



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Wibroakustyka i struktury inteligentne [S1Lot2-SLiPL>WiSI]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Lotnictwo

Rok/Semestr

4/7

Studia w zakresie (specjalność)

Silniki lotnicze i płatowce

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

pierwszego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

polski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obieralny

### Liczba godzin

Wykład

30

Laboratorium

0

Inne

0

Ćwiczenia

15

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Grzegorz Szymański prof. PP  
grzegorz.m.szymanski@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

1 Wiedza: Z zakresu wibroakustyki, przetwarzania sygnałów, struktur i materiałów inteligentnych. 2

Umiejętności: Potrafi zastosować metodę naukową w rozwiązywaniu problemów 3 Kompetencje

społeczne: Zna ograniczenia własnej wiedzy i umiejętności; potrafi pracować w grupie

### Cel przedmiotu

Celem przedmiotu jest ukształtowanie wiedzy teoretycznej i praktycznej w zakresie możliwości zastosowania oraz bieżących trendów rozwoju materiałów i struktur inteligentnych w tym: materiałów piezoelektrycznych, termoelektrycznych, z pamięcią kształtu oraz polimerów elektroaktywnych i powłokach bionicznych. Rozwinięcie wiedzy słuchaczy na temat metod modelowania oraz symulacyjnego badania własności wybranych materiałów i struktur samodiagnostycznych (SHM - Self Health Monitoring Structures). Przygotowanie studentów do aktywnego funkcjonowania w społeczeństwie jako inżynierów zajmujących się projektowaniem, budową i użytkowaniem wyrobów w szeroko rozumianym przemyśle lotniczym i kosmicznym bazując na nowych materiałach konstrukcyjnych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki obejmującą algebrę, analizę, teorię równań różniczkowych, probabilistykę, geometrię analityczną a także fizyki obejmującą podstawy mechaniki klasycznej, optyki, elektryczności i magnetyzmu, fizyki ciała stałego, termodynamiki, przydatne do formułowania i rozwiązywania złożonych zadań technicznych dotyczących inżynierii lotniczej oraz modelowania
2. ma uporządkowaną i podbudowaną teoretycznie wiedzę ogólną w zakresie kluczowych zagadnień techniki oraz wiedzę szczegółową w zakresie wybranych zagadnień dotyczących transportu lotniczego, zna podstawowe techniki, metody oraz narzędzia wykorzystywane w procesie rozwiązywania zadań związanych z transportem lotniczym, głównie o charakterze inżynierskim
3. ma wiedzę z zakresu sposobu prezentowania wyników badań w formie tabelarycznej oraz wykresu, wykonywania analizy niepewności pomiarowych
4. ma podstawową wiedzę dotyczącą metod badawczych oraz sposobu przygotowania i przeprowadzania badań naukowych, a także zna zasady redagowania pracy naukowej
5. ma podstawową wiedzę o materiałach metalowych, niemetalowych i kompozytowych stosowanych w budowie maszyn, a w szczególności o ich strukturze, właściwościach, sposobach wytwarzania, obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej oraz wpływie obróbki plastycznej na ich wytrzymałość a także paliwach, smarach, gazach technicznych, czynnikach chłodniczych itp.
6. ma podstawową wiedzę dotyczącą ochrony środowiska w transporcie, jest świadomy zagrożeń związanych ochroną środowiska oraz rozumie specyfikę wpływu głównie transportu lotniczego na środowisko oraz społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej
7. ma umiejętność samokształcenia się z użyciem nowoczesnych narzędzi dydaktycznych, takich jak zdalne wykłady, internetowe strony i bazy danych, programy dydaktyczne, książki elektroniczne

#### Umiejętności:

1. potrafi pozyskiwać informacje z różnych źródeł, w tym z literatury oraz baz danych, zarówno w języku polskim jak i w języku angielskim, właściwie je integrować, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny, wyciągać wnioski, oraz wyczerpująco uzasadniać formułowane przez siebie opinie
2. potrafi odpowiednio posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi, znajdującymi zastosowanie na różnych etapach realizacji przedsięwzięć lotniczych
3. potrafi właściwie zaplanować oraz wykonać eksperymenty, w tym pomiary oraz symulacje komputerowe, dokonać interpretacji uzyskanych rezultatów, oraz poprawnie wyciągnąć płynące z nich wnioski
4. potrafi, formułując i rozwiązując zadania dotyczące lotnictwa cywilnego, zastosować odpowiednio dobrane metody, w tym metody analityczne, symulacyjne lub eksperymentalne
5. potrafi odpowiednio dobrać materiały na proste konstrukcje lotnicze, wskazać różnice pomiędzy stosowanymi w lotnictwie paliwami
6. potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym i innych środowiskach korzystając z formalnego zapisu konstrukcji, rysunku technicznego, pojęć i definicji zakresu studiowanego kierunku studiów
7. potrafi projektować elementy środków transportu z wykorzystaniem danych o ochronie środowiska
8. student umie wykorzystywać teoretyczne rozkłady prawdopodobieństwa. Student potrafi analizować i interpretować dane statystyczne. Student potrafi stosować metody i narzędzia statystyki matematycznej w praktyce inżynierskiej
9. potrafi zastosować język matematyki (rachunek różniczkowy i całkowy) do opisu prostych zagadnień inżynierskich.
10. student potrafi dokonać kompleksowej oceny parametrów ekologicznych jednostki napędowej statku powietrznego w oparciu wartości wskaźników emisji szkodliwych związków gazowych oraz cząstek stałych
11. potrafi opracować krótką pracę naukową, z zachowaniem podstawowych zasad edytorskich. Umie dobrać odpowiednie metody do przeprowadzanych badań oraz potrafi przeprowadzić podstawową analizę wyników.
12. potrafi organizować, współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role oraz potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego przez siebie lub innych zadania
13. potrafi planować i realizować proces własnego permanentnego uczenia się oraz zna możliwości dalszego doksztalcenia się (studia II i III stopnia, studia podyplomowe, kursy i egzaminy przeprowadzane przez uczelnie, firmy i organizacje zawodowe)

#### Kompetencje społeczne:

1. rozumie, że w technice wiedza i umiejętności bardzo szybko stają się przestarzałe

2. ma świadomość znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów inżynierskich oraz zna przykłady i rozumie przyczyny wadliwie działających projektów inżynierskich, które doprowadziły do poważnych strat finansowych, społecznych lub też do poważnej utraty zdrowia, a nawet życia
3. jest świadomy społecznej roli absolwenta uczelni technicznej, w szczególności rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w odpowiedniej formie, informacji oraz opinii dotyczących działalności inżynierskiej, osiągnięć techniki, a także dorobku i tradycji zawodu inżyniera
4. prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu inżyniera lotnictwa i kosmonautyki

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

- Zaliczenie ustne
- Zaliczenie pisemne

### Treści programowe

Ogólna charakterystyka materiałów inteligentnych wykorzystywanych w lotnictwie i ich rodzaje. Klasyfikacja materiałów, struktur inteligentnych i samodiagnostycznych według typów. Podstawowe procesy wytwarzania, własności i zastosowania struktur inteligentnych w metalach, polimerach i kompozytach. Metody badań struktur płatowców z wykorzystaniem materiałów bazujących na strukturach SHM. Budowa wewnętrzna materiałów inteligentnych z zastosowaniem wielu typów sensorów w tym czujników mikroelektromechanicznych (Micro-Electro-Mechanical Systems - MENS) i innych. Zasady projektowania materiałów inteligentnych pod kątem reakcji na zewnętrzną stymulację. Określenie podstaw adaptacji struktur inteligentnych do warunków środowiskowych pod kątem polepszania swoich właściwości, zwiększania trwałości, oszczędności energii oraz dostosowania do warunków dla poprawy własności wytrzymałościowych konstrukcji płatowców oraz komfortu ludzi. Przedstawienie możliwości struktur inteligentnych do samoistnego powielania się, naprawiania lub uszkodzania w zależności od potrzeb w celu zwiększania efektywności lotnictwa.

PART - 66 (TEORIA - 33,75 godz.)

#### MODUŁ 4. WIADOMOŚCI PODSTAWOWE Z ZAKRESU ELEKTRONIKI

##### 4.2 Płytki drukowane

Opis i zastosowanie płytek drukowanych [2]

#### MODUŁ 5. SYSTEMY INSTRUMENTÓW ELEKTRONICZNYCH TECHNIK CYFROWYCH

##### 5.7 Mikroprocesory

Funkcje wykonywane przez mikroprocesory i ich ogólne działanie;

Podstawowe działanie każdego z następujących elementów mikroprocesora: jednostka sterująca, procesor, zegar, rejestr, jednostka arytmetyczno-logiczna. [-]

##### 5.8 Obwody zintegrowane

Działanie i użytkowanie koderów i dekoderów;

Funkcje rodzajów koderów;

Użycie średniej, wielkiej i bardzo wielkiej skali integracji. [-]

##### 5.9 Multipleksowanie

Działanie, stosowanie i identyfikacja w diagramach logicznych multiplekserów i demultiplekserów. [-]

### Tematyka zajęć

1. Wprowadzenie do wibroakustyki
2. Podstawy drgań mechanicznych
3. Podstawy akustyki
4. Wibroakustyczne modele matematyczne
5. Dynamika struktur a wibroakustyka
6. Kontrola drgań i hałasu w konstrukcjach
7. Inteligentne materiały i struktury
8. Systemy aktywne i pasywne w strukturach inteligentnych
9. Zastosowanie inteligentnych struktur w motoryzacji
10. Zastosowanie inteligentnych struktur w lotnictwie
11. Analiza numeryczna i eksperymentalna w wibroakustyce
12. Przygotowanie do projektowania struktur inteligentnych
13. Przyszłość wibroakustyki i struktur inteligentnych

## 14. Przykłady zastosowań praktycznych wibroakustyki i struktur inteligentnych

### Metody dydaktyczne

Wykład

### Literatura

Podstawowa:

1. J. L. Rose, Ultrasonic waves in Solid Media, Cambridge University Press.
2. S. I. Rokhlin, D. E. Chimenti, P. B. Nagy, Physical ultrasonic of composites, Oxford University Press 2011.
3. G. Akhras, Smart materials and smart systems for the future, "Canadian Military Journal", Autumn 2000.
4. A. Ćwikła, Lotnicze zastosowania materiałów inteligentnych, „Prace Instytutu Lotnictwa” 2011, nr 211.
5. A. Ćwikła, Medyczne zastosowania materiałów inteligentnych, VII konferencja informatyki stosowanej, Chełm 2008.
6. L. A. Dobrzański, Podstawy nauki o materiałach i materiałoznawstwo, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa 2002.
7. J. Frautschi, Finite element simulation of shape memory alloy actuator in adaptive structures, Mechanical and Aerospace Engineering, 2003.
8. V. Giurgiutiu, C. Rogers, J. Zuidevaart, Incrementally adjustable rotor-blade tracking tab using SMA composite, Proceedings of the 38th AIAA/ASME/ASCE/AHS/ASC Structures, Structural Dynamics, and Materials Conference, and Adaptive Structures Forum, Kissimmee, FL, April 7-10, 1997, Paper #97-1387.
1. Uzupełniająca:
2. . A. Hendelman, Load tracking of Unmanned Aerial Vehicle by fiber optic sensors, LAP Lambe Academic Publishing.
3. . J. Moczko, L. Kramer, Cyfrowe metody przetwarzania sygnałów biomedycznych, Wydawnictwo UA Poznań 2001.
4. . C. Cempel, Diagnostyka wibroakustyczna maszyn, PWN, Warszawa 198
5. . C. Cempel, Podstawy wibroakustycznej diagnostyki maszyn, Wydawnictwo Naukowo-Techniczne
5. C. Cemperl, Wibroakustyka stosowana, Państwowe Wydawnictwo Naukowe.
6. W. Soluch, Wstęp do piezo elektroniki. WKŁ, Warszawa, 1980.
7. A. A. Vives [ed.], Piezoelectric Transducers and Applications. Springer, 2008.
8. D. M. Rowe, Handbook of thermoelectrics. CRC Press, 1995.
9. D. C. Lagoudas D.C. [ed.], Shape memory alloys. Modeling and engineering applications. Springer, 2008.
10. K. J. Kim, Tadokoro S. [ed.], Electroactive polymers for robotic applications: artificial muscles and sensors, Springer, 2007.
11. H. P. Konka, M. Wahab, K. Lian, Piezoelectric fiber composite transducers for health monitoring in composite structures, „Sensors and Actuators” 2012, A 194

Uzupełniająca:

-

### Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta

|                                                                                                                                                      | Godzin | ECTS |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|------|
| Łączny nakład pracy                                                                                                                                  | 100    | 4,00 |
| Zajęcia wymagające bezpośredniego kontaktu z nauczycielem                                                                                            | 45     | 2,00 |
| Praca własna studenta (studia literaturowe, przygotowanie do zajęć laboratoryjnych/ćwiczeń, przygotowanie do kolokwium/egzaminu, wykonanie projektu) | 55     | 2,00 |