

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2025/2026

Wydział Mechaniczny

Kierunek studiów: Automatyka i Robotyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: A

Stopień studiów: I

Specjalności: Technologie informacyjne w systemach produkcyjnych, Automatyzacja systemów wytwarzania, Automatyka systemów konwersji energii, Sterowanie i monitoring maszyn i urządzeń

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Podstawy eksploatacji i niezawodności robotów
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Fundamentals of robot maintenance and reliability
KOD PRZEDMIOTU	WM AIR oIS B35 25/26
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty podstawowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	4.00
SEMESTRY	7

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	PROJEKT	SEMINARIUM
7	14	0	14	0	14	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Zapoznanie z pojęciami eksploatacji, niezawodności i trwałość obiektów technicznych.

Cel 2 Nabycie umiejętności przygotowania danych eksploatacyjnych i wyznaczania podstawowych charakterystyk niezawodnościowych.

Cel 3 Nabycie umiejętności identyfikowania i budowania struktur niezawodnościowych układów występujących w konstrukcji robotów.

Cel 4 Nabycie umiejętności obliczania wskaźników niezawodności maszyn, urządzeń technicznych i robotów.

Cel 5 Nabycie umiejętności pracy w zespole i odpowiedzialności za prace i projekty inżynierskie.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Zaliczona matematyka.

2 Podstawowa wiedza z mechaniki i wytrzymałości materiałów.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student definiuje pojęcia z eksploatacji, niezawodności oraz trwałości maszyn, urządzeń i robotów.

EK2 Wiedza Student opisuje podstawowe charakterystyki eksploatacyjne w tym niezawodnościowe maszyn, urządzeń i robotów.

EK3 Umiejętności Student określa rodzaje struktur niezawodnościowych i wykorzystuje ich właściwości w budowie i eksploatacji obiektów technicznych.

EK4 Umiejętności Student oblicza wskaźniki eksploatacyjne obiektów technicznych opisanych za pomocą struktur niezawodnościowych.

EK5 Kompetencje społeczne Student współpracuje w zespole i rozumie konieczność rozwoju technologicznego oraz poprawy bezpieczeństwa eksploatacji obiektów technicznych.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L1	Badania laboratoryjne i stanowiskowe właściwości użytkowych metod zmniejszania zużycia elementów maszyn.	3
L2	Badania laboratoryjne i stanowiskowe właściwości materiałów eksploatacyjnych stosowanych do obsługi maszyn.	3
L3	Analiza i Identyfikacja rodzajów zużycia występujących w elementach robotów przemysłowych. Diagnostyka i badania przyczyn zużycia wybranych elementów obiektów technicznych.	2
L4	Testowanie specjalistycznych programów komputerowych do analizy niezawodności obiektów technicznych. Wyznaczanie i interpretacja podstawowych miar eksploatacyjnych i niezawodnościowych.	1
L5	Estymacja podstawowych charakterystyk niezawodnościowych. Wyznaczanie modeli niezawodnościowych i wyznaczenie parametrów rozkładów. Wyznaczanie wskaźników niezawodności i zależności między nimi oraz charakterystyka właściwości obiektów.	2

LABORATORIUM		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
L6	Testowanie metod do symulacji czasów poprawnej pracy elementów systemów technicznych, maszyn, układów sterowania i nadzoru. Obliczenia i graficzna prezentacja empirycznych charakterystyk eksploatacyjnych.	1
L7	Badania i analiza kosztów cyklu istnienia obiektu. Wyznaczenie ekonomicznie uzasadnionego czasu eksploatacji. Koszty zakupu i obsługi, ocena rentowności.	1
L8	Analiza kosztów utrzymania maszyn w warunkach szybkiego postępu technicznego i nowego ujęcia eksploatacji środków technicznych.	1

PROJEKT		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
P1	Pakiet programowy do modelowania i analizy strukturalnej niezawodności cechy, możliwości i sposoby obsługi używanych programów. Metody i narzędzia do gromadzenia danych eksploatacyjnych i symulacyjnych.	2
P2	Kwalifikacja wybranego obiektu i identyfikacja jego układów, wyznaczenie charakterystycznych cech. Dekompozycja obiektu na układy i klasyfikacja elementów składowych.	1
P3	Identyfikacja i ocena środowiska pracy, czynników wymuszających, zagrożeń i identyfikacja procesów zużycia występujących w pracy robota.	1
P4	Identyfikacja struktury funkcjonalnej i niezawodnościowej, obliczenia analityczne i prezentacja graficzna.	2
P5	Przetworzenie danych empirycznych i symulacja czasów poprawnej pracy. Estymacja i weryfikacja rozkładu prawdopodobieństwa najlepiej opisującego czas poprawnej pracy układów i elementów konstrukcji robota produkcyjnego.	2
P6	Opracowanie drzewa uszkodzeń i analiza ryzyka poprawnej pracy dla wybranego układu. Wyznaczenie najsłabszego ogniwa konstrukcji.	2
P7	Ocena zagrożenia w pracy układów robota i wyznaczenie granicznych wartości wskaźników niezawodności dla akceptowalnego ryzyka. Wyznaczenie wskaźników efektywności eksploatacji. Opracowanie specyfikacji i harmonogramu usług technicznych układów robota zapewniających bezpieczeństwo pracy i ekonomikę eksploatacji. Opracowanie raportu końcowego.	4

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Podstawowe definicje, klasyfikacje i kierunki rozwoju eksploatacji. Obiekt techniczny, cechy charakterystyczne, klasy obiektów, stan obiektu (stan techniczny, stan eksploatacyjny, stan strukturalny, stan pracy), Cykl i fazy istnienia obiektu technicznego. Eksploatacja w ujęciu systemowym, podsystemy utrzymania, użytkowania i obsługiwanie.	2
W2	Zużycie, klasyfikacja zużycia, wiodące procesy zużycia elementów robotów i manipulatorów, modele analityczne i graficzne zużycia. Uszkodzenia elementów i układów automatycznych zespołów produkcyjnych. Metody i materiały zapobiegania zużyciu i uszkodzeniom.	2
W3	Teoria niezawodności, pojęcia podstawowe, funkcyjne charakterystyki niezawodnościowe, empiryczne charakterystyki niezawodności. Zależności między charakterystykami niezawodności. Modele i wskaźniki niezawodności. Modele matematyczne systemów nieodnawialnych i odnawialnych. Niezawodność, trwałość i gotowość układów wykonawczych i sterowania.	2
W4	Zużycie i uszkodzenia układów elektrycznych, elektronicznych i programowalnych w ujęciu niezawodności robotów i manipulatorów. Metody redukcji ryzyka uszkodzenia układów EEP i procedury SIL.	2
W5	Podstawy strukturalnej teorii niezawodności, struktury funkcjonalne i niezawodnościowe układów sterowania. Rodzaje i metody analizy struktur niezawodnościowych obiektów technicznych. Metody strukturalne zapewnienia bezpieczeństwa pracy robotów i manipulatorów.	2
W6	Modelowanie i zarządzanie systemem eksploatacji. Procesy wiodące w sterowaniu eksploatacją. Zawansowane metody diagnostyki pośredniej i bezpośredniej. Prognoza i relacje niezawodności z bezpieczeństwem pracy układów technicznych. Wskaźniki niezawodności w zarządzaniu eksploatacją. Strategie odnowy technicznych środków produkcji. Wskaźniki efektywności eksploatacji. Analiza i optymalizacja kosztów zabezpieczenia niezawodności.	2
W7	Zarządzanie i planowanie eksploatacji w warunkach postępu technicznego. Metody oraz plany badań i optymalizacja niezawodności w procesach produkcyjnych. Metody i programy komputerowe do analizy i prognozowania niezawodności systemów technicznych. Bezpieczeństwo eksploatacji maszyn, badania, analiza i ocena ryzyka.	2

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Ćwiczenia laboratoryjne

N3 Ćwiczenia projektowe

N4 Konsultacje

8 OBCIĄŻENIE PRACĄ STUDENTA

FORMA AKTYWNOŚCI	ŚREDNIA LICZBA GODZIN NA ZREALIZOWANIE AKTYWNOŚCI
Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim, w tym:	
Godziny wynikające z planu studiów	42
Konsultacje przedmiotowe	15
Egzaminy i zaliczenia w sesji	4
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	20
Opracowanie wyników	12
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	7
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	100
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	4.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Sprawozdanie z ćwiczenia laboratoryjnego

F2 Projekt indywidualny

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Konieczność uzyskania pozytywnej oceny z każdego efektu kształcenia

OCENA AKTYWNOŚCI BEZ UDZIAŁU NAUCZYCIELA

B1 Test

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	Student wykazuje 30% wiedzy na ocenę 5,0

NA OCENĘ 3.5	Student wykazuje 40% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.0	Student wykazuje 60% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.5	Student wykazuje 80% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 5.0	Student definiuje pojęcie eksploatacji i wymienia cechy eksploatacyjne obiektów technicznych, rozróżnia pojęcia niezawodności i trwałości oraz identyfikuje je z cechami maszyn, urządzeń i układów technicznych. Student wymienia podstawowe metody oceny oraz omawia sposoby pomiaru właściwości niezawodnościowych maszyn i układów robotów. Student wymienia i charakteryzuje cechy probabilistycznych modeli niezawodnościowych stosowanych w ocenie niezawodności maszyn i układów technicznych. Student przyporządkowuje modele niezawodności do rodzaju czynników wymuszających oddziałujących na analizowany element lub układ techniczny
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	Student wykazuje 30% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 3.5	Student wykazuje 40% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.0	Student wykazuje 60% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.5	Student wykazuje 80% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 5.0	Student zna wybrane podstawowe charakterystyki niezawodności, rozróżnia charakterystyki empiryczne i wymienia podstawowe wskaźniki niezawodności systemów technicznych. Student wyznacza empiryczne charakterystyki niezawodności, wyznacza modele i oblicz parametry rozkładu niezawodności obiektów technicznych. Student identyfikuje model niezawodnościowy i parametry rozkładu prawdopodobieństwa z czynnikami wymuszającymi oraz konstrukcją i rodzajem pracy obiektu.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	Student wykazuje 30% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 3.5	Student wykazuje 40% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.0	Student wykazuje 60% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.5	Student wykazuje 80% wiedzy na ocenę 5,0

NA OCENĘ 5.0	Student wymienia i rozpoznaje struktury niezawodnościowe oraz przyporządkowuje właściwości maszyn i układów technicznych adekwatnie do struktury niezawodnościowej. Student poprawnie identyfikuje, wyznacza graficznie i zapisuje analitycznie struktury dla obiektów zbudowanych z podstawowych struktur niezawodnościowych oraz przedstawia graficznie i analitycznie strukturę niezawodnościową wybranego obiektu technicznego. Student poprawnie identyfikuje występujące w konstrukcji robotów struktury niezawodnościowe i przedstawia je w postaci graficznej oraz analitycznej.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	
NA OCENĘ 2.0	Student nie spełnia wymagań na ocenę 3,0
NA OCENĘ 3.0	Student wykazuje 30% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 3.5	Student wykazuje 40% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.0	Student wykazuje 60% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.5	Student wykazuje 80% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 5.0	Student wyznacza niezawodność prostych systemów technicznych opisanych za pomocą struktur niezawodnościowych szeregowych i równoległych. Student oblicza wartości wskaźników niezawodności dla obiektów technicznych zbudowanych ze struktur podstawowych. Student wyznacza schematy blokowe i wykonuje zapis analityczny oraz prowadzi efektywne obliczenia niezawodności obiektów technicznych o podstawowych i mieszanych strukturach niezawodnościowych. Student oblicza wartości wskaźników niezawodności obiektów technicznych zbudowanych ze struktur złożonych. Student poprawnie identyfikuje występujące w niezawodności struktury niezawodnościowe i przedstawia je w postaci analitycznej oraz efektywnie prowadzi obliczenia dla obiektów, w których występują różne struktury niezawodnościowe.
EFEKT KSZTAŁCENIA 5	
NA OCENĘ 2.0	Nie spełnia wymagań na ocenę 3.0.
NA OCENĘ 3.0	Student wykazuje 30% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 3.5	Student wykazuje 40% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.0	Student wykazuje 60% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 4.5	Student wykazuje 80% wiedzy na ocenę 5,0
NA OCENĘ 5.0	Student wykonuje fragment przydzielonego zadania w ramach grupy, nie konsultuje i nie weryfikuje z grupą swojego stanowiska. Student samodzielnie wyciąga wnioski z przydzielonego zadania i prezentuje członkom zespołu. Student wykorzystuje wskaźniki niezawodności do oszacowania ryzyka w eksploatacji maszyn i urządzeń technicznych. Student świadomie stosuje metody poprawy niezawodności do zapewnienia bezpieczeństwa fizycznego, ekonomicznego i ekologicznego ludzi, zwierząt oraz obiektów technicznych. Student ocenia wartości wskaźników niezawodności i prognozuje ich zmiany oraz wpływ na zachowanie bezpieczeństwa funkcjonowania systemów technicznych.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	AiR-1-W01 AiR-1-W02 AiR-1-W03 AiR-1-W07 AiR-1-U2	Cel 1 Cel 2 Cel 4	P1 P2 W1 W2	N1 N2	F1 F2
EK2	AiR-1-W01 AiR-1-W02 AiR-1-W03 AiR-1-S5	Cel 2 Cel 3 Cel 4	P2 P3 P4 W1 W2 W3	N1 N2 N3	F1 F2
EK3	AiR-1-W02 AiR-1-W03 AiR-1-W07 AiR-1-S5	Cel 2 Cel 3 Cel 4 Cel 5	P3 P4 W3 W4 W5	N1 N2 N3	F1 P1
EK4	AiR-1-W01 AiR-1-W11 AiR-1-S1 AiR-1-S4	Cel 1 Cel 2 Cel 3 Cel 4	P2 P4 P5 W3 W4 W5 W6	N1 N2 N3	F1 F2 P1
EK5	AiR-1-W07 AiR-1-U2 AiR-1-U6 AiR-1-U7 AiR-1-S1 AiR-1-S5	Cel 1 Cel 5	L4 L8 P1 P3 P7 W4 W6 W7	N1 N2 N3 N4	F1 F2 P1

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **Słowiński B.** — *Inżynieria eksploatacji maszyn*, Koszalin, 2014, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej
- [2] | **Migdalski J.** — *Inżynieria niezawodności. Poradnik*, Warszawa, 1992, Wydawnictwo ZETOM
- [3] | **Kołowrocki K., Dąbrowska E.** — *Podstawy oceny niezawodności i bezpieczeństwa systemów technicznych*, Gdynia, 2020, Wydawnictwo Uniwersytet Morski w Gdyni

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **Szopa T.** — *Niezawodność i bezpieczeństwo*, Warszawa, 2009, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [2] | **Wallace R. B., Prabhakar Murthy D. N.** — *Reliability: Modeling, Prediction and Optimization*, Canada, 2000, Wiley
- [3] | **Słowinski B.** — *Podstawy badań i oceny niezawodności obiektów technicznych*, Koszalin, 1996, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Koszalińskiej
- [4] | **Bucior J** — *Podstawy teorii i inżynierii niezawodności*, Rzeszów, 2004, Wydawnicza PRz
- [5] | **Oprędkiewicz J.** — *Podstawy niezawodności obrabiarek i systemów produkcyjnych*, Warszawa, 1989, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa

LITERATURA DODATKOWA

- [1] | **Smith D. J.** — *Reliability, Maintainability and Risk. Practical methods for engineers. Seventh Edition*, USA, 2005, Elsevier Butterworth-Heinemann, Oxford

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH**OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ**

dr hab. inż., prof. PK Stanisław, Jan Młynarski (kontakt: stanislaw.mlynarski@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

1 dr hab inż. Stanisław Młynarski (kontakt: mlynarski_st@poczta.onet.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....