



## KARTA OPISU PRZEDMIOTU - SYLABUS

Nazwa przedmiotu

Biomechaniczne modelowanie ruchu człowieka [S2IBio1E>BMRC]

### Przedmiot

Kierunek studiów

Inżynieria biomedyczna/Biomedical Engineering

Rok/Semestr

1/1

Studia w zakresie (specjalność)

–

Profil studiów

ogólnoakademicki

Poziom studiów

drugiego stopnia

Język oferowanego przedmiotu

angielski

Forma studiów

stacjonarne

Wymagalność

obligatoryjny

### Liczba godzin

Wykład

15

Laboratorium

30

Inne

0

Ćwiczenia

0

Projekty/seminaria

0

### Liczba punktów ECTS

4,00

### Koordynatorzy

dr hab. inż. Jacek Buśkiewicz

jacek.buskiewicz@put.poznan.pl

### Wykładowcy

### Wymagania wstępne

Wykształcenie inżynierskie pierwszego stopnia z zakresu matematyki, biomechaniki inżynierskiej, wytrzymałości materiałów oraz mechaniki technicznej.

### Cel przedmiotu

Rozszerzenie wiedzy z zakresu: modelowania w dynamice układów biomechanicznych i urządzeń wspierających organizm człowieka, budowy modeli empirycznych oraz przeprowadzania symulacji komputerowych.

### Przedmiotowe efekty uczenia się

Wiedza:

1. Student ma wiedzę z zakresu modelowania struktur biologicznych, w tym modeli obciążeniowych układu mięśniowo-szkieletowego człowieka.
2. Student ma wiedzę na temat budowania równań różniczkowych ruchu i numerycznego całkowania tych równań.
3. Student zna podstawowe metody i techniki komputerowe stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich z zakresu biodynamiki.

4. Student ma wiedzę na temat różnych podejść w modelowaniu wybranych aktywności człowieka.

Umiejętności:

1. Student potrafi stosować metody analityczne i numeryczne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich z zakresu dynamiki układów biomechanicznych w inżynierii biomedycznej.
2. Student potrafi opracować model matematyczny z zakresu biodynamiki człowieka, sformułować założenia upraszczające, dokonać modelowania i przeprowadzić symulację komputerową, potrafi dostrzec ograniczenia modelu.

Kompetencje społeczne:

1. Rozumienie potrzeby uczenia się przez całe życie; inspirowanie i organizowanie procesu uczenia się innych osób.
2. Świadomość korzyści jakie niesie połączenie wiedzy inżynierskiej i biomedycznej dla społeczeństwa.
3. Rozumienie potrzeby formułowania i przekazywania społeczeństwu informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i medycyny.

### Metody weryfikacji efektów uczenia się i kryteria oceny

Efekty uczenia się przedstawione wyżej weryfikowane są w następujący sposób:

Wykład: Zaliczenie składa się z pytań ogólnych i obecności na wykładzie: Skala ocen: poniżej 50% – ndst., 50%÷59% – dst, 60%÷69% – dst+, 70%÷79% – db, 80%÷89% – db+, 90%÷100% – bdb).

Laboratorium: Ocena umiejętności praktycznego rozwiązania zadanego problemu: 2 zadania praktyczne (za poprawne rozwiązanie każdego zadania 2,5 pkt. Skala ocen jak wyżej).

### Treści programowe

Wykład:

1. Statyka Analityczna - zasada prac przygotowanych.
2. Dynamika Analityczna - równania Lagrange'a II rodzaju.
3. Modelowanie, rodzaje modeli, modele biomechaniczne.
4. Modele biodynamiczne do analizy wybranych ruchów człowieka, np. zeskok, wyskok. Szacowanie momentów sił mięśniowych.
5. Modelowanie sił mięśniowych. Problemy sterowania nadmiarowego.
6. Modelowanie dynamiczne w aspekcie oceny wpływu drgań na organizm człowieka.

Laboratorium:

1. Omówienie zasad zaliczenia przedmiotu. Narzędzia komputerowe do obliczeń symbolicznych i numerycznych, programy wspomagające projektowanie i obliczenia inżynierskie. Programy do analizy kinematycznej i dynamicznej układów mechanicznych. Wprowadzenia do programu do obliczeń symbolicznych i numerycznych MATHEMATICA.
2. Wyznaczanie sił mięśniowych przypadki statycznie wyznaczalne i sterowanie nadmiarowe (zagadnienie wielokrotnie statycznie niewyznaczalne).
3. Wyznaczanie momentów sił mięśniowych w kończynie górnej przy skurczu izometrycznym dla zadanego obciążenia utrzymanego w dłoni - zasada prac przygotowanych.
4. Wyznaczanie momentów sił mięśniowych w kończynie górnej przy ćwiczeniach z ekspanderem - wyznaczenie położenia równowagi dla zadanego momentu siły.
5. Równania Lagrange'a II rodzaju. Analiza dwumasowego modelu dynamicznego człowieka podczas zeskoku bez tłumienia.
6. Równania Lagrange'a II rodzaju. Analiza dwumasowego modelu dynamicznego człowieka podczas zeskoku z tłumieniem. Zagadnienie własne.
7. Model tyczkarza.
8. Zaliczenie i omówienie wyników zaliczenia.

### Tematyka zajęć

Wykład:

1. Statyka Analityczna - zasada prac przygotowanych.
2. Dynamika Analityczna - równania Lagrange'a II rodzaju.
3. Modelowanie, rodzaje modeli, wybrane modele biomechaniczne, np. zeskok, wyskok - szacowanie momentów sił mięśniowych.
4. Modelowanie sił mięśniowych. Problemy sterowania nadmiarowego.

## 5. Opis kątów w wybranych w stawach zgodnie z konwencją ISB. Macierze transformacji.

### Laboratorium:

Praca w programie przeznaczonym do modelowania kinematyki i dynamiki układu ruchu człowieka - OpenSim. Tematy realizowane podczas laboratorium będą dotyczyły m.in. wykorzystania technik analizy ruchu w modelowaniu biomechanicznym, wpływu długości mięśni i ścięgien na moment mięśniowy generowany w stawie, przewidywania efektywności zabiegów chirurgicznych wykonywanych poprzez zmianę długości, czy przeszczep ścięgna, wykorzystania metod kinematyki i dynamiki odwrotnej w obserwacji różnych wzorców ruchowych, szacowania sił mięśniowych z wykorzystaniem metod sterowania nadmiarowego oraz analizy skuteczności zaopatrzenia ortopedycznego w prewencji urazów.

### Metody dydaktyczne

1. Wykład: prezentacja ilustrowana przykładami podawanymi na tablicy, rozwiązywanie zadań.
2. Ćwiczenia laboratoryjne: implementacja i rozwiązywanie zadań w programie Mathematica, dyskusja.

### Literatura

#### Podstawowa

1. Mechanika Techniczna, t. XII Biomechanika, pod red. R. Będzińskiego, Część 5. Problemy dynamiki w biomechanice, Modelowanie ciała człowieka, Wojciech Blajer. IPPT PAN, Warszawa, 2011
2. Będziński R., Biomechanika inżynierska - zagadnienia wybrane, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej, Wrocław, 1997.
3. A. Morecki, J.Knapczyk, K. Kędzior, Teoria mechanizmów i manipulatorów, Dział 8 - wybrane zagadnienia biomechaniki ruchu człowieka, WNT, Warszawa, 2002.

#### Uzupełniająca

1. Guter R.S., Janpolski A.R, Równania różniczkowe, PWN, Warszawa, 1989.
2. Griffin M. J.: The validation of biodynamic models. Clinical Biomechanics 16 Supplement No. 1, 2001, ss. 81-S86.
3. Wierzbicki A.: Modele i wrażliwość układów sterowania. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1977.
4. Nosiadek L., Praca doktorska, Synteza modeli biomechanicznych ciała człowieka opisujących zeskokki na podstawie badań doświadczalnych, Politechnika Krakowska, 2006.

### 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