

Karta (sylabus) modułu/przedmiotu
Mechanika i Budowa Maszyn
 Studia II stopnia

Przedmiot:	<i>Dynamika lotu śmigłowca</i>
Rodzaj przedmiotu:	<i>Podstawowy</i>
Kod przedmiotu:	<i>MBM 2 S 1 2 21-0_1</i>
Rok:	<i>1</i>
Semestr:	<i>2</i>
Forma studiów:	<i>Studia stacjonarne</i>
Rodzaj zajęć i liczba godzin w semestrze:	<i>45</i>
Wykład	<i>30</i>
Ćwiczenia	<i>15</i>
Laboratorium	
Projekt	
Liczba punktów ECTS:	<i>3</i>
Sposób zaliczenia:	<i>Zaliczenie</i>
Język wykładowy:	<i>Język polski</i>

Cel przedmiotu	
C1	Przekazanie poszerzonej wiedzy dotyczącej modelu fizycznego i opisu matematycznego przestrzennego ruchu bryły sztywnej o 6. stopniach swobody, a także opisu ruchu bryły sztywnej w różnych układach współrzędnych, w tym w układach ruchomych.
C2	Przekazanie poszerzonej wiedzy o metodach obliczeń obciążeń aerodynamicznych działających na bryły sztywne w ruchu przestrzennym.
C3	Przekazanie poszerzonej wiedzy o postaciach równań opisujących przestrzenny lot statku powietrznego i a także o ich ubezwymiarowaniu i linearyzacji, a także wykorzystaniu tych równań do wyznaczenia parametrów lotu ustalonego oraz dynamicznej stateczności i sterowności statku powietrznego.
C4	Przekazaniu wiedzy dotyczącej automatycznego sterowania lotem statku powietrznego.

Wymagania wstępne w zakresie wiedzy, umiejętności i innych kompetencji	
	Wiedza
1	Mechanika lotu – wiedza w zakresie podstaw i mechaniki lotu statków powietrznych tym śmigłowców
2	Matematyka – wiedza w zakresie rozwiązywania liniowych równań różniczkowych metodami analitycznymi i numerycznymi.
3	Aerodynamika – wiedza w zakresie podstaw aerodynamiki wirników nośnych śmigłowców.
	Umiejętności

4	Potrafi wykorzystać nabytą wiedzę
5	Potrafi pozyskiwać informację z literatury

Efekty kształcenia	
	W zakresie wiedzy:
EK 1	Student posiada poszerzoną wiedzę o opisie przestrzennego ruchu bryły sztywnej o 6. stopniach swobody.
EK 2	Student posiada poszerzoną wiedzę o metodach opisu i obliczeń obciążeń aerodynamicznych działających na bryły sztywne w ruchu przestrzennym.
EK 3	Student posiada poszerzoną wiedzę o postaciach równań opisujących przestrzenny lot statku powietrznego i a także o ich ubezwymiarowaniu i linearyzacji, a także wykorzystaniu tych równań do wyznaczenia parametrów lotu ustalonego oraz dynamicznej stateczności i sterowności statku powietrznego.
EK 4	Student posiada poszerzoną wiedzę dotyczącą automatycznego sterowania lotem statku powietrznego.
	W zakresie umiejętności:
EK 5	Student potrafi wyprowadzić ogólne równania przestrzennego lotu statku powietrznego w ruchomym układzie odniesienia.
EK 6	Student potrafi wyznaczyć analitycznie i numerycznie obciążenia aerodynamiczne różnych typów statków powietrznych w locie.
EK 7	Student potrafi wyznaczyć analitycznie i numerycznie oraz przedstawić interpretację rodzajów i postaci ruchu statku powietrznego po zaburzeniu lotu ustalonego.
EK 8	Student potrafi analizować własności dynamiczne lotu (stateczność i sterowność) statku powietrznego.
	W zakresie kompetencji społecznych:
EK 9	Student posiada i rozumie potrzebę ciągłego kształcenia.
EK 10	Student wykazuje krytycyzm w wyrażaniu opinii, ale jednocześnie w trakcie dyskusji potrafi bronić swoich racji.
EK 11	Student potrafi pracować w zespole, w tym w zespole badawczym i wykazuje obowiązkowość w realizacji zadań.

Treści programowe przedmiotu	
Forma zajęć – wykłady	
Treści programowe	
W1-3	Dynamika przestrzennego ruchu ciała sztywnego o 6. stopniach swobody. Wyprowadzenie dynamicznych równań ruchu postępowego środka ciężkości ciała sztywnego i ruchu kulistego wokół tego środka. Macierz (tensor) bezwładności.

W4-5	Układy współrzędnych związanych z opływem, statkiem powietrznym i Ziemią. Opis położenia statku powietrznego w przestrzeni. Kąty quasi Eulera. Macierze transformacji układów współrzędnych. Związki kinematyczne.
W6-7	Równania przestrzennego ruchu obiektu latającego. Ogólna postać równań ruchu obiektu latającego. Obciążenia aerodynamiczne. Linearyzacja równań ruchu względem małych zaburzeń lotu ustalonego. Bezwymiarowa postać równań zaburzonego lotu śmigłowca. Rozwiązanie zlinearyzowanego bezwymiarowego układu równań zaburzonego lotu śmigłowca.
W8	Pochodne aerodynamiczne. Pojęcie pochodnych aerodynamicznych. Przykład obliczenia pochodnej aerodynamicznej metodą analityczną. Obliczanie pochodnych aerodynamicznych metodą przyrostów skończonych. Doświadczalne wyznaczanie pochodnych aerodynamicznych.
W9	Lot ustalony śmigłowca. Podłużna równowaga śmigłowca. Boczna równowaga śmigłowca. Obliczanie parametrów ustalonego lotu śmigłowca metodą kolejnych przybliżeń.
W10-12	Stateczność dynamiczna. Pojęcie stateczności dynamicznej. Jakościowa analiza stateczności. Ilościowa analiza stateczności. Stateczność parametryczna. Elementy sterowności dynamicznej. Ogólne kryteria sterowności dynamicznej.
W13-14	Subiektywna ocena sterowności w lotnictwie - skala Coopera-Harpera. Obiektywne kryteria sterowności dynamicznej. Bierne i czynne metody ustateczniania śmigłowców. Podstawy teoretyczne automatycznego ustateczniania śmigłowców.
W15	Kolokwium
Forma zajęć – ćwiczenia	
	Treści programowe
ĆW1-7	Rozwiązywanie na zajęciach i w domu przykładów liczbowych ilustrujących wykłady.
ĆW8	I kolokwium z zadań.
ĆW9-14	Rozwiązywanie na zajęciach i w domu przykładów liczbowych ilustrujących wykłady.
ĆW15	II kolokwium z zadań

Metody dydaktyczne	
1	Wykład informacyjny wprowadzający w treści programowe przedmiotu, odwołujący się do wiadomości, które studenci powinni wstępnie poznać w domu.
2	Przekazane studentom w formie elektronicznej pomoce dydaktyczne: filmy, fotografie, opisy, skrypty, tabele i wykresy.
3	Rozwiązywanie na zajęciach i w domu zadań ilustrujących treść wykładów.

Obciążenie pracą studenta	
Forma aktywności	Średnia liczba godzin na zrealizowanie aktywności
Godziny kontaktowe z wykładowcą, w tym:	
<i>realizowane w formie zajęć wykładowych</i>	30
<i>realizowane w formie zajęć ćwiczeniowych</i>	15
<i>realizowane w formie konsultacji w odniesieniu do wykładów</i>	2
<i>realizowane w formie konsultacji w odniesieniu do ćwiczeń</i>	2
Praca własna studenta, w tym:	
<i>Przygotowanie się do ćwiczeń</i>	13
<i>Przygotowanie się do egzaminu</i>	13
Łączny czas pracy studenta	75
Sumaryczna liczba punktów ECTS dla przedmiotu:	3
Liczba punktów ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym	

Literatura podstawowa i uzupełniająca	
1	Bramwell A. R. S.: Helicopter Dynamics. Edward Arnold, 1976.
2	Johnson W.: Helicopter Theory. Princeton University Press, 1980
3	Padfield G. D.: Dynamika lotu śmigłowców. Teoria i wykorzystanie właściwości lotnych i modeli symulacyjnych, WKŁ, 1998.
4	Newman S.: The foundations of helicopter flight. Edward Arnold, 1994.
5	Prouty R.W.: Helicopter Performance, Stability, and Control. Krieger Publishing Company, Malabar, Florida, 1995.
6	Szabelski K., Jancelewicz B., Łucjanek W.: Wstęp do konstrukcji śmigłowców. WKŁ, 1995, 2002.
7	Szumański K.: Teoria i badania śmigłowców w ujęciu symulacyjnym. Biblioteka Naukowa Instytutu Lotnictwa, Warszawa, 1997.
	Literatura uzupełniająca
8	Coyle S.: The Art And Science of flying helicopters. Arnold, 1996.
9	Gessow A., Myers G.C Jr.: Aerodynamics of the helicopter. College Park Press, Eight printing, 1985.
10	Stępniewski W. Z., Keys C. N.: Rotary wing-aerodynamics. Dover Publications, Inc, New York, 1984.
11	Cooke A.K., Fitzpatric E.W.H.: Helicopter test and evaluation. Blackwell Science, QinetiQ, 2002.
12	Łucjanek W., Sibilski K.: Wstęp do dynamiki lotu śmigłowca, Wyd. ITWL, Warszawa, 2007.

Macierz efektów kształcenia					
Efekt kształcenia	Odniesienie danego efektu kształcenia do efektów zdefiniowanych dla całego programu (PEK)	Cele przedmiotu	Treści programowe	Narzędzia dydaktyczne	Metoda oceny
EK 1	MBM2A-W02 ++	[C1]	[W1, W2, ĆW1]	[1, 2, 3]	[O1,O2]
EK 2	MBM2A-W02 ++	[C1]	[W1, W2]	[1, 2]	[O1,O2]
EK 3	MBM2A-W02 ++	[C1, C2, C3, C4]	[W3, W4, W5, W6, W7,ĆW1]	[1, 2, 3]	[O1,O2]
EK 4	MBM2A-W02 ++	[C3, C4]	[W5, W7 ĆW1]	[1, 2, 3]	[O1,O2]
EK 5	MBM2A-U12 ++	[C2]	[W1, W2, ĆW1]	[1, 2, 3]	[O1,O2]
EK 6	MBM2A-U12 ++	[C2, C3]	[W1, W2]	[1, 2, 3]	[O1,O2]
EK 7	MBM2A-U12 ++	[C2, C3]	[W3, W4, W5, W6, W7,ĆW1]	[1, 2, 3]	[O1,O2]
EK 8	MBM2A-U12 ++	[C2, C3]	[W5, W7 ĆW1]	[1, 2, 3]	[O1,O2]
EK 9	MBM2A-K01 ++	[C1, C2, C3, C4]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, ĆW1]	[1, 2, 3]	[O1,O2]
EK 10	MBM2A-K06 ++	[C1, C2, C3, C4]	[W1, W2, W3, W4, W5, W6, W7, W8, ĆW1]	[1, 2, 3]	[O1,O2]
EK 11	MBM2A-K03 ++	[C1, C2, C3, C4]	[W1, W2, W3, W4,	[1, 2, 3]	[O1,O2]

			W5, W6, W7, W8, ĆW1]		
--	--	--	----------------------------	--	--

Metody i kryteria oceny		
Symbol metody oceny	Opis metody oceny	Próg zaliczeniowy
O1	<i>Zaliczenie pisemne ćwiczeń – dwa kolokwia. Ocena końcowa jest średnią z obydwu kolokwiów.</i>	60%
O2	<i>Zaliczenie wykładu</i>	60%

Autor programu:	dr inż. Tomasz Łusiak
Adres e-mail:	wm.ktmp@pollub.pl
Jednostka organizacyjna:	Katedra Termodynamiki, Mechaniki Płynów i Napędów Lotniczych