**Nazwa przedmiotu:**

Eksploatacja urządzeń mechatronicznych

**Koordynator przedmiotu:**

dr hab. inż. A. Woźniak, prof. nzw. PW

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Mechatronika

**Grupa przedmiotów:**

Obowiązkowe

**Kod przedmiotu:**

EUM

**Semestr nominalny:**

7 / rok ak. 2021/2022

**Liczba punktów ECTS:**

3

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

Obliczanie punktów ECTS: wykład 30, projekt w laboratorium 15,
przygotowanie do zajęć projektowych 10, zapoznanie z
literaturą 5, przygotowanie raportu projektu 10, przygotowanie do egzaminu i obecność na egzaminie 10
RAZEM 80 godz. = 3 ECTS

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

Obliczanie punktów ECTS: wykład 30, projekt w laboratorium 15, egzamin 4
RAZEM 49 godz. = 2 ECTS

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

Obliczanie punktów ECTS: obecność w laboratorium 15,
przygotowanie do zajęć projektowych 10, przygotowanie raportu projektu 10,
RAZEM 35 godz. = 1 ECTS

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład: | 30h |
| Ćwiczenia: | 0h |
| Laboratorium: | 0h |
| Projekt: | 15h |
| Lekcje komputerowe: | 0h |

**Wymagania wstępne:**

Wymagana jest znajomość podstaw z: matematyki, fizyki, statystyki, mechaniki, konstrukcji zespołów i urządzeń mechatroniki, podstaw technik wytwarzania oraz metrologii ogólnej i technicznej.

**Limit liczby studentów:**

30

**Cel przedmiotu:**

Opanowanie podstaw niezawodności i eksploatacji systemów mechatronicznych. W szczególności znajomość zagadnień związanych z badaniami niezawodności urządzeń stosowanych w przemyśle maszynowym, precyzyjnym, motoryzacyjnym, lotniczym, aparaturowym i sprzętu gospodarstwa domowego w cyklu ich istnienia. Umiejętność obliczania parametrów niezawodności urządzeń, w tym z wykorzystaniem szeroko stosowanych w przemyśle programów komputerowych wspomagających takie obliczenia

**Treści kształcenia:**

Wykład:
Wprowadzenie do eksploatacji. Okres istnienia urządzenia mechatronicznego. Nauki eksploatacyjne. Miejsce eksploatacji w gospodarce. Definicje. System eksploatacji. Modele procesu eksploatacji i badań elementów i systemów mikro – mechatroniki. Problemy zapewnienia niezawodności w procesach eksploatacji systemów mechatronicznych z uwzględnieniem profilaktyki i diagnostyki. Strategie eksploatacji. Geneza niezawodności. Definicja niezawodności. Niezawodnościowe cechy jakości urządzeń: niezawodność, gotowość, nieuszkadzalność, obsługiwalność, uszkodzenie, naprawialność, tolerowanie uszkodzeń, trwałość, itp. Badania niezawodności urządzeń w cyklu jego istnienia. Główne grupy oceny niezawodności na podstawie informacji eksploatacyjnej. Czynniki wpływające na niezawodność. Składowe informacji w badaniach niezawodności – bazy danych.
Modele matematyczne niezawodności, charakterystyki funkcyjne i liczbowe. Niezawodność a prawdopodobieństwo. Charakterystyki funkcyjne i liczbowe stosowane w niezawodności urządzeń: funkcja niezawodności, funkcja zawodności, funkcja intensywności uszkodzeń, funkcja wiodąca, oczekiwany czas zdatności, wariancja czasu zdatności, średnia intensywność uszkodzeń, resurs gamma-procentowy. Rozkłady czasów poprawnej pracy: wykładniczy, Weibulla, Reyleigha, normalny, potęgowy i inne. Przykłady obliczeń niezawodności urządzeń.
Badania eksploatacyjne, bazy danych. Prowadzenie badań niezawodnościowych. Kryteria zakończenia badania. Metody analizy wyników badań. Struktura bazy danych niezawodnościowych. Systemy: eSIGI++, AutoStacja, SAP, PS Soft 2.00, inne.
Badania przyspieszone. Schemat przyspieszonego badania niezawodnościowego. Testy jakościowe. Testy ilościowe. Modele obciążeń: Arrheniusa, Eyringa, Inverse Power Law i inne. Programy wspierające badania przyspieszone na przykładzie systemu ALTA ReliaSoft. Przykłady badań przyspieszonych.
Złożone obiekty techniczne –niezawodność systemów. Komputerowe wspomaganie obliczeń niezawodności. Model matematyczny złożonego urządzenia –system. Struktura systemu. Reprezentacja struktury systemu: tablica, schemat blokowy, funkcja logiczna, postać analityczna. Niezawodność strukturalna połączeń: szeregowych, równoległych, równoległo-szeregowych. Cechy systemów. Rezerwowanie: obciążone, nieobciążone, ulgowe. Przegląd i analiza programów komputerowych stosowanych do wspomagania obliczeń parametrów niezawodności urządzeń: AvSim+, BlockSim, Computer Aided Reliability Engineering (CARE) VRBD, Measures of Dependability (MEADEP), Rapid Availability Prototyping for Testing Operational Readiness (RAPTOR), Relex RBD, TIGER. Komputerowa analiza wyników badań z zastosowaniem programów Statgrafics i Weibull 7++. Przykładowe obliczania parametrów niezawodności urządzeń o złożonej pseudostrukturze niezawodnościowej: szeregowej, równoległej i mieszanej, przy użyciu programu RAPTOR.
Uszkodzenia. Definicje. Klasyfikacje uszkodzeń. Podstawy fizyczne uszkodzeń elementów mechanicznych i elektronicznych urządzeń mechatronicznych: niszczenie mechaniczne, niszczenie elektryczne, niszczenie cieplne. Warunki eksploatacyjne. Warunki klimatyczne. Wpływ czynników środowiskowych na uszkodzenia elementów mechatronicznych
Analiza niezawodności człowieka. Historia Human Factor. Model SHELL, Model REASONA. Przyczyny katastrof lotniczych. Czynniki wpływające na działanie człowieka. Kategorie błędów ludzkich.
Aspekty ekonomiczne. Koszty niezawodności. Kryteria kosztów. Wskaźniki w produkcji. Wskaźniki w dostawach. Wskaźniki w sprzedaży. Redukcja kosztów obsługi.
Projekt:
Projekt urządzenia o złożonej pseudostrukturze niezawodnościowej oraz symulacyjne badania niezawodności

**Metody oceny:**

Egzamin z treści wykładu oraz ocena na podstawie złożonych projektów

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

[1] B. Żółtowski, Cz. Cempel: Inżynieria diagnostyki maszyn. Biblioteka Problemów Eksploatacji, Instytut Technologii Eksploatacji, Warszawa, 2004
[2] W. Pamuła: Niezawodność i bezpieczeństwo. Wybór zagadnień. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice, 2011
[3] Niezawodność w technice. Zestaw norm. Wydawnictwa Normalizacyjne ALFA-WERO Sp. Z o. o., Warszawa, 1997
[4] Poradnik niezawodności. Praca zbiorowa pod red. J. Migdalskiego, Wydawnictwa Przemysłu Maszynowego „WEMA”, Warszawa, 1982
[5] D. Bobrowski: Modele i metody matematyczne teorii niezawodności w przykładach i zadaniach. Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1985
[6] J. Oprządkiewicz: Wspomaganie komputerowe w niezawodności maszyn. WNT, Warszawa, 1993.

**Witryna www przedmiotu:**

http://zmiij.mchtr.pw.edu.pl/lista\_przed.php?subj=4&page=5

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka EUM\_W01:**

Posiada wiedzę na temat korzystania z komputerowego wspomagania przy analizie wyników badań niezawodnościowych i symulacji czasu życia złożonych obiektów technicznych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W06, K\_W19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, I.P6S\_WG.o, III.P6S\_WG

**Charakterystyka EUM\_W02:**

Zna podstawowe parametry liczbowe i charakterystyki funkcyjne stosowane w badaniach niezawodności urządzeń mechatronicznych

Weryfikacja:

egzamin

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W19

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_W, III.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka EUM\_U01:**

Potrafi projektować urządzenia mechatroniczne z wykorzystaniem odpowiednich podzespołów katalogowych oraz potrafi wykorzystywać informacje znajdujące się w specyfikacji do obliczeń parametrów niezawodnościowych projektowanego urządzenia

Weryfikacja:

zaliczenie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U21

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_U, I.P6S\_UW.o, III.P6S\_UW.o

**Charakterystyka EUM\_U02:**

Potrafi posługiwać się narzędziami informatycznymi w procesie projektowania urządzeń mechatronicznych, w szczególności do analizy parametrów i charakterystyk niezawodności oraz do badań symulacyjnych złożonych obiektów technicznych.

Weryfikacja:

zaliczenie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U22

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** III.P6S\_UW.o, P6U\_U, I.P6S\_UW.o

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka EUM\_K01:**

Potrafi pracować w zespole nad złożonym projektem wymagającym zaangażowania wielu osób

Weryfikacja:

zaliczenie projektu

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K04

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** P6U\_K, I.P6S\_KO, I.P6S\_KR