | Język programowania ST | 2 |
| Wy2 | Język programowania SFC | 2 |
| Wy3 | Programowanie strukturalne | 2 |
| Wy4 | Funkcje systemowe i przerwania | 2 |
| Wy5 | Programowa realizacja algorytmu PID | 2 |
| Wy6 | Diagnostyka układu sterowania | 2 |
| Wy7 | Przykładowe aplikacje układów sterowania | 2 |
| Wy8 | Kolkwium zaliczeniowe | 1 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Wprowadzenie, szkolenie BHP, obsługa stanowisk dydaktycznych | 1 |
| Lab2 | Programowanie w języku ST | 2 |
| Lab3 | Programowanie w języku SFC | 2 |
| Lab4 | Zastosowanie funkcji systemowych i obsługa przerwań | 2 |
| Lab5 | Programowanie algorytmu PID | 2 |
| Lab6 | Realizacja układu sterowania procesem dyskretnym | 2 |
| Lab7 | Realizacja układu sterowania procesem ciągłym | 2 |
| Lab8 | Diagnostyka układów sterowania | 2 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
 N2. praca własna – przygotowanie do laboratorium
 N3. przygotowanie sprawozdania

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 | KOŁOKWIUM |
| P = F1 | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| 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_U012, PEK_U03, | średnia ocen ze wszystkich laboratoriów |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Kwaśniewski J., Programowalny sterownik S7-300 w praktyce inżynierskiej, BTC 2009

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Rafał Więclawek tel.: 36-96 email: rafal.wieclawek@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Programowalne sterowniki przemysłowe**

Name in English: **Programmable logic controllers**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041202**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | 30 | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Completed course: PLC controllers

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Demonstrate advanced properties of industrial controllers.
- C2. Present advanced programming language of industrial controllers
- C3. Present selected applications of industrial controllers.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Is able to explain advanced properties of industrial controllers.

PEK_W02 - Can characterize advanced techniques of industrial controllers designing

PEK_W03 - Is able to select suitable control system for desired application.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Is able to use advanced properties and functions of industrial controllers.

PEK_U02 - Is able to prepare the program for advanced application.

PEK_U03 - Is able to use suitable controller for selected application.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Is able to work in a group.

PEK_K02 - Is able to use technical literature in an independent way.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|------------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | The ST programming language | 2 |
| Lec2 | The SFC programming language | 2 |
| Lec3 | Structured programming. | 2 |
| Lec4 | System functions and interrupt | 2 |
| Lec5 | Software realization of the PID algorithm | 2 |
| Lec6 | Control system diagnosis | 2 |
| Lec7 | Sample applications of control systems | 2 |
| Lec8 | Test | 1 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Introduction, training of health and safety, support teaching positions | 1 |
| Lab2 | Programowanie w języku ST | 2 |
| Lab3 | Programming in SFC | 2 |
| Lab4 | The use of system functions and interrupt handling | 2 |
| Lab5 | Programming the PID algorithm | 2 |
| Lab6 | Implementation of the discrete process control | 2 |
| Lab7 | The implementation of a continuous process control system | 2 |
| Lab8 | Control systems diagnosis | 2 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|--|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - preparation for laboratory class N3. report preparation | | |

| | | |
|--|---------------------------|---|
| 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 | Test |
| P = F1 | | |

| | | |
|--|-----------------------------|---|
| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory) | | |
| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
| F1 | PEK_U01, PEK_U012, PEK_U03, | average grade |
| P = F1 | | |

| | | |
|--|--|--|
| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE | | |
| <u>PRIMARY LITERATURE</u> Kwaśniewski J., Programowalny sterownik S7-300 w praktyce inżynierskiej, BTC 2009 | | |
| <u>SECONDARY LITERATURE</u> | | |

| | | |
|---|--|--|
| SUBJECT SUPERVISOR | | |
| dr inż. Rafał Więclawek tel.: 36-96 email: rafal.wieclawek@pwr.edu.pl | | |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Sterowanie maszyn i urządzeń wytwórczych**

Nazwa w języku angielskim: **Control of manufacturing machines and devices**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041203**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Egzamin | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.2 | | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student posiada podstawową wiedzę z elektroniki, elektrotechniki, podstaw automatyki oraz najczęściej stosowanych układów sterowania.
2. Student posiada wiedzę na temat budowy prostych układów takich jak: silniki, siłowniki.
3. Student posiada podstawową wiedzę w zakresie zasad działania półprzewodnikowych elementów elektronicznych oraz sieci przemysłowych.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Uzyskanie wiedzy i umiejętności w zakresie budowy i działania oraz zasad aplikacji urządzeń automatyki (sensorów, sterowników komputerowych, aktuatorów, paneli operatorskich) oraz oprogramowania w maszynach i urządzeniach.

C2. Zapoznanie się z technikami sterowania i regulacji określonych parametrów układów napędowych w szczególności prędkości elementu wykonawczego.

C3. Zapoznanie z budową i działaniem sterowników PLC

C4. Zapoznanie z językami programowania sterowników PLC.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie objaśnić zasady projektowania, programowania i uruchamiania najczęściej stosowanych układów sterowania maszyn.

PEK_W02 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien być w stanie wymienić i opisać zaawansowane układy automatyki wyposażone różnego rodzaju regulatory określonych parametrów.

PEK_W03 - Ma rozszerzoną wiedzę w zakresie budowy, działania i programowania sterowników PLC.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - W wyniku przeprowadzonych zajęć student powinien umieć dobrać odpowiednie elementy układów sterowania maszyn oraz oprogramować urządzenie sterujące w taki sposób, aby dobrze spełniało określone funkcje.

PEK_U02 - Potrafi opracować algorytm sterowania do zadania.

PEK_U03 - Potrafi zastosować, skonfigurować i skonfigurować odpowiedni sterownik PLC do zadania.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Omówienie warunków zaliczenia kursu. Wprowadzenie do tematyki programowania sterowników PLC. Historia powstania sterowników. | 2 |
| Wy2 | Sterowniki przemysłowe, tryby pracy układów sterowania. Sterowniki swobodnie programowalne PLC, ich budowa, działanie, programowanie i przykłady zastosowania. | 2 |
| Wy3 | Aspekty bezpieczeństwa w maszynach i urządzeniach, wymagania zgodności, dyrektywy i normy, przykłady urządzeń bezpieczeństwa i rozwiązań układów. Systemy komunikacji przemysłowej i rozproszone układy sterowania. | 2 |
| Wy4 | Układy sterowania numerycznego CNC, ich budowa i działanie, pomiar położenia w obrabiarkach CNC, zadania poszczególnych zespołów układów CNC, interpolacja, regulacja położenia, możliwości generowania programów NC, standard STEP-NC. | 2 |
| Wy5 | Elektryczne serwonapędy (osie NC) analogowe i cyfrowe, ich własności i przykłady. Bezpośrednie napędy liniowe. | 2 |

| | | |
|----------------------------|--|---------------|
| Wy6 | Układy sterowania RC robotów przemysłowych. Budowa i rodzaje robotów przemysłowych. Sposoby programowania robotów przemysłowych. | 2 |
| Wy7 | Interfejsy człowiek-maszyna HMI, ich funkcje, sygnały, symbole, wymagania, panele operatorskie i przykłady rozwiązań HMI. Systemy sterowania nadrzędnego, wizualizacji i kontroli SCADA. | 4 |
| Wy8 | Standardowe języki programowania PLC - LD - instrukcje podstawowe | 2 |
| Wy9 | Standardowe języki programowania PLC - LD - instrukcje rozszerzone | 2 |
| Wy10 | Standardowe języki programowania PLC - FBD, ST oraz IL | 2 |
| Wy11 | Standardowe języki programowania PLC - SFC - sterowanie ruchem ulicznym | 2 |
| Wy12 | Algorytmy sterowania - przerzutniki Flip Flop | 2 |
| Wy13 | Sieci Przemysłowe - PROFINET, PROFIBUS i TCP IP | 2 |
| Wy14 | PLC NEXT - sterowniki nowej generacji zgodne z ideą Industry 4.0 | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Zasady zaliczenia kursu. Przepisy BHP obowiązujące w laboratorium. Szkolenie z obsługi stanowisk dydaktycznych. | 1 |
| Lab2 | Sterownik Phoenix Contact ILC 430 - oprogramowanie narzędziowe, konfiguracja, tryb symulacji. | 2 |
| Lab3 | Sterownik Phoenix Contact ILC 130 - programowanie w językach drabinkowym oraz bloków funkcyjnych. | 2 |
| Lab4 | Sterownik Phoenix Contact ILC 130 - opracowywanie funkcji w języku ST z zastosowaniem zegarów i liczników. | 2 |
| Lab5 | Sterownik Phoenix Contact ILC 130 - opracowywanie funkcji blokowych w języku IL. Opracowywanie bibliotek. | 2 |
| Lab6 | Sterownik Phoenix Contact ILC 130 - opracowywanie algorytmu sterowania światłami ruchu drogowego z zastosowaniem języka SFC. | 2 |
| Lab7 | Sterownik Phoenix Contact ILC 130 - komunikacja sieciowa na przykładzie protokołu TCP IP | 2 |
| Lab8 | Sterownik Phoenix Contact ILC 130 - wizualizacja procesu z wykorzystaniem Visu+ | 2 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. eksperyment laboratoryjny
N3. praca na stanowiskach umożliwiających programowanie urządzeń sterujących

| 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 = F1 | | |

| OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium) | | |
|--|---------------------------|---|
| 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 | kolokwium |
| P = F1 | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|---|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u> Prezentacja – slajdy do wykładu (postać elektroniczna), Strzelecki J. - Uniwersalne systemy sterowania maszyn i urządzeń - WKŁ Warszawa 1982. Legierski T., Wyrwał J., Kasprzyk J., Hajda J.: Programowanie sterowników PLC, WNT, 1998 Honczarenko J.: Roboty przemysłowe: budowa i zastosowanie, WNT, 2004 Kosmol J.: Automatyzacja obrabiarek i obróbki skrawaniem, WNT, 2000.</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u> Szafarczyk M.- Sterowanie maszyn technologicznych - Wyd. PW Koralewicz Z., Markowski A., Samsonowicz Z. - Automatyzacja procesów technologicznych -Wrocław 1980. Niederliński A.- Mikroprocesory mikrokomputery mikrosystemy - Warszawa 1987.</p> |

| OPIEKUN PRZEDMIOTU |
|---|
| dr inż. Paweł Krowicki tel.: 320 42 08 email: pawel.krowicki@pwr.edu.pl |

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Sterowanie maszyn i urządzeń wytwórczych**

Name in English: **Control of manufacturing machines and devices**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041203**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|-------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | | 30 | | |
| Form of crediting | Examination | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.2 | | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has basic knowledge of electronics, electrical engineering, basics of automation and most often used control systems.
2. The student has knowledge of the construction of simple systems such as engines, servomotors.
3. The student has a basic knowledge of the principles of operation of semiconductor electronic components and industrial networks.

SUBJECT OBJECTIVES

C1. Obtaining knowledge and skills in the construction and operation of and principles for the application of automation devices

(sensors, computer controllers, actuators, operator panels) and software in machines and devices.

C2. Familiarization with the techniques of controlling and regulating specific parameters of the systems drives, in particular the speed of the actuator.

C3. Familiarization with the construction and operation of PLC controllers

C4. Introduction to PLC programming languages.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - As a result of the course the student should be able to explain the design principles, programming and commissioning of the most commonly used machine control systems.

PEK_W02 - As a result of the course the student should be able to name and describe more advanced automation systems equipped with various types of regulators for specific parameters.

PEK_W03 - Has basic knowledge in the field of construction, operation and programming of PLC controllers.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - As a result of the course the student should be able to choose the appropriate elements of the systems control machines and program the control device in such a way that it meets the specified well functions.

PEK_U02 - Is able to develop a control algorithm for the task.

PEK_U03 - Is able to apply, configure and configure the right PLC for the task.

III. Relating to social competences:

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Discussion on the conditions of passing the course. Introduction to the topic of PLC programming. History of drivers creation. | 2 |
| Lec2 | Industrial controllers, control modes. Drivers freely programmable PLC, their structure, operation, programming and examples usage. | 2 |
| Lec3 | Safety aspects in machines and devices, compliance requirements, directives and standards, examples of safety devices and system solutions. Industrial communication systems and distributed control systems. | 2 |
| Lec4 | CNC numerical control systems, their construction and operation, measurement positions in CNC machine tools, tasks of individual system assemblies CNC, interpolation, position control, the possibility of generating programs NC, STEP-NC standard. | 2 |

| | | |
|------------------------------|---|-----------------|
| Lec5 | Analog and digital electric servo motors (NC axes) and their properties examples. Direct Linear Drives. | 2 |
| Lec6 | RC control systems for industrial robots. Construction and types of robots industrial. Methods of programming industrial robots. | 2 |
| Lec7 | HMI human-machine interfaces, their functions, signals, symbols, requirements, operator panels and examples of HMI solutions. Control systems master, visualization and control of SCADA. | 4 |
| Lec8 | Standard PLC programming languages - LD - basic instructions | 2 |
| Lec9 | Standard PLC programming languages - LD - extended instructions | 2 |
| Lec10 | Standard PLC programming languages - FBD, ST and IL | 2 |
| Lec11 | Standard programming languages PLC - SFC - traffic control | 2 |
| Lec12 | Control algorithms - FlipFlop flip-flops | 2 |
| Lec13 | Industrial networks - PROFINET, PROFIBUS and TCP IP | 2 |
| Lec14 | NEXT PLC - new generation controllers in line with the idea of Industry 4.0 | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | Rules for passing the course. Health and safety regulations in force in the laboratory. Training from teaching positions. | 1 |
| Lab2 | Phoenix Contact ILC 430 controller - tool software, configuration, simulation mode. | 2 |
| Lab3 | Phoenix Contact ILC 130 controller - programming in ladder languages and function blocks. | 2 |
| Lab4 | Phoenix Contact ILC 130 controller - developing functions in the ST language using clocks and counters. | 2 |
| Lab5 | Phoenix Contact ILC 130 controller - developing block functions in IL language. Library development. | 2 |
| Lab6 | Phoenix Contact ILC 130 controller - developing an algorithm to control traffic lights using the SFC language. | 2 |
| Lab7 | Phoenix Contact ILC 130 controller - network communication on the example of the TCP IP protocol | 2 |
| Lab8 | Phoenix Contact ILC 130 controller - process visualization using Visu + | 2 |
| | | Total hours: 15 |

| | |
|---|--|
| TEACHING TOOLS USED | |
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. work on positions enabling programming of control devices | |

| 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 = F1 | | |

| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory) | | |
|--|---------------------------|---|
| 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 | test |
| P = F1 | | |

| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE | |
|--|--|
| <u>PRIMARY LITERATURE</u> <u>SECONDARY LITERATURE</u> | |

| SUBJECT SUPERVISOR | |
|---|--|
| dr inż. Paweł Krowicki tel.: 320 42 08 email: pawel.krowicki@pwr.edu.pl | |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Technologia i automatyzacja montażu**

Nazwa w języku angielskim: **Technology and automation of assembly**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041205**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | 30 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | | | 60 | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | 2 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 2 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.2 | | | 1.4 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student ma podstawową wiedzę w zakresie opisu i analizy zautomatyzowanych procesów produkcyjnych. Posiada wiedzę w zakresie podstaw automatyzacji, robotyki i automatyki. Potrafi analizować schematy i dokumentację techniczno ruchową; potrafi czytać i interpretować rysunki i schematy stosowane w dokumentacji technicznej; potrafi wykonać dokumentację techniczną. Ma podstawową wiedzę z podstaw metrologii.
2. Student posiada umiejętności zapisu schematów i tworzenia dokumentacji techniczno organizacyjnej systemów produkcyjnych. Potrafi stosować urządzenia i elementy układów automatyki dla realizacji zautomatyzowanych systemów produkcyjnych.
3. Świadomość odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenie odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie wiedzy odnośnie metod analizy i organizacji montażu ręcznego i zautomatyzowanego
C2. Zdobywanie umiejętności doboru odpowiednich narzędzi oceny oraz podstawowych zasad organizacji procesu montażu
C3. Zdobywanie umiejętności zaprojektowania zautomatyzowanego procesu montażu dowolnego zespołu, organizacji procesu montażu i dokonania wyboru najbardziej efektywnego zautomatyzowanego systemu montażowego

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Student ma uporządkowaną wiedzę w zakresie opisywania i projektowania zautomatyzowanych procesów technologicznych i systemów montażu

PEK_W02 - Student zna urządzenia wykonawcze i kontrolno - pomiarowe niezbędne dla efektywnego funkcjonowania systemu montażowego

PEK_W03 - Student zna i potrafi wykorzystać metody i narzędzia do oceny i reorganizacji zautomatyzowanych systemów montażowych

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Student posiada umiejętności opracowania zapisu i odczytywania dokumentacji procesu technologicznego montażu

PEK_U02 - Student zna metody i techniki stosowane w projektowaniu procesu technologicznego montażu i budowy systemu montażowego

PEK_U03 - Student jest w stanie opracować, dokonać oceny i wyboru wariantu zautomatyzowanego systemu montażowego prostego zespołu mechanicznego

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - wyszukiwanie informacji i jej krytyczna analiza

PEK_K02 - zespołowa współpraca dotycząca doskonalenia metod wyboru strategii w celu optymalnego rozwiązania procesów produkcyjnych

PEK_K03 - obiektywne ocenianie argumentów, racjonalne tłumaczenie i uzasadnianie własnego punktu widzenia oraz wykorzystanie wiedzy z zakresu automatyzacji procesów produkcyjnych

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Miejsce montażu w procesie produkcyjnym. Elementy składowe w projektowaniu procesów technologicznych montażu. | 2 |
| Wy2 | Analiza technologiczności konstrukcji ze względu na montaż ręczny i montaż zautomatyzowany | 3 |
| Wy3 | Metodyka "Design for Assembly" do oceny konstrukcji wyrobu z uwagi na montaż | 2 |
| Wy4 | Analiza łańcuchów wymiarowych. Metody montażu ze względu na zamienność części maszyn | 4 |
| Wy5 | Mechanizacja i automatyzacja montażu | 2 |

| | | |
|-----------------------|---|---------------|
| Wy6 | Wyposażenie techniczne montażu zautomatyzowanego | 2 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | Omówienie tematyki i zakresu zajęć | 2 |
| Proj2 | Analiza danych wejściowych oraz struktury zespołu przeznaczonego do montażu | 2 |
| Proj3 | Ocena technologiczności konstrukcji wyrobu | 2 |
| Proj4 | Ocena konstrukcji wyrobu ze względu na montaż metodą DFA | 2 |
| Proj5 | Ustalenie kolejności montażu oraz opracowanie schematów i planów montażowych | 2 |
| Proj6 | Ustalenie treści kolejnych operacji i zabiegów montażowych | 2 |
| Proj7 | Normowanie procesu montażu za pomocą metody MTM | 2 |
| Proj8 | Projekt wstępny stanowiska zautomatyzowanego montażu | 4 |
| Proj9 | Analiza sposobów i metod ustalania, chwytania i bazowania części | 2 |
| Proj10 | Dobór wyposażenia technologicznego | 2 |
| Proj11 | Wstępne analizy czasowo - kosztowe dla oceny efektywności projektowanego stanowiska | 2 |
| Proj12 | Modelowanie i symulacje ruchu podczas działania stanowiska montażowego | 2 |
| Proj13 | Tworzenie dokumentacji konstrukcyjno - technologicznej dla realizowanego projektu | 4 |
| | | Suma: 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. praca własna - przygotowanie do projektu
N3. konsultacje
N4. prezentacja projektu
N5. praca własna – samodzielne studia i 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 PEK_K01 | kolokwium |
| P = F1 | | |

| 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_U03 PEK_K01-PEK_K03 | ocena oddanego projektu |
| P = F1 | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|--|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <p>[1] Bruno Lotter: Wirtschaftliche Montage, VDI Verlag 1992</p> <p>[2] Jerzy Łunarski, Wiktor Szabajkowicz: Automatyzacja procesów technologicznych montażu maszyn, WNT Warszawa 1993</p> <p>[3] Praca zbiorowa pod redakcją E. Richtera, W. Schilinga, M. Weisego: Montaż w budowie maszyn, WNT Warszawa 1980</p> <p>[4] Jerzy Łunarski, Wiktor Szabajkowicz: Automatyczne orientowanie w procesach montażu, Rzeszów 1994</p> <p>[5] Mariusz Olszewski, Jan Barczyk, Jan Falkowski: Manipulatory i roboty przemysłowe, WNT 1985</p> <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <p>[1] Kwartalnik „Technologia i automatyzacja montażu”</p> <p>[2] Katalogi urządzeń wykorzystywanych w procesie i automatycznego montażu. (firm: BOSCH, AFAG SOMMER SCHUNK)</p> |

| OPIEKUN PRZEDMIOTU |
|---|
| dr inż. Tomasz Jankowski tel.: 41-74 email: tomasz.jankowski@pwr.edu.pl |

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Technologia i automatyzacja montażu**

Name in English: **Technology and automation of assembly**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041205**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | 30 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | | | 60 | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | | | 2 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 2 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.2 | | | 1.4 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Student has a basic knowledge of description and analysis of automated production processes. It has knowledge in the basics of automation, robotics and automation. Able to analyze schematics and documentation of technical movement; able to read and interpret drawings and diagrams used in the technical documentation; able to perform the technical documentation. It has a basic knowledge of the basics of metrology.
2. The student has the ability to record patterns and the creation of the technical organization of production systems. He can use the equipment and components for automation systems for the implementation of automated manufacturing systems.
3. Awareness of responsibility for own work and a willingness to comply with the rules work in a team and be responsible for jointly implemented tasks.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquisition of knowledge of the methods of analysis and organization of manual and automated assembly
C2. Acquiring the ability to choose the appropriate assessment tools and the basic principles of the organization of the assembly process
C3. Acquiring the skills to design automated assembly process of any team, organization and assembly process to select the most efficient automated assembly system

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - The student has ordered knowledge of the description and design of automated processes and systems installation

PEK_W02 - The student knows the actuators and control - measuring necessary for the effective functioning of the assembly

PEK_W03 - The student knows and is able to use methods and tools for evaluation and reorganization of automated assembly systems

II. Relating to skills:

PEK_U01 - The student has the skills to develop writing and reading the documentation process assembly

PEK_U02 - The student knows the methods and techniques used in the design process of installation and construction of assembly system

PEK_U03 - The student is able to develop, evaluate and choose the variant automated assembly system simple mechanical assembly

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - search for information and its critical analysis

PEK_K02 - Team collaboration on improving methods of selection strategies for optimal solutions of production processes

PEK_K03 - objective evaluation of arguments, rational translation and justifying own point of view and the use of knowledge in the field of automation of production processes

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Place the assembly in the manufacturing process. The components in the design of assembly processes. | 2 |
| Lec2 | Analysis of manufacturability construction due to the installation manual and automated assembly | 3 |
| Lec3 | Methodology "Design for Assembly" for product design assessment | 2 |
| Lec4 | Analysis of dimensional chains. Assembly methods due to the fungibility of machine parts | 4 |
| Lec5 | Mechanization and automation of assembly | 2 |
| Lec6 | Technical equipment of automated assembly | 2 |

| | | |
|---------------------------|--|-----------------|
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |
| Proj1 | Discussion of the subject and scope of activities | 2 |
| Proj2 | Analysis of the data input unit and the structure to be mounted | 2 |
| Proj3 | Evaluation of manufacturability product design | 2 |
| Proj4 | The design assessment of the product due to the assembly by DFA | 2 |
| Proj5 | Assembly sequence planning and the development schemes and plans of assembly | 2 |
| Proj6 | Determining the content of subsequent operations and procedures assembly | 2 |
| Proj7 | Standardization of the assembly process using the MTM method | 2 |
| Proj8 | The preliminary design of the automated assembly | 4 |
| Proj9 | Analysis of ways and methods of determining capture and basing part | 2 |
| Proj10 | Selection of technological equipment | 2 |
| Proj11 | Preliminary analysis of the time and cost for the assessment of the effectiveness of the designed position | 2 |
| Proj12 | Modeling and simulation of movement during operation of the assembly | 2 |
| Proj13 | Creating construction and technological documentation for the implemented project | 4 |
| | | Total hours: 30 |

| | |
|---|--|
| TEACHING TOOLS USED | |
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - preparation for project class N3. tutorials N4. project presentation N5. self study - self studies and 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 PEK_K01 | colloquium |
| P = F1 | | |

| 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_U03 PEK_K01-PEK_K03 | evaluation of the final project |
| P = F1 | | |

| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE |
|---|
| <p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <p>[1] Bruno Lotter: Wirtschaftliche Montage, VDI Verlag 1992</p> <p>[2] Jerzy Łunarski, Wiktor Szabajkowicz: Automatyzacja procesów technologicznych montażu maszyn, WNT Warszawa 1993</p> <p>[3] Praca zbiorowa pod redakcją E. Richtera, W. Schilinga, M. Weisego: Montaż w budowie maszyn, WNT Warszawa 1980</p> <p>[4] Jerzy Łunarski, Wiktor Szabajkowicz: Automatyczne orientowanie w procesach montażu, Rzeszów 1994</p> <p>[5] Mariusz Olszewski, Jan Barczyk, Jan Falkowski: Manipulatory i roboty przemysłowe, WNT 1985</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <p>[1] Kwartalnik „Technologia i automatyzacja montażu”</p> <p>[2] Katalogi urządzeń wykorzystywanych w procesie i automatycznego montażu. (firm: BOSCH, AFAG SOMMER SCHUNK)</p> |

| SUBJECT SUPERVISOR |
|---|
| dr inż. Tomasz Jankowski tel.: 41-74 email: tomasz.jankowski@pwr.edu.pl |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Utrzymanie ruchu maszyn i urządzeń wytwórczych**

Nazwa w języku angielskim: **Operation maintenance of manufacturing machines and devices**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041209**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma podstawową wiedzę dotyczącą budowy i działania elementów i zespołów maszynowych oraz zasad ich doboru i konstruowania.
2. Ma podstawową wiedzę w zakresie eksploatacji, niezawodności i bezpieczeństwa maszyn.
3. Ma ugruntowaną wiedzę z zakresu podstawowych technik wytwarzania i roli maszyn technologicznych.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poznanie podstawowych zasad koncepcji Totalnego produktywnego utrzymania ruchu (TPM).
 C2. Poznanie podstawowych narzędzi TPM oraz metod pozwalających zwiększyć efektywność utrzymania parku maszynowego. Poznanie zasad wyznaczania wskaźników określających postęp we wdrażaniu metodyki TPM.
 C3. Poznanie możliwości systemów komputerowych klasy CMMS wspomagających planowanie zadań obsługowo-naprawczych, gospodarkę magazynową oraz zarządzanie personelem obsługowo-naprawczym.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Zna zakres działań i zasady wyboru strategii utrzymania ruchu maszyn i urządzeń wytwórczych.

PEK_W02 - Zna podstawowe narzędzia i wskaźniki TPM.

PEK_W03 - Zna podstawowe cechy i możliwości systemów komputerowych klasy CMMS wspomagających planowanie zadań obsługowo-naprawczych, gospodarkę magazynową oraz zarządzanie personelem obsługowo-naprawczym.

II. Z zakresu umiejętności:

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Podstawowa problematyka związana z utrzymaniem ruchu maszyn i urządzeń wytwórczych: wymagania eksploatacyjne, analiza przyczynowo-skutkowa awarii maszyn, rola i znaczenie (korzyści) organizacji i planowania utrzymania ruchu. | 2 |
| Wy2 | Historia i rozwój koncepcji TPM (charakterystyka podstawowych filarów TPM). | 2 |
| Wy3 | Charakterystyka podstawowych narzędzi z zakresu TPM - przykłady ich stosowania. | 2 |
| Wy4 | Strategie utrzymania ruchu - idea systematycznego i systemowego podejścia do problematyki utrzymania ruchu. | 2 |
| Wy5 | Miary i wskaźniki określające efektywność wdrażania metodyki TPM. | 2 |
| Wy6 | Systemy informatyczne klasy CMMS, wspomagające zarządzanie utrzymaniem ruchu (wymagania i funkcje wybranych systemów, kryteria wyboru systemu). | 2 |
| Wy7 | Wdrażanie metodyki TPM do praktyki przemysłowej (rola Działu Utrzymania Ruchu i jego organizacja). Przykłady rozwiązań w zakresie wdrażania programu TPM. | 2 |
| Wy8 | Zaliczenie kursu. | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. Wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów.
 N2. Praca własna - przygotowanie do zaliczenia wykładu.
 N3. Konsultacje.

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_W03 | Kolokwium zaliczeniowe |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Legutko S.: Podstawy eksploatacji maszyn i urządzeń. Wyd. WSiP. Warszawa, 2007.
 Słowiński B.: Inżynieria eksploatacji maszyn. Wyd. Pol. Koszalińskiej. Koszalin, 2011.
 Kaźmierczak J.: Eksploatacja systemów technicznych. Wyd. Pol. Śląskiej. Gliwice, 2000.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Hebda M.: Elementy teorii eksploatacji systemów technicznych. Wyd. MCNEMT. Radom, 1990.
 Żółtowski B.: Podstawy diagnostyki maszyn. Wyd. ATR Bydgoszcz. Bydgoszcz, 1996.
 Honczarenko J.: Elastyczna automatyzacja wytwarzania. Obrabiarki i systemy obróbkowe. WNT Warszawa, 2000.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr hab. inż. Tomasz Kurzynowski tel.: 713202190 email: tomasz.kurzynowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Utrzymanie ruchu maszyn i urządzeń wytwórczych**

Name in English: **Operation maintenance of manufacturing machines and devices**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041209**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge about structure and operation of machine components and assemblies, as well as principles of their selecting and designing.
2. Basic knowledge about operation, reliability and safety of machines.
3. Well-grounded knowledge about basic manufacturing techniques and role of manufacturing machines.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Getting acquainted with principles of the Total Productive Maintenance (TPM) concept.
- C2. Getting acquainted with basic TPM tools and methods allowing to increase efficiency of machine stock maintenance. Getting acquainted with principles of determining indices describing progress at implementing the TPM methodology.
- C3. Getting acquainted with possibilities of CMMS-class computer systems to support planning operation and repair tasks, stock management and managing the operation/repair personnel.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Knowledge of scope and principles of selecting a maintenance strategy of manufacturing machines and devices.

PEK_W02 - Knowledge of basic TPM tools and indices.

PEK_W03 - Knowledge of basic features and possibilities of CMMS-class computer systems to support planning operation and repair tasks, stock management and managing the operation/repair personnel.

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Basic problems related to maintenance of manufacturing machines and devices: service requirements, cause and effect analysis of machine failure, role and significance (benefits) of maintenance organization and planning. | 2 |
| Lec2 | History and development of the TPM concept (characteristics of basic TMP pillars). | 2 |
| Lec3 | Characteristics of basic TPM tools – exemplary applications. | 2 |
| Lec4 | Maintenance strategies – idea of systematic and system-related attitude to maintenance problems. | 2 |
| Lec5 | Measures and indices determining efficiency of implementing the TPM methodology. | 2 |
| Lec6 | CMMS-class computer systems supporting maintenance management (requirements and functions of selected systems, system selection criteria). | 2 |
| Lec7 | Implementing the TPM methodology to industrial practice (role and organization of Maintenance Department). Exemplary solutions of implementing a TPM program. | 2 |
| Lec8 | Crediting the course. | 1 |
| | | Total hours: 15 |

TEACHING TOOLS USED

N1. Traditional lecture with use of transparencies and slides.

N2. Own work – preparation for crediting the lecture.

N3. Consultancies.

| 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_W03 | Credit colloquium |
| P = F1 | | |

| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE |
|--|
| <p><u>PRIMARY LITERATURE</u></p> <p>Legutko S.: Basics of operation of machines and devices. Editorial Office WSiP. Warsaw, 2007 (in Polish).</p> <p>Słowiński B.: Engineering of machine operation. Editorial Office of Koszalin University of Technology. Koszalin, 2011 (in Polish).</p> <p>Kaźmierczak J.: Operation of technical systems. Editorial Office of Silesian University of Technology. Gliwice, 2000 (in Polish).</p> <p><u>SECONDARY LITERATURE</u></p> <p>Hebda M.: Elements of the theory of technical systems operation. Editorial Office MCNEMT. Radom, 1990 (in Polish).</p> <p>Żółtowski B.: Basics of machine diagnostics. Editorial Office ATR Bydgoszcz, 1996(in Polish).</p> <p>Honczarenko J.: Flexible automation of manufacture. Machine tools and machining systems. WNT Warsaw, 2000 (in Polish).</p> |

| SUBJECT SUPERVISOR |
|--|
| dr hab. inż. Tomasz Kurzynowski tel.: 713202190 email: tomasz.kurzynowski@pwr.edu.pl |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Zaawansowane modelowanie i projektowanie procesów wytwarzania w systemach CAD/CAM**

Nazwa w języku angielskim: **Advanced modeling and design of manufacturing processes in CAD/CAM systems**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041210**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | | 15 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | | | 60 | |
| Forma zaliczenia | Egzamin | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | | 2 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 2 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.2 | | | 1.4 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Wiedza i umiejętności z zakresu kursów "Grafika inżynierska - zapis konstrukcji", "Grafika inżynierska - geometria wykreślna" lub podobnych
2. Wiedza i umiejętności z zakresu kursów "Grafika inżynierska 3D" lub podobnych
3. Podstawowa wiedza z zakresu projektowania procesów technologicznych i obrabiarek CNC

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Przekazanie studentom wiedzy na temat metod i narzędzi w projektowaniu i weryfikacji produktów
- C2. Prezentacja nowoczesnych narzędzi informatycznych wspomagających wytwarzanie
- C3. Nabycie wiedzy z zakresu projektowania technologii dla maszyn CNC z wykorzystaniem systemów CAD/CAM
- C4. Omówienie problematyki doboru, wdrażania i integracji systemów CAD/CAM

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Student zna etapy rozwoju produktów i procesów ich wytwarzania oraz stosowane w nich technologie komputerowe

PEK_W02 - Student posiada podstawową wiedzę na temat tworzenia i przetwarzania modeli 3D produktów

PEK_W03 - Student ma uporządkowaną wiedzę z zakresu projektowania technologicznego w systemach CAM

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Student stosuje wybrane metody i techniki komputerowe w rozwoju produktów i procesów ich wytwarzania

PEK_U02 - Student potrafi wykorzystać wybrane metody tworzenia i przetwarzania modeli 3D produktów

PEK_U03 - Student umie przygotować proces technologiczny dla obrabiarki CNC z wykorzystaniem wybranego systemu CAD/CAM

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Student posiada umiejętność pracy w zespole projektowym

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Modele CAD krawędziowe 2D/3D i powierzchniowe | 2 |
| Wy2 | Modele CAD bryłowe i metody ich reprezentacji | 2 |
| Wy3 | Dodatkowa funkcjonalność systemów CAD. Wymiana danych geometrycznych. | 2 |
| Wy4 | Wizualizacja modeli CAD 3D. Rzeczywistość wirtualna. | 2 |
| Wy5 | Zaawansowane narzędzia modelowania w systemach CAD | 2 |
| Wy6 | Zaawansowane narzędzia analizy w systemach CAD | 2 |
| Wy7 | Metody projektowania produktów według kryteriów technologicznych | 2 |
| Wy8 | Wstęp do inżynierii odwrotnej | 2 |
| Wy9 | Inżynieria odwrotna w projektowaniu CAD | 2 |
| Wy10 | Wstęp do przyrostowych technologii prototypowania i wytwarzania | 2 |
| Wy11 | Problematyka doboru i wdrażania systemów CAD/CAM. Przegląd dostępnych rozwiązań. | 2 |

| | | |
|-----------------------|--|---------------|
| Wy12 | Projektowanie technologiczne w systemach CAM. Etapy oraz realizowane zadania. | 2 |
| Wy13 | Projektowanie technologiczne w systemach CAM. Funkcje systemów CAM. | 2 |
| Wy14 | Weryfikacja procesów poprzez symulację komputerową. Generowanie programu NC dla maszyn sterowanych numerycznie. Informacje ogólne odnośnie maszyn CNC. | 2 |
| Wy15 | Zarządzanie dokumentacją konstrukcyjną i technologiczną | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | Spotkanie organizacyjne: zasady modelowania w wybranym systemie CAD i CAM, zasady oceniania projektów | 2 |
| Proj2 | Modelowanie produktu w systemie CAD z wykorzystaniem narzędzi zaawansowanych - wprowadzenie i praca własna | 2 |
| Proj3 | Modelowanie produktu w systemie CAD z wykorzystaniem narzędzi zaawansowanych - praca własna i prezentacja projektu | 4 |
| Proj4 | Generowanie ścieżek narzędzi dla obróbki w wybranym systemie CAM. Symulacja obróbki. Zarządzanie projektem. Wprowadzenie i praca własna. | 4 |
| Proj5 | Generowanie dokumentacji technologicznej. Generowanie kodu NC. Wprowadzenie i praca własna. | 2 |
| Proj6 | Zajęcia uzupełniające i zaliczenie | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. prezentacja multimedialna
N3. praca własna - przygotowanie do projektu
N4. prezentacja projektu
N5. konsultacje

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 = F1 | | |

| 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, PEK_K01 | ocena za projekt |
| P = F1 | | |

| LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA |
|--|
| <p><u>LITERATURA PODSTAWOWA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. E. Chlebus, "Techniki komputerowe CAX w inżynierii produkcji", WNT, Warszawa 2000 2. K. Augustyn, "NX CAM : programowanie ścieżek dla obrabiarek CNC", Helion, Gliwice 2010 3. Z. Kacprzyk, "Komputerowe wspomaganie projektowania: podstawy i przykłady", Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2012 <p><u>LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. H. B. Kief, "FFS-Handbuch. Einfuhrung in flexible Fertigungssysteme und deren Komponenten: CNC, DNC, CAD, CAM, FFS, FMS, CAQ, CIM", 1998 2. H. B. Kief, "NC/CNC handbuch 2007/08: CNC, DNC, CAD, CAM, CIM, FFS, SPS, RPD, LAN, NC-Maschinen, NC-Roboter, Antriebe, Simulation, Fach- und Stichwortverzeichnis", 2007 3. D. K. Singh, "Fundamentals of manufacturing engineering", 2008 |

| OPIEKUN PRZEDMIOTU |
|--|
| dr hab. inż. Bogdan Dybała tel.: 40 61 email: bogdan.dybala@pwr.edu.pl |

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Zaawansowane modelowanie i projektowanie procesów wytwarzania w systemach CAD /CAM**

Name in English: **Advanced modeling and design of manufacturing processes in CAD/CAM systems**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041210**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|-------------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | | 15 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | | | 60 | |
| Form of crediting | Examination | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | | | 2 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 2 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.2 | | | 1.4 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Knowledge and skills in the field of courses "Engineering Graphics: Engineering Drawing", "Engineering graphics - descriptive geometry" or similar
2. Knowledge and skills in the field of courses "Engineering Graphics 3D" or similar
3. Basic knowledge about numerically controlled machine tools

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Provide students with knowledge on methods and tools for product design and verification
- C2. Presentation of modern tools supporting manufacturing
- C3. Acquiring knowledge on technologies of design of CNC machines with the use of CAD/CAM systems
- C4. Discussion of issues of selection, implementation and integration of CAD/CAM systems

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - Student knows stages of design of products and their manufacturing processes and computer technologies used therein

PEK_W02 - Student has the a basic knowledge on creating and processing 3D models of products

PEK_W03 - Student has ordered knowledge of technological design in CAM systems

II. Relating to skills:

PEK_U01 - Student applies selected methods and computer technology in the development of products and processes for their preparation

PEK_U02 - Student can use the chosen method of creating and processing 3D models of products

PEK_U03 - Student can prepare a technological process for CNC machine tools using selected CAD/CAM system

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Ability to work in a design team

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | 2D/3D wireframe and surface CAD models | 2 |
| Lec2 | Solid CAD models and methods of their representation | 2 |
| Lec3 | Additional functionality CAD systems. Geometric data exchange. | 2 |
| Lec4 | Visualization of 3D CAD models. Virtual reality. | 2 |
| Lec5 | Advanced modeling tools in CAD systems | 2 |
| Lec6 | Advanced analysis tools in CAD systems | 2 |
| Lec7 | Methods of designing products according to technological criteria | 2 |
| Lec8 | Introduction to reverse engineering | 2 |
| Lec9 | Reverse engineering in CAD design | 2 |
| Lec10 | Introduction to additive technologies of prototyping and manufacturing | 2 |
| Lec11 | Selection and implementation of CAD/CAM systems. A review of available solutions. | 2 |
| Lec12 | Technological design in CAM systems. The steps and tasks performed. | 2 |
| Lec13 | Technological design in CAM systems. Functions of CAM systems. | 2 |
| Lec14 | Processes verification through computer simulation. Generating NC code for numerically controlled machines. General information regarding CNC machines. | 2 |
| Lec15 | Management of design and technological documentation | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |

| | | |
|-------|---|-----------------|
| Proj1 | Organizational meeting: principles of modeling in selected CAD and CAM rules of grading projects | 2 |
| Proj2 | Modeling a product in a CAD system using advanced tools - introduction and own work | 2 |
| Proj3 | Modeling a product in a CAD system using advanced tools - own work and project presentation | 4 |
| Proj4 | Generating toolpaths for machining in the selected CAM system. Machining simulation. Project management. Introduction and own work. | 4 |
| Proj5 | Generating technological documentation. NC code generation. Introduction and own work. | 2 |
| Proj6 | Supplementary classes and crediting | 1 |
| | | Total hours: 15 |

| | | |
|---|--|--|
| TEACHING TOOLS USED | | |
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. multimedia presentation N3. self study - preparation for project class N4. project presentation N5. tutorials | | |

| | | |
|--|---------------------------|---|
| 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 exam |
| P = F1 | | |

| | | |
|--|------------------------------------|---|
| 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, PEK_K01 | project evaluation |
| P = F1 | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

dr hab. inż. Bogdan Dybała tel.: 40 61 email: bogdan.dybala@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Zaawansowane technologie wytwarzania**

Nazwa w języku angielskim: **Advanced production technics**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041211.**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|---------------------|---------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 60 | | 30 | | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | Zaliczenie na ocenę | | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 2 | | 1 | | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | 1 | | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 1.2 | | 0.7 | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Posiada podstawową wiedzę z zakresu technik wytwarzania
2. Posiada podstawową wiedzę dotyczącą praw fizyki i mechaniki technicznej

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Poszerzenie wiedzy z zakresu innowacyjnych, zaawansowanych technik i technologii wytwarzania
- C2. Zapoznanie z nowoczesnymi materiałami konstrukcyjnymi, narzędziowymi oraz powłokami ochronnymi
- C3. Przedstawienie zagadnień związanych z nanotechnologią i mikroobróbką

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Wiedza z zakresu nowoczesnych, zaawansowanych technologii wytwarzania

PEK_W02 - Wskazywanie problemów technologicznych oraz proponowanie nowoczesnych rozwiązań z tego zakresu.

PEK_W03 - Wybierać stosowne do okoliczności nowoczesne technologie wytwarzania

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Umiejętność podejmowania decyzji dotyczących zastosowań nowoczesnych technologii

PEK_U02 - Umiejętnie korzystać z zaawansowanych technologii do praktycznych zastosowań przemysłowych

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Kompetencje do działań zespołowych w twórczym rozwiązywaniu problemów technologicznych.

PEK_K02 - Potrafi krytycznie oceniać opinie innych osób w oparciu o własną wiedzę.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------------|--|---------------|
| Wy1 | Ekologia w wytwarzaniu | 2 |
| Wy2 | Nadzorowanie procesów wytwarzania | 3 |
| Wy3 | Kształtowanie materiałów ceramicznych i trudnoobrabialnych | 2 |
| Wy4 | Kształtowanie materiałów kompozytowych | 3 |
| Wy5 | Kształtowanie krawędzi (gratowanie, fazowanie) | 2 |
| Wy6 | Nanotechnologie i mikroobróbka | 3 |
| Wy7 | Wykorzystanie laserów w technice | 3 |
| Wy8 | Zaawansowane techniki wykonywania gwintów | 2 |
| Wy9 | Kształtowanie wysokociśnieniową strugą wody | 2 |
| Wy10 | Efektywność wytwarzania | 3 |
| Wy11 | Szybkie prototypowanie | 3 |
| Wy12 | Cięcia udarowe, wyoblanie 3D | 2 |
| | | Suma: 30 |
| Forma zajęć – Laboratorium | | Liczba godzin |
| Lab1 | Możliwości i różne zastosowania cięcia struną zbrojoną materiałów trudnoobrabialnych | 2 |
| Lab2 | Wiercenie otworów długich | 2 |
| Lab3 | Zminimalizowane smarowanie | 2 |
| Lab4 | Pomiar topografii powierzchni w układzie płaskim i przestrzennym | 2 |
| Lab5 | Obróbka ubytkowa metalowych i polimerowych materiałów kompozytowych | 2 |
| Lab6 | Możliwości obróbki ostrzami typu Wiper | 2 |

| | | |
|------|---|----------|
| Lab7 | Technologie wycinania elektroerozyjnego węglików spiekanych | 2 |
| Lab8 | Zaliczenie | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. eksperyment laboratoryjny
N3. konsultacje
N4. praca własna – samodzielne studia i 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_W01-PEK_W03 | egzamin, kartkówka |
| F2 | PEK_U01-PEK_U02 | egzamin, kartkówka |
| F3 | PEK_K01-PEK_K02 | egzamin, kartkówka |
| $P = (F1+F2+F3)/3$ | | |

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Laboratorium)

| 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_W01-PEK_W03 | kartkówka |
| F2 | PEK_U01-PEK_U02 | kartkówka |
| F3 | PEK_K01-PEK_K02 | kartkówka |
| $P = (F1+F2+F3)/3$ | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Oczoś K.E., Kawalec A., Kształtowanie metali lekkich, PWN, Warszawa 2012

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Edward Pająk, Zaawansowane technologie współczesnych systemów produkcyjnych, wydawnictwo: Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, rok: 2000

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Piotr Cichosz tel.: 21-57 email: piotr.cichosz@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Zaawansowane technologie wytwarzania**

Name in English: **Advanced production technics**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041211.**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|----------------------|---------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 30 | | 15 | | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 60 | | 30 | | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | Crediting with grade | | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 2 | | 1 | | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | 1 | | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 1.2 | | 0.7 | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

SUBJECT OBJECTIVES

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

| PROGRAM CONTENT | | |
|------------------------------|--|-----------------|
| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
| Lec1 | | 2 |
| Lec2 | | 3 |
| Lec3 | | 2 |
| Lec4 | | 3 |
| Lec5 | | 2 |
| Lec6 | | 3 |
| Lec7 | | 3 |
| Lec8 | | 2 |
| Lec9 | | 2 |
| Lec10 | | 3 |
| Lec11 | | 3 |
| Lec12 | | 2 |
| | | Total hours: 30 |
| Form of classes – Laboratory | | Number of hours |
| Lab1 | | 2 |
| Lab2 | | 2 |
| Lab3 | | 2 |
| Lab4 | | 2 |
| Lab5 | | 2 |
| Lab6 | | 2 |
| Lab7 | | 2 |
| Lab8 | | 1 |
| | | Total hours: 15 |

| TEACHING TOOLS USED |
|--|
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. laboratory experiment N3. tutorials N4. self study - self studies and 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_W01-PEK_W03 | |
| F2 | PEK_U01-PEK_U02 | |
| F3 | PEK_K01-PEK_K02 | |
| $P = (F1+F2+F3)/3$ | | |

| EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Laboratory) | | |
|--|------------------------------------|---|
| 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_W01-PEK_W03 | |
| F2 | PEK_U01-PEK_U02 | |
| F3 | PEK_K01-PEK_K02 | |
| $P = (F1+F2+F3)/3$ | | |

| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE | |
|--|--|
| <u>PRIMARY LITERATURE</u> <u>SECONDARY LITERATURE</u> | |

| SUBJECT SUPERVISOR | |
|--|--|
| Prof. dr hab. inż. Piotr Cichosz tel.: 21-57 email: piotr.cichosz@pwr.edu.pl | |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Zaawansowane procesy obróbki bezubytkowej**

Nazwa w języku angielskim: **Advanced processes of chipless forming**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041214**

Grupa kursów: **nie**

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

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Student ma wiedzę na temat podstawowych technik wytwarzania metodami obróbki bezubytkowej, tj. ze spawalnictwa, odlewnictwa i przeróbki plastycznej.
2. Student ma uporządkowaną wiedzę o rodzajach metalicznych i niemetalicznych materiałów inżynierskich i zaawansowanych - ich budowie, właściwościach, zastosowaniach i zasadach doboru.
3. Student ma ugruntowaną wiedzę z robotyki i automatyzacji.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Nabycie podstawowej wiedzy o zaawansowanych, bezubytkowych technikach wytwarzania.
C2. Zdobycie umiejętności krytycznej analizy, z punktu widzenia możliwości mechanizacji i automatyzacji, zaawansowanych technologii wytwarzania.
C3. Nabycie umiejętności wyszukiwania informacji oraz jej krytycznej analizy.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Zna zaawansowane metody spajania, odlewania i przeróbki plastycznej materiałów inżynierskich i zaawansowanych.

PEK_W02 - Ma wiedzę z zakresu podstawowych parametrów bezubytkowego wytwarzania oraz możliwości mechanizacji i automatyzacji wyrobów zaawansowanymi metodami obróbki bezubytkowej.

PEK_W03 - Posiada wiedzę z zakresu możliwości zastosowań zaawansowanych metod bezubytkowego wytwarzania wyrobów.

II. Z zakresu umiejętności:

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Wyszukiwanie informacji oraz jej krytyczna analiza.

PEK_K02 - Obiektywna ocena argumentów, racjonalne tłumaczenie i uzasadnianie własnego punktu widzenia z wykorzystaniem wiedzy z zakresu spawalnictwa, odlewnictwa i przeróbki plastycznej.

PEK_K03 - Student powinien przestrzegać obyczaje i zasady obowiązujące w środowisku akademickim.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|--|---------------|
| Wy1 | Spawanie skoncentrowaną energią: plazmą, wiązką elektronów i promieniem lasera. Automatyzacja procesów spawania. | 3 |
| Wy2 | Lutowanie próżniowe i w osłonie gazów. Luty i ich właściwości. | 2 |
| Wy3 | Zaawansowane procesy zgrzewania: tarcowego, FSW, dyfuzyjnego, ultradźwiękowego, wybuchowego i zgniotowego. | 3 |
| Wy4 | Klejenie zaawansowanych materiałów klejami konstrukcyjnymi. | 1 |
| Wy5 | Metody cięcia skoncentrowaną energią. Mechanizacja i automatyzacja procesów cięcia. | 1 |
| Wy6 | Zastosowanie nowoczesnych procesów do usprawniania wytopu i obróbki metalurgicznej stopów odlewniczych. | 2 |
| Wy7 | Zaawansowane materiały i technologie stosowane w procesach przygotowania mas formierskich i rdzeniowych. | 3 |
| Wy8 | Nowoczesne, innowacyjne technologie wytwarzania form i rdzeni odlewniczych. | 3 |
| Wy9 | Zastosowanie metod "Rapid prototyping" w procesach odlewniczych. | 2 |

| | | |
|------|--|----------|
| Wy10 | Modelowanie fizyczne procesów kształtowania plastycznego. | 2 |
| Wy11 | Wytwarzanie wyrobów z proszków metali. | 2 |
| Wy12 | Zastosowanie nowoczesnych materiałów konstrukcyjnych w procesach kształtowania plastycznego. | 1 |
| Wy13 | Elastyczne systemy w przeróbce plastycznej (kształtowanie precyzyjne). | 2 |
| Wy14 | Metody tłoczenia elektromagnetycznego blach. | 2 |
| Wy15 | Metody obliczeniowe w projektowaniu procesów przeróbki plastycznej. | 1 |
| | | Suma: 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. konsultacje
N3. dyskusja problemowa

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_W03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03 | kolokwium |
| P = F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Pilarczyk J. (red.): Poradnik Inżyniera Spawalnika, tom 1 i 2, WNT, Warszawa 2003, 2005.
2. Perzyk M. i inni: Odlewnictwo, WNT, Warszawa 2000.
3. Tabor A.: Odlewnictwo, Wyd. „Akapił”, Kraków 1996.
4. Granat K.: Laboratorium z odlewnictwa, skrypt PWr., Wrocław 2007.
5. Gronostajski Z.: Badania stosowane w zaawansowanych procesach kształtowania plastycznego, Oficyna Wyd. PWr, Wrocław 2007.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

1. Klimpel A.: Spawanie, zgrzewanie i cięcie metali, WNT, Warszawa 1999.
2. Lewandowski J., L.: Tworzywa na formy odlewnicze, Wyd.: „Akapił”, Kraków 1997.
3. Poradnik inżyniera – Odlewnictwo, WNT, Warszawa 1986.
4. ASM Handbook Forming and Forging, vol. 14 (wersja elektroniczna).

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Zbigniew Mirski tel.: 21-42 email: zbigniew.mirski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Zaawansowane procesy obróbki bezubytkowej**

Name in English: **Advanced processes of chipless forming**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041214**

Group of courses: **no**

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

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student has knowledge of the basic techniques of production processing chipless forming methods, ie the welding, casting and plastic forming.
2. The student has ordered knowledge about the types of metallic and non-metallic materials and advanced engineering - their construction, properties, applications and selection rules.
3. The student has an established expertise in robotics and automation.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Acquisition of basic knowledge of advanced manufacturing chipless forming techniques.
- C2. Acquiring the skills of critical analysis, from the point of view of the possibility of mechanization and automation, advanced manufacturing technology.
- C3. Learn how to search for information and its critical analysis.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - He knows the advanced methods of bonding, casting and wrought materials and advanced engineering.

PEK_W02 - He has knowledge of the basic parameters and the possibility of producing chipless forming mechanization and automation of advanced processing of chipless forming.

PEK_W03 - Has knowledge of the possible applications of advanced manufacturing chipless forming products.

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - Search for information and its critical analysis.

PEK_K02 - An objective assessment of the arguments, the rational justification of translation and his own point of view, using knowledge of welding, casting and plastic forming.

PEK_K03 - Students should follow the customs and rules of the academic community.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|---|-----------------|
| Lec1 | Welding concentrated energy: plasma, electron beam and laser beam. Automation of welding processes. | 3 |
| Lec2 | Vacuum Brazing and gas shielded. February and their properties. | 2 |
| Lec3 | Advanced welding processes: friction, FSW, diffusion, ultrasonic, explosive and hardening. | 3 |
| Lec4 | Bonding advanced materials structural adhesives. | 1 |
| Lec5 | Cutting methods focused energy. Mechanization and automation of cutting. | 1 |
| Lec6 | The use of modern processes to improve the smelting and processing of metallurgical alloys casting. | 2 |
| Lec7 | Advanced materials and technologies used in the process of preparation of molding and core. | 3 |
| Lec8 | Modern, innovative technologies of foundry molds and cores. | 3 |
| Lec9 | Application of "Rapid prototyping" in foundry. | 2 |
| Lec10 | Physical modeling of plastic forming processes. | 2 |
| Lec11 | Manufacture of metal powder. | 2 |
| Lec12 | The use of modern building materials in plastic forming processes. | 1 |
| Lec13 | Flexible systems for metal forming (shaping precision). | 2 |
| Lec14 | The methods of electromagnetic metal stamping. | 2 |
| Lec15 | Computational methods in the design of forming processes. | 1 |
| | | Total hours: 30 |

| |
|--|
| TEACHING TOOLS USED |
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. tutorials N3. problem discussion |

| | | |
|--|--|---|
| 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_W03PEK_K01; PEK_K02; PEK_K03 | test |
| P = F1 | | |

| |
|--|
| PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE |
| <u>PRIMARY LITERATURE</u> <u>SECONDARY LITERATURE</u> |

| |
|--|
| SUBJECT SUPERVISOR |
| Prof. dr hab. inż. Zbigniew Mirski tel.: 21-42 email: zbigniew.mirski@pwr.edu.pl |

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Seminarium dyplomowe**

Nazwa w języku angielskim: **Diploma seminar**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041217**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------|-----------|--------------|---------|---------------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | | | 30 |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | | | 30 |
| Forma zaliczenia | | | | | Zaliczenie na ocenę |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | | | 1 |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | | 1 |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | | | | 0.7 |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość wiedzy objętej programem studiów II stopnia.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Przygotowanie studentów do egzaminu dyplomowego.

C2. Przypomnienie i ugruntowanie zasad pisania pracy dyplomowej.

C3. Ugruntowanie umiejętności prezentowania zawartości pracy dyplomowej i dyskusji na tematy zawodowe.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi opracować zagadnienia na egzamin dyplomowy i ze zrozumieniem odpowiadać na zadawane pytania.

PEK_U02 - Dla ustalonego celu i zakresu pracy dyplomowej potrafi opracować plan jej realizacji, ustalić jej strukturę oraz samodzielnie ją napisać.

PEK_U03 - Potrafi w przejrzysty sposób przygotować prezentację i omówić postępy w realizacji pracy dyplomowej oraz swobodnie prowadzić dyskusję na tematy związane z kierunkiem studiów.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Rozumie konieczność ciągłego zdobywania wiedzy w zakresie działalności inżyniera o specjalności automatyka i robotyka oraz podnoszenia kompetencji zawodowych i społecznych.

PEK_K02 - Rozumie potrzebę krytycznej dyskusji rezultatów pracy inżynierskiej prowadzonej w zespole.

PEK_K03 - Ma świadomość odpowiedzialności za pracę własną i jej wpływ na funkcjonowanie przedsiębiorstwa.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Seminarium | | Liczba godzin |
|--------------------------|--|---------------|
| Sem1 | Omówienie trybu realizacji seminarium, rozdział pytań z zakresu egzaminu dyplomowego do opracowania, wyznaczenie kolejności prezentacji planów i postępów realizacji prac dyplomowych. | 2 |
| Sem2 | Omówienie zasad pisania prac dyplomowych i działań antyplagiatowych z dyskusją. | 2 |
| Sem3 | Prezentacje wstępnych planów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 1. | 2 |
| Sem4 | Prezentacje wstępnych planów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 2. | 2 |
| Sem5 | Prezentacje wstępnych planów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 3. | 2 |
| Sem6 | Prezentacje wstępnych planów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 4. | 2 |
| Sem7 | Omówienie przez studentów wybranych pytań na egzamin dyplomowy z grupy pytań A. | 2 |
| Sem8 | Omówienie przez studentów wybranych pytań na egzamin dyplomowy z grupy pytań B. | 2 |
| Sem9 | Omówienie przez studentów wybranych pytań na egzamin dyplomowy z grupy pytań C. | 2 |
| Sem10 | Prezentacje postępów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 1. | 2 |
| Sem11 | Prezentacje postępów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 2. | 2 |
| Sem12 | Prezentacje postępów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 3. | 2 |
| Sem13 | Prezentacje postępów realizacji prac dyplomowych z dyskusją. Część 4. | 2 |

| | | |
|-------|--|----------|
| Sem14 | Omówienie procedur formalnych związanych ze złożeniem pracy dyplomowej i zaległe prezentacje postępów realizacji prac dyplomowych. | 2 |
| Sem15 | Podsumowanie seminarium i zaliczenie. | 2 |
| | | Suma: 30 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu dyplomowego
N2. praca własna - przygotowanie do pracy dyplomowej
N3. prezentacja multimedialna z postępów realizacji pracy dyplomowej
N4. dyskusja problemowa

OCENA OSIĄGNIĘCIA PRZEDMIOTOWYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ (Seminarium)

| 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_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | ocena prezentacji odpowiedzi na pytania do egzaminu dyplomowego |
| F2 | PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | ocena prezentacji postępów realizacji pracy dyplomowej i umiejętności dyskusji |
| $P = (F1+F2)/2$ | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

1. Wiszniewski A.: Sztuka pisania. Videograf II, Katowice 2003
2. Wiszniewski A.: Sztuka mówienia. Videograf II, Katowice 2003
3. Zarządzenie Wewnętrznego Rektora nr 75/2015 z dnia 2 października 2015r. w sprawie weryfikacji prac licencjackich, inżynierskich i magisterskich przez Uczelniany System Antyplagiatowy.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

OPIEKUN PRZEDMIOTU

Prof. dr hab. inż. Wacław Skoczyński tel.: 26-39 email: waclaw.skoczynski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Seminarium dyplomowe**

Name in English: **Diploma seminar**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041217**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|---------|---------|------------|---------|----------------------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | | | | | 30 |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | | | | | 30 |
| Form of crediting | | | | | Crediting with grade |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | | | | | 1 |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | | 1 |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | | | | 0.7 |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. The student has the knowledge covered by the curriculum of the masters level studies.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Preparation of the students for the diploma examination.
- C2. Repetition and strengthening the rules for writing diploma thesis.
- C3. Strengthening the skills to present the content of diploma thesis and discuss on professional issues.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

PEK_U01 - The student can prepare answers to the diploma examination problems and intelligently answer the questions asked.

PEK_U02 - For the specified diploma thesis goal and range the student can develop a plan of carrying out the diploma thesis, determine its structure and write the thesis on her/his own.

PEK_U03 - The student can prepare a lucid presentation and discuss the progress in carrying out the diploma thesis, and easily discuss topics relating to the main field of study.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - The student understands the need for lifelong learning within the range of automation and robotics engineer activity and improving her/his professional and social competences.

PEK_K02 - The student understands the need for critical discussion of the results of engineering work done as part of team.

PEK_K03 - The student is aware of the responsibility for her/his own work and its effect on the functioning of the enterprise.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Seminar | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Sem1 | The discussion of the realization form of seminar, the assignment of diploma examination issues to which answers are to be prepared, the determination of the order in which the diploma thesis are to be presented. | 2 |
| Sem2 | The discussion the rules for writing diploma thesis and anti-plagiarism actions. | 2 |
| Sem3 | Presentation of preliminary plans for the implementation of diploma thesis and a discussion. Part 1. | 2 |
| Sem4 | Presentation of preliminary plans for the implementation of diploma thesis and a discussion. Part 2. | 2 |
| Sem5 | Presentation of preliminary plans for the implementation of diploma thesis and a discussion. Part 3. | 2 |
| Sem6 | Presentation of preliminary plans for the implementation of diploma thesis and a discussion. Part 4. | 2 |
| Sem7 | The discussion, by the students, of the diploma examination issues selected from the group A of questions. | 2 |
| Sem8 | The discussion, by the students, of the diploma examination issues selected from the group B of questions. | 2 |
| Sem9 | The discussion, by the students, of the diploma examination issues selected from the group C of questions. | 2 |
| Sem10 | Reporting on the current progress of the diploma thesis and a discussion. Part 1. | 2 |
| Sem11 | Reporting on the current progress of the diploma thesis and a discussion. Part 2. | 2 |
| Sem12 | Reporting on the current progress of the diploma thesis and a discussion. Part 3. | 2 |

| | | |
|-------|--|-----------------|
| Sem13 | Reporting on the current progress of the diploma thesis and a discussion. Part 4. | 2 |
| Sem14 | Discussion of formal procedures relating to submission of the diploma thesis and overdue presentations of progress towards diploma theses. | 2 |
| Sem15 | Summing up and crediting the seminar. | 2 |
| | | Total hours: 30 |

TEACHING TOOLS USED

N1. self study - self studies and preparation for diploma examination
N2. self study - preparation for diploma thesis
N3. multimedia presentation on the current progress of the diploma thesis
N4. problem discussion

EVALUATION OF SUBJECT LEARNING OUTCOMES ACHIEVEMENT (Seminar)

| Evaluation (F – forming (during semester), P – concluding (at semester end)) | Learning outcomes number | Way of evaluating learning outcomes achievement |
|--|--------------------------------------|---|
| F1 | PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | grading the presentation of answers to questions for the diploma examination |
| F2 | PEK_U01 - PEK_U03, PEK_K01 - PEK_K03 | grading the presentation on the current progress of the diploma thesis and the ability to discuss |
| $P = (F1+F2)/2$ | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

1. Wiszniewski A.: Sztuka pisanie. Videograf II, Katowice 2003
2. Wiszniewski A.: Sztuka mówienia. Videograf II, Katowice 2003
3. Internal Decree of the Rector No. 75/2015 of 2 October 2015. on the verification of the undergraduate, engineering and masters thesis by The University Anti-plagiarism System

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

Prof. dr hab. inż. Waław Skoczyński tel.: 26-39 email: waław.skoczynski@pwr.edu.pl

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **Programowalne systemy bezpieczeństwa funkcjonalnego**

Nazwa w języku angielskim: **Programmable systems of Functional Safety**

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041222**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|---------------------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Forma zaliczenia | Zaliczenie na ocenę | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | 1 | | | 1 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 1 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | 0.6 | | | 0.7 | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Znajomość podstaw konstrukcji i eksploatacji maszyn, oraz zagadnień przedstawianych na kursie "Statystyka inżynierska".
2. Umiejętność obsługi oprogramowania matematycznego oraz redagowania w formie pisemnej opracowań dotyczących prowadzonych analiz.
3. Brak wymagań wstępnych w zakresie kompetencji.

CELE PRZEDMIOTU

- C1. Zaznajomienie z problemami związanymi z analizą i oceną bezpieczeństwa systemów i obiektów technicznych.
C2. Zapoznanie z problemem odpowiedzialności za wdrażanie określonych rozwiązań w systemach technicznych.
C3. Nabycie umiejętności przedstawiania proponowanych analiz. Zdolność racjonalnego zarządzania eksploatacją urządzeń.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

PEK_W01 - Student rozumie związki i zależności pomiędzy procesami zachodzącymi w eksploatacji, uszkodzalnością obiektów, a bezpieczeństwem funkcjonowania systemów technicznych.

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Student potrafi przeprowadzić analizę bezpieczeństwa dla systemu technicznego.

PEK_U02 - W wyniku zajęć student potrafi analizować wpływ cech funkcjonalnych systemów technicznych na ich bezpieczeństwo oraz proponować zmiany organizacyjno-techniczne pozwalające na zwiększenie bezpieczeństwa.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - W ramach zajęć student zyskuje kompetencje w zakresie skutków wdrażania określonych rozwiązań technicznych.

TREŚCI PROGRAMOWE

| Forma zajęć – Wykład | | Liczba godzin |
|----------------------|---|---------------|
| Wy1 | Podstawowe pojęcia (niezawodność, bezpieczeństwo, koncepcja ryzyka, odporność, podatność, zagrożenie). Analiza budowy systemu i procesów w nim zachodzących. | 2 |
| Wy2 | Źródła informacji o niezawodności i bezpieczeństwie maszyn. Metodyka badań statystycznych. Wytyczne opracowania programu badań niezawodności. Wykorzystanie wyników badań niezawodności w zarządzaniu eksploatacją i bezpieczeństwem. | 2 |
| Wy3 | Teoria niezawodności w ocenie bezpieczeństwa. Metody analityczne w niezawodności: RBD (Reliability Block Diagram). Obiekty złożone. Metody analityczne: FTA (Fault Tree Analysis), ETA (Event Tree Analysis). | 2 |
| Wy4 | Uwarunkowania normatywne i prawne w ocenie bezpieczeństwa. | 2 |
| Wy5 | Analiza systemów wielostanowych, procesy Markowa. Zagrożenia w procesie eksploatacji systemu technicznego. Analiza PHA (Preliminary Hazard Analysis). | 2 |
| Wy6 | Metody analityczne: FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis). | 2 |
| Wy7 | Diagnostyka obiektu technicznego. Działania zabezpieczające - zastosowanie barier (kultura bezpieczeństwa, wdrożenie procedur, stosowanie urządzeń). Poziomy nienaruszalności bezpieczeństwa. | 2 |

| | | |
|-----------------------|--|---------------|
| Wy8 | Kolokwium | 1 |
| | | Suma: 15 |
| Forma zajęć – Projekt | | Liczba godzin |
| Proj1 | Wprowadzenie do zagadnienia. Wybór systemu do analizy. | 2 |
| Proj2 | Dekompozycja systemu. Identyfikacja elementów systemu, zachodzących procesów i czynnika ludzkiego. | 2 |
| Proj3 | Analiza niezawodności wybranego systemu. | 2 |
| Proj4 | Analiza drzewa zdarzeń (ETA) i drzewa niezdatności (FTA) | 2 |
| Proj5 | Wstępna analiza zagrożeń PHA. | 2 |
| Proj6 | Analiza FMEA i FMECA. | 2 |
| Proj7 | Wprowadzenie zabiegów zwiększających niezawodność i bezpieczeństwo systemu. Ocena odporności i podatności systemu. | 2 |
| Proj8 | Podsumowanie projektu. Dyskusja. | 1 |
| | | Suma: 15 |

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1. wykład tradycyjny z wykorzystaniem transparencji i slajdów
N2. praca własna - przygotowanie do projektu
N3. case study
N4. dyskusja problemowa
N5. przygotowanie sprawozdania

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 | Kolokwium zaliczeniowe |
| $P = 100\% \cdot F1$ | | |

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_K01 | Wykonanie zadania projektowego |
| P = 100%*F1 | | |

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] Bertsche B., Lechner G.: Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau. Springer 2004.
- [2] Lisnianski A., Frenkel I., Ding Y.: Multi-state System Reliability Analysis and Optimization for Engineers and Industrial Managers. Springer 2010.
- [3] Pham H.: Safety and Risk Modeling and Its Applications. Springer 2011.
- [4] Szopa T.: Niezawodność i bezpieczeństwo. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2009.

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [5] Poradnik niezawodności. Podstawy matematyczne. Red. Migdalski J. Wydawnictwo WEMA, Warszawa 1982.
- [6] Inżynieria niezawodności. Poradnik. Red. Migdalski J. Akademia Techniczno- Rolnicza, Ośrodek Badania
- [7] Jakości Wyrobów „ZETOM”. Bydgoszcz, Warszawa 1992.
- [8] The Reliability of Mechanical Systems. Red. Davidson J. Mechanical Engineering Publications Limited
- [9] The Institution of Mechanical Engineers. London 1994.

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Franciszek Restel tel.: +4871320-20-04 email: franciszek.restel@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **Programowalne systemy bezpieczeństwa funkcjonalnego**

Name in English: **Programmable systems of Functional Safety**

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041222**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|----------------------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | 15 | | | 15 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | 30 | | | 30 | |
| Form of crediting | Crediting with grade | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | 1 | | | 1 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 1 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | 0.6 | | | 0.7 | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

1. Basic knowledge on the design and operation of machines, and issues presented on the course "Statistics for engineers".
2. The ability to use mathematical software and editing of written publications concerning the analyzes.
3. Lack of prerequisites in terms of competence.

SUBJECT OBJECTIVES

- C1. Familiarization with problems of analysis and evaluation of safety of systems and technical facilities.
- C2. Familiarization with the problem of the responsibility for implementing specific solutions in technical systems.
- C3. Acquiring the ability to present the proposed analysis. Getting the ability of rational leading of equipment operation.

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

PEK_W01 - The student understands the relationships and dependencies between processes in operation, failures and operation safety of technical systems.

II. Relating to skills:

PEK_U01 - The student is able to perform safety analysis for the technical system.

PEK_U02 - As a result of the course the student is able to analyze the impact of functional features of technical systems on their safety, and propose organizational and technical changes that improve it.

III. Relating to social competences:

PEK_K01 - As part of the course, the student gains competence on the impact of the implementation of specific technical solutions.

PROGRAM CONTENT

| Form of classes – Lecture | | Number of hours |
|---------------------------|--|-----------------|
| Lec1 | Basic concepts (reliability, safety, the concept of risk, resilience, vulnerability, hazards). Analysis of the construction of the system and the processes occurring in it. | 2 |
| Lec2 | Sources of information about reliability and safety of the machines. Methodology of statistical studies. Guidelines for the development of research program in terms of reliability. Use of the test results for management of reliability operation and safety. | 2 |
| Lec3 | The theory of reliability in the safety assessment. Analytical methods in reliability: RBD (Reliability Block Diagram). Complex objects. Analytical methods: FTA (Fault Tree Analysis), ETA (Event Tree Analysis). | 2 |
| Lec4 | Normative and legal conditions in safety assessment. | 2 |
| Lec5 | Multi-state system analysis, Markov processes. Risks in the operation of the technical system. PHA (Preliminary Hazard Analysis). | 2 |
| Lec6 | Analytical methods: FMEA (Failure Mode and Effects Analysis), FMECA (Failure Mode, Effects and Criticality Analysis). | 2 |
| Lec7 | Diagnostics of a technical objects. Security actions - the use of barriers (safety culture, implementation procedures, use of equipment). Safety integrity levels. | 2 |
| Lec8 | Test | 1 |
| | | Total hours: 15 |
| Form of classes – Project | | Number of hours |
| Proj1 | Introduction to the issue. Selection of the system for analysis. | 2 |
| Proj2 | Decomposition of the system. Identification of system elements, processes and human factors. | 2 |
| Proj3 | Reliability analysis of the system. | 2 |

| | | |
|-------|---|-----------------|
| Proj4 | Fault Tree Analysis, Event Tree Analysis. | 2 |
| Proj5 | Preliminary Hazard Analysis. | 2 |
| Proj6 | Failure Mode and Effects Analysis, Failure Mode, Effects and Criticality Analysis | 2 |
| Proj7 | Introduction of procedures to enhance the reliability and safety of the system. Resilience and vulnerability rating of the system. | 2 |
| Proj8 | Project summary. Discussion. | 1 |
| | | Total hours: 15 |

| TEACHING TOOLS USED | | |
|---|--|--|
| N1. traditional lecture with the use of transparencies and slides N2. self study - preparation for project class N3. case study N4. problem discussion N5. report preparation | | |

| 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 | Final test |
| $P = 100\% \cdot F1$ | | |

| 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_K01 | Completion of project task |
| $P = 100\% \cdot F1$ | | |

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

- [1] Bertsche B., Lechner G.: Zuverlässigkeit im Fahrzeug- und Maschinenbau. Springer 2004.
- [2] Lisnianski A., Frenkel I., Ding Y.: Multi-state System Reliability Analysis and Optimization for Engineers and Industrial Managers. Springer 2010.
- [3] Pham H.: Safety and Risk Modeling and Its Applications. Springer 2011.
- [4] Szopa T.: Niezawodność i bezpieczeństwo. Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej 2009.

SECONDARY LITERATURE

- [5] Poradnik niezawodności. Podstawy matematyczne. Red. Migdalski J. Wydawnictwo WEMA, Warszawa 1982.
- [6] Inżynieria niezawodności. Poradnik. Red. Migdalski J. Akademia Techniczno- Rolnicza, Ośrodek Badania
- [7] Jakości Wyrobów „ZETOM”. Bydgoszcz, Warszawa 1992.
- [8] The Reliability of Mechanical Systems. Red. Davidson J. Mechanical Engineering Publications Limited
- [9] The Institution of Mechanical Engineers. London 1994.

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Franciszek Restel tel.: +4871320-20-04 email: franciszek.restel@pwr.edu.pl

Wydział Mechaniczny PWR

KARTA PRZEDMIOTU

Nazwa w języku polskim: **PRACA DYPLOMOWA I, II**

Nazwa w języku angielskim:

Kierunek studiów (jeśli dotyczy): **Robotyka i Automatyzacja Procesów**

Specjalność (jeśli dotyczy): **Systemy Produkcyjne**

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

Rodzaj przedmiotu: **obowiązkowy**

Kod przedmiotu: **RAM041251, RAM041252.**

Grupa kursów: **nie**

| | Wykład | Ćwiczenia | Laboratorium | Projekt | Seminarium |
|---|--------|-----------|--------------|---------------------|------------|
| Liczba godzin zajęć zorganizowanych w Uczelni (ZZU) | | | | 2 | |
| Liczba godzin całkowitego nakładu pracy studenta (CNPS) | | | | 600 | |
| Forma zaliczenia | | | | Zaliczenie na ocenę | |
| Grupa kursów | | | | | |
| Liczba punktów ECTS | | | | 20 | |
| w tym liczba punktów odpowiadająca zajęciom o charakterze praktycznym (P) | | | | 20 | |
| w tym liczba punktów ECTS odpowiadająca zajęciom wymagającym bezpośredniego kontaktu (BK) | | | | | |

WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I KOMPETENCJI SPOŁECZNYCH

1. Ma poszerzoną i pogłębianą wiedzę w zakresie:

- niektórych działów matematyki i sterowania, obejmującą elementy matematyki dyskretnej i stosowanej oraz metody optymalizacji,
- dynamicznych układów dyskretnych, równań dynamiki, równań Lagrange'a oraz form drgań i ich parametrach,
- budowy, działania, metod analizy i projektowania mechatronicznych zespołów maszyn, urządzeń i pojazdów,
- technik projektowania mechatronicznych układów napędowych maszyn lub wymagań związanych z projektowaniem procesów montażowych lub projektowania procesów wytwarzania z wykorzystaniem systemów wspomagania komputerowego.

2. Potrafi:

- dokonywać doświadczalnej identyfikacji złożonych elementów i układów automatyki;
- przeprowadzać badania symulacyjne zachowania się zespołów i układów automatyki z wykorzystaniem systemów komputerowych;
- przeprowadzić badania doświadczalne na rzeczywistym układzie;
- zastosować metody analityczne i komputerowe stosowane w rozpatrywaniu dynamiki układów mechanicznych w oparciu o teorię układów dyskretnych;
- pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim lub niemieckim;
- przeprowadzić analizę funkcji, wybrać koncepcję mechanizmu napędowego, ustalić jego strukturę kinematyczną i obciążenia, zestawić pozostałe składniki oraz wykonać obliczenia i sporządzić dokumentację projektu lub zaprojektować gniazdo montażowe zapewniające uzyskanie założonych wymagań techniczno-ekonomicznych, lub zaprojektować zautomatyzowane procesy wytwarzania.

3. Ma świadomość:

- ważności pozatechnicznych aspektów i skutków działalności inżyniera-mechanika i automatyka, w tym także jej wpływu na środowisko oraz związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje;
- ważności zachowania w sposób profesjonalny, przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania różnorodności poglądów i kultur;
- odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowości podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania;
- roli społecznej absolwenta uczelni technicznej.

CELE PRZEDMIOTU

C1. Poszerzenie wiedzy o zasadach realizacji złożonych zadań i przedsięwzięć inżynierskich z zakresu automatyki i robotyki, a także ich opisu, dokumentowania oraz prezentacji.

C2. Poszerzenie umiejętności pozyskiwania informacji z różnych źródeł oraz przygotowania i przedstawiania prezentacji ustnej i multimedialnej, dotyczącej zagadnień rozwiązywanych w ramach pracy dyplomowej.

C3. Nabycie umiejętności określania priorytetów służących realizacji określonego zadania, podniesienie świadomości odpowiedzialności za pracę własną oraz potrzeby uczenia się przez całe życie.

PRZEDMIOTOWE EFEKTY UCZENIA SIĘ

I. Z zakresu wiedzy:

II. Z zakresu umiejętności:

PEK_U01 - Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne
PEK_U02 - Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim lub niemieckim; potrafi również integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny.

PEK_U03 - Potrafi przygotować i przedstawić prezentację ustną i multimedialną, dotyczącą zagadnień rozwiązywanych w ramach pracy dyplomowej. Potrafi napisać krótki tekst na znany temat.

III. Z zakresu kompetencji społecznych:

PEK_K01 - Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego zadania.

PEK_K02 - Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie, a także zna możliwości ciągłego dokształcania się i podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.

TREŚCI PROGRAMOWE

STOSOWANE NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

- N1. case study
- N2. praca własna - przygotowanie do projektu
- N3. praca własna – samodzielne studia i przygotowanie do egzaminu
- N4. konsultacje

LITERATURA PODSTAWOWA I UZUPEŁNIAJĄCA

LITERATURA PODSTAWOWA

Remigiusz Kozłowski, Praktyczny sposób pisanie prac dyplomowych, Wolters Kluwer Polska sp. z o.o. , Luty 2009
Cezary Kalita, Zasady pisanie licencjackich i magisterskich prac badawczych. Poradnik dla studentów, Wydawnictwo ARTE , 2011

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

Przewodnik metodyczny pisanie pracy dyplomowej, Wyd. Difin

OPIEKUN PRZEDMIOTU

dr inż. Stanisław Iżykowski tel.: 20-64 email: stanislaw.izykowski@pwr.edu.pl

SUBJECT CARD

Name in Polish: **PRACA DYPLOMOWA I, II**

Name in English:

Main field of study (if applicable): **Robotics and Process Automation**

Specialization (if applicable): **Manufacturing Systems**

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

Kind of subject: **obligatory**

Subject code: **RAM041251, RAM041252.**

Group of courses: **no**

| | Lecture | Classes | Laboratory | Project | Seminar |
|---|---------|---------|------------|----------------------|---------|
| Number of hours of organized classes in University (ZZU) | | | | 2 | |
| Number of hours of total student workload (CNPS) | | | | 600 | |
| Form of crediting | | | | Crediting with grade | |
| Group of courses | | | | | |
| Number of ECTS points | | | | 20 | |
| including number of ECTS points for practical (P) classes | | | | 20 | |
| including number of ECTS points for direct teacher-student contact (BK) classes | | | | | |

PREREQUISITES RELATING TO KNOWLEDGE, SKILLS AND OTHER COMPETENCES

SUBJECT OBJECTIVES

SUBJECT LEARNING OUTCOMES

I. Relating to knowledge:

II. Relating to skills:

III. Relating to social competences:

PROGRAM CONTENT

TEACHING TOOLS USED

N1. case study
N2. self study - preparation for project class
N3. self study - self studies and preparation for examination
N4. tutorials

PRIMARY AND SECONDARY LITERATURE

PRIMARY LITERATURE

SECONDARY LITERATURE

SUBJECT SUPERVISOR

dr inż. Stanisław Iżykowski tel.: 20-64 email: stanislaw.izykowski@pwr.edu.pl