



KARTA PRZEDMIOTU OFEROWANEGO W SZKOLE DOKTORSKIEJ

Kod przedmiotu		Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Wybrane zagadnienia biomechaniki	
			w j. angielskim	Selected problems of biomechanics	
Rodzaj zajęć	specjalnościowe / warsztat badacza				
Kierownik przedmiotu	dr hab. inż. Cezary Rzymkowski, prof. uczelni		Prowadzący zajęcia	dr hab. inż. Cezary Rzymkowski, prof. uczelni	
Jednostka realizująca	Centrum Studiów Zaawansowanych PW	Dyscyplina/y naukowa/e	• automatyka, elektronika, elektrotechnika i technologie kosmiczne, • inżynieria biomedyczna, • inżynieria mechaniczna		
Poziom kształcenia	kształcenie doktorantów	Semestr studiów	zimowy / letni		
Język zajęć	polski				
Forma zaliczenia	Zaliczenie	Sumaryczna liczba godzin w semestrze	30	Sumaryczna liczba ECTS	2
Minimalna liczba uczestników	10	Maksymalna liczba uczestników	100	Dostępność dla studentów I lub II stopnia	Tak/Nie
Typ zajęć		Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium Seminarium
Liczba godzin zajęć	tygodniowo	2			
	łącznie w semestrze	30			

1. Wymagania wstępne

Wskazana znajomość podstaw mechaniki ogólnej.

2. Cele przedmiotu

Celem przedmiotu jest zapoznanie słuchaczy z wybranymi zagadnieniami i metodami badawczymi (eksperymentalnymi i obliczeniowymi) biomechaniki człowieka. Dwóm działom poświęcono największą uwagę. Są to: biomechanika zderzeń/urazów (z zastosowaniami do poprawy bezpieczeństwa w środkach transportu drogowego) oraz badania z pogranicza biomechaniki i biorobotyki. Istotny element wykładów stanowią prezentacje wykorzystania określonych metod do rozwiązania konkretnych problemów badawczych (i możliwych zastosowań praktycznych) na przykładach projektów zrealizowanych z udziałem wykładowcy, co umożliwia zapoznanie się z oryginalnymi wynikami, których część nie jest publicznie dostępna.

3. Treści programowe (dla każdego typu zajęć oddzielnie)

Wykład

- Krótkie wprowadzenie na temat podstaw anatomii układu mięśniowo-szkieletowego oraz układu nerwowego („układu sterowania”) człowieka.
- Metody i narzędzia podstawowych badań wykorzystywane w biomechanice – rejestracja ruchu (metoda klasyczna z wykorzystaniem markerów i metody bez markerów), sił/obciążeń oraz sygnałów biologicznych (EMG, EKG, EEG, EOG, MMG,).
- Aspekty etyczno-prawne prowadzenia badań doświadczalnych w biomechanice.
- Metody modelowania komputerowego w biomechanice – ogólne wprowadzenie, specyfika badań, zagadnienie personalizacji modeli.
- Opracowanie, analiza, agregowanie danych z badań eksperymentalnych i numerycznych.
- Zagadnienia walidacji/weryfikacji modeli materialnych i symulacyjnych, ocena dokładności i biozgodności.



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

- Tolerancja poszczególnych części ciała człowieka na obciążenia, zależność zagrożeń od amplitudy i czasu ich działania, biomechaniczne kryteria oceny ryzyka i skale obrażeń.
- Metody badawcze biomechaniki zderzeń: analiza statystyczna, (retrospektywna) danych dotyczących rzeczywistych zdarzeń/wypadków, badania eksperymentalne z udziałem ochotników oraz z wykorzystaniem zwierząt i PMHS (zwłok lub preparatów pochodzących ze zwłok), badania symulacyjne.
- Wykorzystanie rejestrowanych (*on-line*) sygnałów biologicznych na potrzeby sterowania aktywnych egzoszkieletów/zrobotyzowanych stanowisk rehabilitacyjnych.

Laboratorium

4. Efekty uczenia się

Rodzaj efektu	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się w SZD	Sposób weryfikacji efektów uczenia*
Wiedza			
W01	Ma podstawową wiedzę o budowie i działaniu układu ruchu człowieka jako systemu biomechanicznego (budowa układu mięśniowo szkieletowego, sterowanie przez centralny układ nerwowy	SD_W2	test/sprawdzian końcowy
W02	Ma uporządkowaną wiedzę o zasadach modelowania matematycznego i symulacji komputerowej układu ruchu człowieka.	SD_W2, SD_W3	test/sprawdzian końcowy
W03	Ma wiedzę w zakresie zasad rejestracji, przetwarzania i interpretacji sygnałów biologicznych w dziedzinach czasu i częstotliwości.	SD_W2, SD_W3	test/sprawdzian końcowy
W04	Ma wiedzę w zakresie wykorzystaniu osiągnięć biomechaniki zderzeń do poprawy bezpieczeństwa biernego użytkowników pojazdów samochodowych.	SD_W3, SD_W5	test/sprawdzian końcowy
Umiejętności			
U01	Umie stosować metody modelowania matematycznego i symulacji komputerowej do obliczania sił rozwijanych przez mięśnie szkieletowe i sił reakcji w głównych stawach człowieka wywołanych obciążeniami występującymi w życiu codziennym, w trakcie pracy fizycznej, podczas ćwiczeń fizycznych.	SD_U1, SD_U2	test/sprawdzian końcowy
U02	Umie oszacować wartości sił o charakterze uderzeniowym działających na ciało człowieka (i ich skutki dla życia i zdrowia) pojawiających się w trakcie wypadku drogowego i/lub wypadku przy pracy.	SD_U2, SD_U3	test/sprawdzian końcowy
U03	Umie stosować nowoczesne metody (aparatura, oprogramowanie) do pomiaru biomechanicznych parametrów ruchu ciała człowieka (siły, momenty sił, przemieszczenia, elektromiogramy).	SD_U1, SD_U2	test/sprawdzian końcowy
Kompetencje społeczne			
K01	Rozumie celowość/konieczność wykorzystania wyników badań naukowych dla dobra społeczeństwa (poprawa bezpieczeństwa w ruchu drogowym, łatwiejszy dostęp do skutecznej rehabilitacji).	SD_K2, SD_K3	test/sprawdzian końcowy
K02	Rozumie konieczność ścisłego przestrzegania zasad etyczno-prawnych przy prowadzeniu badań z udziałem ludzi, PMHS, a także zwierząt.	SD_K5	test/sprawdzian końcowy



Szkoła Doktorska

Politechnika Warszawska

* dozwolone sposoby weryfikacji efektów uczenia się: egzamin; egzamin ustny; kolokwium pisemne; kolokwium ustne; ocena projektu; ocena sprawozdania; ocena raportu; ocena prezentacji; ocena aktywności w trakcie zajęć; prace domowe; test

5. Kryteria oceny

Podstawą zaliczenia przedmiotu będą wyniki pisemnego sprawdzianu, który zostanie przeprowadzony na ostatnich zajęciach. Sprawdzian będzie składał się z kilkunastu pytań testu wielokrotnego wyboru oraz kilku pytań otwartych. Uzyskane za odpowiedzi punkty zostaną przeliczone na oceny zgodnie z podanymi niżej zasadami:

Liczba punktów (maksymalnie 100)/Ocena końcowa:

100-90/5,0
89,9-80/4,5
79,9-70/4,0
69,9-65/3,5
64,9-60/3,0
poniżej 60/2,0

Jeśli wynik testu jest niezadowolający i Doktorant/Student chce go poprawić, powinien poinformować o tym prowadzącego w ciągu tygodnia po otrzymaniu wyniku. Metodę poprawy ustala się indywidualnie w wyniku porozumienia student–prowadzący zajęcia.

6. Literatura

Literatura podstawowa:

- [1] Nigg B.M., Herzog W.: Biomechanics of the Musculo–skeletal System, John Wiley and Sons Ltd, 2007.
- [2] Panjabi M.M. and White A.A.: Biomechanics of the Musculoskeletal System, Churchill Livingstone, New York, Edinburgh, London, Philadelphia, 2001.
- [3] Schmitt, K.-U., Niederer, P.F., Cronin, D.S., Muser, M.H., Walz, F.: Trauma Biomechanics -- An Introduction to Injury Biomechanics, Springer, 2014.
- [4] Winter D.A.: Biomechanics and motor control of human movement, 4th ed., John Wiley & Sons, Inc., 2009.

Literatura uzupełniająca:

- [1] Wskazówki dotyczące literatury uzupełniającej będą podawane przez wykładowcę w miarę potrzeb.
- [2] Kopie slajdów będą systematycznie udostępniane przez platformę MS-Teams kilka dni przed wykładem.

7. Nakład pracy studenta niezbędny do osiągnięcia efektów uczenia się**

Lp.	Opis	Liczba godzin
1	godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu	30
2	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim w ramach konsultacji, egzaminów, sprawdzianów itp.	5
3	Godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do zajęć oraz opracowania sprawozdań, projektów, prezentacji, raportów, prac domowych	10
4	godziny pracy samodzielnej studenta w ramach przygotowania do egzaminu, sprawdzianu, zaliczenia	15
Sumaryczny nakład pracy studenta		60
Liczba punktów ECTS		2

** 1 ECTS pracy = 25-30 godzin nakładu pracy studenta (np. 2 ECTS = 60 godzin; 4 ECTS = 110 godzin)

8. Informacje dodatkowe

Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich	1
Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym	