

POLITECHNIKA KRAKOWSKA IM. TADEUSZA KOŚCIUSZKI

KARTA PRZEDMIOTU

obowiązuje studentów rozpoczynających studia w roku akademickim 2017/2018

Wydział Fizyki, Matematyki i Informatyki

Kierunek studiów: Matematyka

Profil: Ogólnoakademicki

Forma studiów: stacjonarne

Kod kierunku: M

Stopień studiów: II

Specjalności: Matematyka w finansach i ekonomii

1 INFORMACJE O PRZEDMIOCIE

NAZWA PRZEDMIOTU	Rachunek wariacyjny i sterowanie optymalne
NAZWA PRZEDMIOTU W JĘZYKU ANGIELSKIM	Variational Calculus and Optimal Control
KOD PRZEDMIOTU	WFMiI M oIIS C2 17/18
KATEGORIA PRZEDMIOTU	Przedmioty kierunkowe
LICZBA PUNKTÓW ECTS	7.00
SEMESTRY	3

2 RODZAJ ZAJĘĆ, LICZBA GODZIN W PLANIE STUDIÓW

SEMESTR	WYKŁAD	ĆWICZENIA	LABORATORIUM	LABORATORIUM KOMPUTERO- WE	SEMINARIUM	PROJEKT
3	30	30	0	0	0	0

3 CELE PRZEDMIOTU

Cel 1 Opanowanie metod rachunku wariacyjnego.

Cel 2 Opanowanie podstawowych zagadnień sterowania optymalnego.

4 WYMAGANIA WSTĘPNE W ZAKRESIE WIEDZY, UMIEJĘTNOŚCI I INNYCH KOMPETENCJI

1 Znajomość podstaw analizy matematycznej.

5 EFEKTY KSZTAŁCENIA

EK1 Wiedza Student zna podstawowe definicje i twierdzenia rachunku wariacyjnego.

EK2 Wiedza Student ma pogłębioną wiedzę w zakresie sterowania optymalnego.

EK3 Umiejętności Wyznaczanie ekstremal funkcjonału w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym za pomocą równania Eulera i zastosowanie warunku Jacobiego do badania charakteru ekstremum.

EK4 Umiejętności Wyznaczanie ekstremal funkcjonału w zagadnieniach wariacyjnych z pochodnymi wyższych rzędów, dla układów funkcji, dla funkcji wielu zmiennych, w zagadnieniach izoperymetrycznych i warunkowych, w zagadnieniu Bolzy i zagadnieniach sterowania optymalnego.

6 TREŚCI PROGRAMOWE

WYKŁAD		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
W1	Najprostsze zagadnienie wariacyjne. Pojęcie funkcjonału, ekstrema słabe i mocne. Lemat Lagrangea, równanie Eulera jako warunek konieczny na ekstremum funkcjonału w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym. Twierdzenie Hilberta o regularności ekstremal.	6
W2	Zaawansowane zagadnienia wariacyjne. Zagadnienia wariacyjne dla układów funkcji. Zagadnienia wariacyjne z pochodnymi wyższych rzędów. Zagadnienia wariacyjne dla funkcji wielu zmiennych. Zagadnienia wariacyjne z ruchomymi końcami. Zagadnienie Bolzy.	8
W3	Zagadnienia wariacyjne z więzami. Zagadnienia izoperymetryczne, metoda mnożników Lagrangea. Zagadnienia wariacyjne z ekstremami warunkowymi.	6
W4	Warunek wystarczający na ekstremum. Lemat Legendrea, drugi warunek konieczny na ekstremum funkcjonału w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym. Równanie Jacobiego, warunek Jacobiego jako warunek wystarczający na ekstremum funkcjonału w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym.	5
W5	Zagadnienia sterowania optymalnego. Informacja o systemach dynamicznych. Zagadnienie sterowania optymalnego z ustalonym horyzontem czasowym, zasada maksimum Pontriagina. Zagadnienie sterowania optymalnego z nieustalonym momentem końcowym, warunek transversalności.	5

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN

ĆWICZENIA		
LP	TEMATYKA ZAJĘĆ OPIS SZCZEGÓŁOWY BLOKÓW TEMATYCZNYCH	LICZBA GODZIN
C1	Najprostsze zagadnienie wariacyjne. Związki pomiędzy ekstremami słabymi i mocnymi funkcjonalów całkowych. Klasyczne zagadnienia rachunku wariacyjnego, zastosowanie równania Eulera do wyznaczania ekstremal w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym.	6
C2	Zaawansowane zagadnienia wariacyjne. Wyznaczanie ekstremal w zaawansowanych zagadnieniach wariacyjnych. Zastosowanie warunków transversalności w zagadnieniach z ruchomymi końcami i w zagadnieniu Bolzy.	8
C3	Zagadnienia wariacyjne z więzami. Zastosowanie metody mnożników Lagrangea do zagadnień izoperymetrycznych i do wyznaczania innych ekstremów warunkowych.	6
C4	Warunek wystarczający na ekstremum. Badanie warunków równoważnych warunkowi Jacobiego. Zastosowanie warunku Jacobiego do wyznaczania ekstremum funkcjonau w najprostszym zagadnieniu wariacyjnym.	6
C5	Zagadnienia sterowania optymalnego. Zastosowanie zasady maksimum Pontriagina w zadaniach sterowania optymalnego z ustalonym momentem końcowym.	4

7 NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE

N1 Wykłady

N2 Zadania tablicowe

N3 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	60
Konsultacje przedmiotowe	10
Egzaminy i zaliczenia w sesji	10
Godziny bez udziału nauczyciela akademickiego wynikające z nakładu pracy studenta, w tym:	
Przygotowanie się do zajęć, w tym studiowanie zalecanej literatury	120
Opracowanie wyników	0
Przygotowanie raportu, projektu, prezentacji, dyskusji	0
SUMARYCZNA LICZBA GODZIN DLA PRZEDMIOTU WYNIKAJĄCA Z CAŁEGO NAKŁADU PRACY STUDENTA	200
SUMARYCZNA LICZBA PUNKTÓW ECTS DLA PRZEDMIOTU	7.00

9 SPOSOBY OCENY

OCENA FORMUJĄCA

F1 Kolokwium

OCENA PODSUMOWUJĄCA

P1 Egzamin pisemny

P2 Egzamin ustny

P3 Średnia ważona ocen formujących

WARUNKI ZALICZENIA PRZEDMIOTU

W1 Pozytywna ocena formująca jest warunkiem przystąpienia do egzaminu

KRYTERIA OCENY

EFEKT KSZTAŁCENIA 1	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna definicji i twierdzeń rachunku wariacyjnego lub postępuje nieetycznie.
NA OCENĘ 3.0	Student zna w dostatecznym stopniu definicje i twierdzenia rachunku wariacyjnego; postępuje etycznie.

NA OCENĘ 3.5	Student zna w dostatecznym stopniu definicje i twierdzenia rachunku wariacyjnego oraz ilustruje je przykładami; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student precyzyjnie i ściśle formułuje definicje i twierdzenia rachunku wariacyjnego oraz ilustruje je przykładami; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student precyzyjnie i ściśle formułuje definicje i twierdzenia rachunku wariacyjnego, ilustruje je przykładami, zna idee dowodów twierdzeń; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student precyzyjnie i ściśle formułuje definicje i twierdzenia rachunku wariacyjnego, ilustruje je przykładami, zna pełne dowody twierdzeń; postępuje etycznie.
EFEKT KSZTAŁCENIA 2	
NA OCENĘ 2.0	Student nie zna definicji i twierdzeń teorii sterowania optymalnego lub postępuje nieetycznie.
NA OCENĘ 3.0	Student zna w dostatecznym stopniu definicje i twierdzenia teorii sterowania optymalnego; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 3.5	Student zna w dostatecznym stopniu definicje i twierdzenia teorii sterowania optymalnego oraz ilustruje je przykładami; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student precyzyjnie i ściśle formułuje definicje i twierdzenia teorii sterowania optymalnego oraz ilustruje je przykładami; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student precyzyjnie i ściśle formułuje definicje i twierdzenia teorii sterowania optymalnego, zna przykłady zastosowania twierdzeń; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student precyzyjnie i ściśle formułuje definicje i twierdzenia teorii sterowania optymalnego, zna przykłady zastosowania twierdzeń wraz z pełnym uzasadnieniem; postępuje etycznie.
EFEKT KSZTAŁCENIA 3	
NA OCENĘ 2.0	Student nie umie rozwiązać typowych zadań w zakresie EK3 lub postępuje nieetycznie.
NA OCENĘ 3.0	Student poprawnie rozwiązuje typowe zadania w zakresie EK3, umie uzasadnić wyniki; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 3.5	Student poprawnie rozwiązuje zadania o średnim stopniu trudności w zakresie EK3, umie uzasadnić wyniki; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student bezbłędnie rozwiązuje zadania o średnim stopniu trudności w zakresie EK3, umie precyzyjnie uzasadnić wyniki; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student poprawnie rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności w zakresie EK3, umie uzasadnić wyniki; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student bezbłędnie rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności w zakresie EK3, umie precyzyjnie uzasadnić wyniki; postępuje etycznie.
EFEKT KSZTAŁCENIA 4	

NA OCENĘ 2.0	Student nie umie rozwiązać typowych zadań w zakresie EK4 lub postępuje nieetycznie.
NA OCENĘ 3.0	Student poprawnie rozwiązuje typowe zadania w zakresie EK4, umie uzasadnić wyniki; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 3.5	Student poprawnie rozwiązuje zadania o średnim stopniu trudności w zakresie EK4, umie uzasadnić wyniki; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 4.0	Student bezbłędnie rozwiązuje zadania o średnim stopniu trudności w zakresie EK4, umie precyzyjnie uzasadnić wyniki; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 4.5	Student poprawnie rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności w zakresie EK4, umie uzasadnić wyniki; postępuje etycznie.
NA OCENĘ 5.0	Student bezbłędnie rozwiązuje zadania o podwyższonym stopniu trudności w zakresie EK4, umie precyzyjnie uzasadnić wyniki; postępuje etycznie.

10 MACIERZ REALIZACJI PRZEDMIOTU

EFEKT KSZTAŁCENIA	ODNIESIENIE DANEGO EFEKTU DO SZCZEGÓŁOWYCH EFEKTÓW ZDEFINIOWANYCH DLA PROGRAMU	CELE PRZEDMIOTU	TREŚCI PROGRAMOWE	NARZĘDZIA DYDAKTYCZNE	SPOSOBY OCENY
EK1	K_W02 K_W05 K_W06 K_W07 K_W13 K_W14 K_U13 K_U14 K_K04 K_K06	Cel 1	W1 W2 W3 W4 C1 C2 C3 C4	N1 N2 N3	P2
EK2	K_W02 K_W05 K_W06 K_W07 K_U13 K_U14 K_K04 K_K06	Cel 2	W5 C5	N1 N2 N3	P2
EK3	K_U05 K_U06 K_U09 K_U10 K_K02 K_K04	Cel 1	W1 W4 C1 C4	N1 N2 N3	F1 P1 P3
EK4	K_U05 K_U06 K_U09 K_U10 K_K02 K_K04	Cel 1 Cel 2	W2 W3 W4 W5 C2 C3 C5	N1 N2 N3	F1 P1 P3

11 WYKAZ LITERATURY

LITERATURA PODSTAWOWA

- [1] | **J. Muszyński** — *Równania różniczkowe zwyczajne i elementy rachunku wariacyjnego*, Warszawa, 2003, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej
- [2] | **E. Panek** — *Ekonomia matematyczna*, Poznań, 2003, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu
- [3] | **M.L. Krasnov, G.I. Makarenko, A.I. Kisielev** — *Problems and Exercises in the Calculus of Variations*, Moscow, 1984, Mir Publishers

LITERATURA UZUPEŁNIAJĄCA

- [1] | **W. Kołodziej** — *Wybrane rozdziały analizy matematycznej*, Warszawa, 1970, PWN
- [2] | **L. Komzsik** — *Applied Calculus of Variations for Engineers*, Boca Raton, 2009, CRC Press

12 INFORMACJE O NAUCZYCIELACH AKADEMICKICH

OSOBA ODPOWIEDZIALNA ZA KARTĘ

dr Mariusz Jużyniec (kontakt: juzyniec@pk.edu.pl)

OSOBY PROWADZĄCE PRZEDMIOT

- 1 dr Wacław Pielichowski (kontakt: wpielich@pk.edu.pl)
- 2 dr Mariusz Jużyniec (kontakt: juzyniec@pk.edu.pl)

13 ZATWIERDZENIE KARTY PRZEDMIOTU DO REALIZACJI

(miejscowość, data)

(odpowiedzialny za przedmiot)

(dziekan)

PRZYJMUJĘ DO REALIZACJI (data i podpisy osób prowadzących przedmiot)

.....
.....