

### KARTA MODUŁU / KARTA PRZEDMIOTU

Kod modułu	
Nazwa modułu	<b>Mechanika Lotu</b>
Nazwa modułu w języku angielskim	<b>Flight Mechanics</b>
Obowiązuje od roku akademickiego	<b>2013/2014</b>

### A. USYTUOWANIE MODUŁU W SYSTEMIE STUDIÓW

Kierunek studiów	<b>Mechanika i Budowa Maszyn</b>
Poziom kształcenia	<b>II stopień</b> <i>(I stopień / II stopień)</i>
Profil studiów	<b>ogólnoakademicki</b> <i>(ogólno akademicki / praktyczny)</i>
Forma i tryb prowadzenia studiów	<b>stacjonarne</b> <i>(stacjonarne / niestacjonarne)</i>
Specjalność	<b>Uzbrojenie i Techniki Informacyjne</b>
Jednostka prowadząca moduł	<b>Katedra Technik Komputerowych i Uzbrojenia</b>
Koordinator modułu	<b>dr hab. inż. Zbigniew Dziopa prof. PŚk.</b>
Zatwierdził:	

### B. OGÓLNA CHARAKTERYSTYKA PRZEDMIOTU

Przynależność do grupy/bloku przedmiotów	<b>kierunkowy</b> <i>(podstawowy / kierunkowy / inny HES)</i>
Status modułu	<b>obowiązkowy</b> <i>(obowiązkowy / nieobowiązkowy)</i>
Język prowadzenia zajęć	<b>polski</b>
Usytuowanie modułu w planie studiów - semestr	<b>pierwszy</b>
Usytuowanie realizacji przedmiotu w roku akademickim	<b>letni</b> <i>(semestr zimowy / letni)</i>
Wymagania wstępne	<b>mechanika ogólna, matematyka, informatyka</b> <i>(kody modułów / nazwy modułów)</i>
Egzamin	<b>tak</b> <i>(tak / nie)</i>
Liczba punktów ECTS	<b>4</b>

Forma prowadzenia zajęć	wykład	ćwiczenia	laboratorium	projekt	Inne
<b>w semestrze</b>	<b>15</b>	<b>15</b>	<b>15</b>		

### C. EFEKTY KSZTAŁCENIA I METODY SPRAWDZANIA EFEKTÓW KSZTAŁCENIA

<b>Cel modułu</b>	<p>Tematyka modułu obejmuje zagadnienia związane ze sposobami modelowania matematycznego, analizy i symulacji komputerowej dynamiki lotu sterowanych pocisków raketowych.</p> <p>Celem modułu jest zapoznanie studenta z ogólnymi zasadami modelowania, analizy dynamiki lotu w polu grawitacyjnym i w atmosferze ziemi osiowosymetrycznych pocisków raketowych.</p>
-------------------	--

Symbol efektu	Efekty kształcenia	Forma prowadzenia zajęć (w/ć/l/p/inne)	odniesienie do efektów kierunkowych	odniesienie do efektów obszarowych
W_01	Ma podstawową wiedzę na temat transformacji jako związków między układami odniesienia oraz osobliwości dokonanych przekształceń.	Wykład Ćwiczenia	K_W01 K_W02 KS_W02_Ui TI	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
W_02	Posiada podstawową wiedzę na temat związków oraz więzów kinematycznych wynikających z ruchu pocisku raketowego w kierunku manewrującego celu.	Wykład Ćwiczenia Laborator	K_W01 K_W02 KS_W02_Ui TI	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
W_03	Dysponuje podstawową wiedzą na temat zastosowania metod dwupunktowych i trójpunktowych.	Wykład Ćwiczenia Laborator	K_W01 K_W02 KS_W02_Ui TI	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
W_04	Posiada podstawową wiedzę na temat wyprowadzania i analizy równań ruchu postępowego i kulistego pocisku raketowego w układzie ziemskim topocentrycznym.	Wykład Ćwiczenia Laborator	K_W02 K_W05 KS_W02_Ui TI	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
W_05	Ma podstawową wiedzę na temat określenia przeciążeń i sił działających na pocisk raketowy w trakcie lotu.	Wykład Ćwiczenia Laborator	K_W02 KS_W02_Ui TI	T2A_W01 T2A_W03 T2A_W04
U_01	Potrafi numerycznie symulować proces lotu sterowanego pocisku raketowego w polu grawitacyjnym i w atmosferze Ziemi.	Wykład Ćwiczenia Laborator	K_U08 K_U09 K_U13 KS_U01_Ui TI	T2A_U08 T2A_U09 InzA_U01 InzA_U02
U_02	Potrafi opracować modele dynamiki lotu pocisku raketowego w inercyjnym i nieinercyjnym układzie odniesienia.	Wykład Ćwiczenia Laborator	K_U08 K_U09 KS_U01_Ui TI	T2A_U08 T2A_U09 InzA_U01 InzA_U02
K_01	Rozumie potrzebę doksztalcenia się i podnoszenia swoich kompetencji zawodowych w zakresie analizy i badań symulacyjnych lotu pocisku raketowego.	Wykład Ćwiczenia Laborator	K_K01	T2A_K01 T2A_K03
K_02	Ma świadomość ważności i rozumie aspekty oraz skutki działalności w obszarze techniki uzbrojenia	Wykład Ćwiczenia Laborator	K_K02 K_K09	T2A_K02

## Treści kształcenia:

### 1. Treści kształcenia w zakresie wykładu

Nr wykładu	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	<b>Wprowadzenie</b> Przedmiot mechaniki lotu. Charakterystyka sterowanego pocisku raketowego. Studium dynamiki układu.	W_04 U_02
2	<b>Charakterystyka układów odniesienia</b> Układy współrzędnych stosowane do opisu lotu pocisku raketowego, kąty lotnicze. Sposób budowania i wykorzystania tablicy kosinusów kierunkowych.	W_01 U_02
3	<b>Zależności kinematyczne charakteryzujące lot pocisku raketowego</b> Więzy kinematyczne i związki kinematyczne prędkości liniowej i kątowej. Osobliwości dokonanych przekształceń. Zapoznanie z metodą Eulera i Runge-Kutty IV-go rzędu i ich zastosowanie do rozwiązywania kinematycznych równań lotu.	W_02 U_01
4	<b>Trajektoria lotu pocisku raketowego naprowadzanego na cel</b> Charakterystyka lotu pocisku raketowego uwzględniająca metody dwupunktowe i trójpunktowe.	W_02 W_03 U_01
5	<b>Równania ruchu postępowego pocisku raketowego</b> Równania ruchu w układzie współrzędnych związanym z pociskiem raketowym i w układzie współrzędnych związanym przepływem. Porównanie równań ruchu w inercyjnym i nieinercyjnym układzie ziemskim topocentrycznym.	W_04 U_01 U_02
6	<b>Równania ruchu kulistego i siły działające na pocisk raketowy</b> Równania ruchu kulistego w inercyjnym układzie ziemskim topocentrycznym. Siły działające na pocisk raketowy poruszający się w polu grawitacyjnym i w atmosferze Ziemi.	W_04 W_05 U_01 U_02
7	<b>Przeciążenie działające na pocisk raketowy w locie oraz wybrane zależności kinematyczne</b> Definicja i równania opisujące przeciążenie działające na pocisk raketowy w locie. Prędkość i przyspieszenie dowolnego punktu pocisku w trakcie lotu określone w układach współrzędnych podlegających transformacji. Modele pola grawitacyjnego.	W_05 U_01
8	<b>Egzamin</b>	

### 2. Treści kształcenia w zakresie ćwiczeń

Nr zajęć ćwicz.	Treści kształcenia	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	<b>Transformacje jako związki między układami odniesienia</b> Macierzowe i graficzne przedstawianie transformacji jako związków między układami odniesienia. Budowanie tablic kosinusów kierunkowych.	W_01 U_02

2	<b>Zależności kinematyczne charakteryzujące lot pocisku raketowego</b> Wyprowadzenie związków kinematycznych prędkości liniowej i kątowej oraz równań więzów w płaszczyźnie pionowej.	W_02 U_01
3	<b>Trajektoria lotu pocisku raketowego naprowadzanego na cel</b> Opracowanie modeli lotu pocisku raketowego w płaszczyźnie pionowej uwzględniających metody dwupunktowe i trójpunktowe.	W_02 W_03 U_01 U_02
4	<b>Równania ruchu postępowego pocisku raketowego</b> Wyprowadzenie równań ruchu postępowego w przestrzeni określonych w inercyjnym układzie ziemskim topocentrycznym.	W_04 U_01 U_02
5	<b>Równania ruchu postępowego pocisku raketowego.</b> Wyprowadzenie równań ruchu postępowego w płaszczyźnie pionowej określonych w układzie współrzędnych związanym z pociskiem raketowym i w układzie współrzędnych związanym z przepływem.	W_04 U_01 U_02
6	<b>Równania ruchu obrotowego pocisku raketowego</b> Wyprowadzenie równań ruchu obrotowego w przestrzeni i płaszczyźnie pionowej.	W_04 U_01 U_02
7	<b>Przeciążenie oraz siły działające na pocisk raketowy w locie</b> Wyprowadzenie równań opisujących przeciążenie i siły działające na pocisk raketowy w płaszczyźnie pionowej.	W_05 U_01 U_02
8	<b>Zaliczenie</b>	

### 3. Charakterystyka zadań laboratoryjnych

Nr projektu	Charakterystyka zadania	Odniesienie do efektów kształcenia dla modułu
1	<b>Zależności kinematyczne charakteryzujące lot pocisku raketowego</b> Dokonać analizy zależności kinematycznych wynikających z równań więzów w języku wyższego poziomu lub w środowisku SciLaba.	W_02 U_01
2	<b>Trajektoria lotu pocisku raketowego naprowadzanego na cel</b> Dokonać analizy lotu pocisku raketowego naprowadzanego na manewrujący cel według metod dwupunktowych w języku wyższego poziomu lub w środowisku SciLaba.	W_02 W_03 U_01 U_02
3	<b>Trajektoria lotu pocisku raketowego naprowadzanego na cel</b> Dokonać analizy lotu pocisku raketowego naprowadzanego na manewrujący cel według metod trójpunktowych w języku wyższego poziomu lub w środowisku SciLaba.	W_02 W_03 U_01 U_02
4	<b>Równania ruchu postępowego pocisku raketowego</b> Dokonać analizy dynamiki lotu postępowego pocisku raketowego określonego w układzie współrzędnych związanym z pociskiem raketowym. Analizę przeprowadzić wykorzystując język wyższego poziomu lub środowisko SciLaba.	W_04 U_01 U_02
5	<b>Równania ruchu postępowego pocisku raketowego</b> Dokonać analizy dynamiki lotu postępowego pocisku raketowego określonego w układzie współrzędnych związanym z przepływem. Analizę przeprowadzić wykorzystując język wyższego poziomu lub środowisko	W_04 U_01 U_02

	SciLaba.	
6	<b>Równania ruchu obrotowego pocisku raketowego</b> Dokonać analizy zmierzającej do określenia stabilności pocisku raketowego na torze w jego ruchu obrotowym wokół środka masy. Analizę przeprowadzić wykorzystując język wyższego poziomu lub środowisko SciLaba.	W_04 U_01 U_02
7	<b>Przeciążenie oraz siły działające na pocisk raketowy w locie</b> Dokonać analizy zmierzającej do określenia przeciążenia i sił działających na pocisk raketowy w locie.	W_05 U_01 U_02
8	<b>Zaliczenie</b>	

### Metody sprawdzania efektów kształcenia

Symbol efektu	Metody sprawdzania efektów kształcenia <i>(sposób sprawdzenia, w tym dla umiejętności – odwołanie do konkretnych zadań projektowych, laboratoryjnych, itp.)</i>
W_01	Egzamin w formie pisemnej Zaliczenie ćwiczeń na podstawie opracowań wybranych zagadnień
W_02	Egzamin w formie pisemnej Zaliczenie ćwiczeń na podstawie opracowań wybranych zagadnień Zaliczenie laboratoriów na podstawie sprawozdań
W_03	Egzamin w formie pisemnej Zaliczenie ćwiczeń na podstawie opracowań wybranych zagadnień Zaliczenie laboratoriów na podstawie sprawozdań
W_04	Egzamin w formie pisemnej Zaliczenie ćwiczeń na podstawie opracowań wybranych zagadnień Zaliczenie laboratoriów na podstawie sprawozdań
W_05	Egzamin w formie pisemnej Zaliczenie ćwiczeń na podstawie opracowań wybranych zagadnień Zaliczenie laboratoriów na podstawie sprawozdań
U_01	Egzamin w formie pisemnej Zaliczenie ćwiczeń w postaci kolokwium Zaliczenie laboratorium na podstawie kolokwium przy stanowiskach komputerowych oraz wykonywanie przez studenta sprawozdań po każdym zajęciach laboratoryjnych.
U_02	Egzamin w formie pisemnej Zaliczenie ćwiczeń w postaci kolokwium Zaliczenie laboratorium na podstawie kolokwium przy stanowiskach komputerowych oraz wykonywanie przez studenta sprawozdań po każdym zajęciach laboratoryjnych.
K_01	Obserwacja postawy studenta podczas zajęć dydaktycznych, dyskusja podczas ćwiczeń i laboratorium.
K_02	Obserwacja postawy studenta podczas zajęć dydaktycznych, dyskusja podczas ćwiczeń

i laboratorium.

#### D. NAKŁAD PRACY STUDENTA

<b>Bilans punktów ECTS</b>		
	<b>Rodzaj aktywności</b>	<b>obciążenie studenta</b>
1	Udział w wykładach	<b>15 godzin</b>
2	Udział w ćwiczeniach	<b>15 godzin</b>
3	Udział w laboratoriach	<b>15 godzin</b>
4	Udział w konsultacjach (2-3 razy w semestrze)	<b>4 godziny</b>
5	Udział w zajęciach projektowych	
6	Konsultacje projektowe	
7	Udział w egzaminie	<b>1 godzina</b>
8		
9	<b>Liczba godzin realizowanych przy bezpośrednim udziale nauczyciela akademickiego</b>	<b>50 godzin</b> <i>(suma)</i>
10	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczyciela akademickiego</b> <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	<b>2 ECTS</b>
11	Samodzielne studiowanie tematyki wykładów	<b>10 godzin</b>
12	Samodzielne przygotowanie się do ćwiczeń	<b>5 godzin</b>
13	Samodzielne przygotowanie się do kolokwium	<b>5 godzin</b>
14	Samodzielne przygotowanie się do laboratoriów	<b>5 godzin</b>
15	Wykonanie sprawozdań	<b>15 godzin</b>
15	Przygotowanie do kolokwium końcowego z laboratorium	<b>5 godzin</b>
17	Wykonanie projektu lub dokumentacji	
18	Przygotowanie do egzaminu	<b>5 godzin</b>
19		
20	<b>Liczba godzin samodzielnej pracy studenta</b>	<b>50 godzin</b> <i>(suma)</i>
21	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach samodzielnej pracy</b> <i>(1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta)</i>	<b>2 ECTS</b>
22	<b>Sumaryczne obciążenie pracą studenta</b>	<b>100 godzin</b>
23	<b>Punkty ECTS za moduł</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	<b>4 ECTS</b>
24	<b>Nakład pracy związany z zajęciami o charakterze praktycznym</b> <i>Suma godzin związanych z zajęciami praktycznymi</i>	<b>25 godzin</b>
25	<b>Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym</b> <i>1 punkt ECTS=25-30 godzin obciążenia studenta</i>	<b>1 ECTS</b>

#### LITERATURA

Wykaz literatury	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Boiffier J.L.: The dynamics of flight – the equations. John Wiley &amp; Sons, Chichester-New York-Weinheim-Brisbane-Singapore-Toronto 1998</li><li>2. Derek A.: Lotnicze pociski raketowe, część IV Systemy sterowania lotniczych pocisków raketowych: Dynamika i konstrukcja systemów samonaprowadzania oraz systemów zdalnego sterowania. WAT 1536/261, Warszawa 1985</li><li>3. Dubiel S.: Więzy uogólnione i ich zastosowanie do badania sterowalności obiektów latających. dodatek do Biuletynu WAT nr12,</li></ol>
------------------	---

	<p>Warszawa 1973,8</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>4. Dubiel S.: Dynamika lotu, część I Aerodynamika i część II Mechanika lotu. WAT, Warszawa 1984 i 1985</li> <li>5. Dziopa Z.: Mechanika lotu. Politechnika Świętokrzyska, Kielce 2007</li> <li>6. Gacek J.: Balistyka zewnętrzna, część I Modelowanie zjawisk balistyki zewnętrznej i dynamiki lotu i część II Analiza dynamicznych właściwości obiektów w locie. WAT, Warszawa 1997 i 1998</li> <li>7. Gruszecki J. (pod redakcją): Bezpilotowe aparaty latające, systemy sterowania i nawigacji. Oficyna Wydawnicza Politechniki Rzeszowskiej, Rzeszów 2002</li> <li>8. Maryniak J.: Dynamiczna teoria obiektów ruchomych. Prace naukowe Politechniki Warszawskiej, Mechanika nr32, Warszawa 1975</li> <li>9. Nizioł J. (pod redakcją): Mechanika Techniczna tom II – Dynamika układów mechanicznych. Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN, Warszawa 2005</li> <li>10. Osiecki J., Koruba Z.: Budowa, dynamika i nawigacja pocisków rakietowych bliskiego zasięgu, część I. Politechnika Świętokrzyska, skrypt nr 348, Kielce 1999</li> <li>11. Osiecki J., Koruba Z.: Budowa, dynamika i nawigacja wybranych broni precyzyjnego rażenia. Politechnika Świętokrzyska, Podręcznik akademicki, Kielce 2006</li> <li>12. Sibilski K.: Modelowanie i symulacja dynamiki ruchu obiektów latających. Oficyna Wydawnicza MH, Warszawa 2004</li> <li>13. Skomra A.: Systemy sterowania lotniczych pocisków rakietowych. WAT, Warszawa 1995</li> <li>14. Дмитриевский А. А.: Баллистика и навигация ракет. Машиностроение, Москва 1985</li> <li>15. Горбатенко С. А., Макашов Э. М., Полушкин Ю. Ф.: Механика полета. Машиностроение, Москва 1969</li> <li>16. Карагодин В.М.: Теоретическое основы механики тел переменного состава. Оборонгиз, Москва 1963</li> <li>17. Краснов Н. Ф., Кошевой В. Н., Данилов А. Н.: Аэродинамика ракет. Высшая школа, Москва 1975</li> <li>18. Лебедев А. А., Чернобровкин Л. С., Динамика полета, Машиностроение, Москва 1973</li> <li>19. Мишин В. П.: Динамика ракет. Машиностроение, Москва 1990</li> <li>20. Мхитарян А. М., Аэрогидромеханика, Машиностроение, Москва 1984</li> </ol>
<p>Witryna WWW modułu/przedmiotu</p>	