

## **KRÓTKI OPIS WYBRANYCH PRZEDMIOTÓW SPECJALNOŚCI "BIOMECHANIKA INŻYNIERSKA"**

### **Biomechanika tkanek (BTKAN)**

Tkanki są materiałami żywymi, które pod wpływem różnych czynników i sygnałów, w inteligentny sposób zmieniają swoje własności fizyczne i biologiczne. Z inżynierskiego punktu widzenia są to materiały, w których kluczową rolę odgrywają efekty sprzężone, takie jak: oddziaływanie pomiędzy odkształcalnym i porowatym ciałem stałym, a płynem, termosprężystość, piezoelektryczność, dysypacja energii i inne. Podczas wykładu, student otrzymuje podstawową wiedzę, niezbędną do rozumienia zjawisk i procesów biomechanicznych, zachodzących w żywym organizmie oraz do ich opisu i analizy. Dzięki temu, absolwent jest gotowy do pracy przy projektowaniu, obsłudze czy naprawie różnych wyrobów biomedycznych.

### **Biotrybologia (BTRIB)**

W trakcie kursu tego przedmiotu studenci poznają procesy tarcia, zużywania i smarowania zachodzące w stawach ludzkich naturalnych i implantowanych. Zaznajomią się także z modelami tarcia i zużycia, rodzajami i przyczynami zniszczeń implantów, a także ze sposobami podwyższania trwałości implantowanych stawów. Dowiedzą się też, w jaki sposób tarcie wykorzystywane jest przez organizmy żywe oraz jak człowiek, na podstawie naturalnych kładów trybologicznych, próbuje optymalizować swoje wyroby (kostiumy do pływania, samoczyszczące się materiały, taśmy samoprzylepne).

### **Certyfikacja wyrobów medycznych (BCERT)**

Wyroby biomedyczne podlegają szczególnie ostrym wymaganiom, które muszą być spełnione przed wprowadzeniem produktu na rynek. W ramach tego, bardzo ważnego dla inżyniera przedmiotu, omawiane są zasadnicze przepisy i zasady stosowane przy wydawaniu certyfikatu dopuszczającego nowy wyrób do użytku.

### **Dynamika układów wieloczłonowych (DYNCZ)**

Studenci nauczą się sposobu obliczania prędkości i przyspieszeń poszczególnych członów manipulatorów. W ramach laboratorium studenci poznają moduł SimScape Matlab, służący do symulacji ruchu układów wieloczłonowych.

### **Elementy analizy funkcjonalnej (ELAMF)**

Analiza funkcjonalna jest ważnym działem analizy matematycznej, zajmującej się badaniem własności przestrzeni funkcyjnych i znajduje zastosowanie we wszystkich dziedzinach nauk ścisłych. Podczas kursu przedstawione zostaną zagadnienia związane z rachunkiem wariacyjnym oraz geometrią różniczkową.

## **Elementy projektowania systemów akwizycji danych i sterowania (BAKWD)**

W dobie, gdy elektronika stała się nieodłącznym atrybutem naszego życia, podstawowa umiejętność programowania staje się nieodzowną umiejętnością każdego inżyniera, a szczególnie pracującego w obszarze inżynierii biomedycznej, gdzie często stosowane są zaawansowane technologie. Podczas kursu studenci zapoznają się z istotą stosowania mikrokontrolerów, czyli jednokładowych mikrokomputerów, do zbierania i analizy różnych sygnałów oraz sterowania urządzeń zewnętrznych. Uczestnicy kursu poznają na przykładzie Arduino podstawowe zasady działania mikrokontrolerów i ich programowania w języku C/C++, a w ramach laboratorium każdy ze studentów dostaje zestaw składający się z Arduino, różnych czujników i elementów wykonawczych i realizuje praktyczny, własny, wymyślony przez siebie lub podpowiedziany przez wykładowcę projekt.

## **Metody numeryczne i doświadczalne (BNUMD)**

Studenci poznają podstawowe algorytmy numeryczne potrzebne do rozwiązywania problemów matematycznych typu całkowanie, rozwiązywanie układów równań czy metoda najmniejszych kwadratów. Nabędą także umiejętności samodzielnego napisania programu komputerowego wykorzystującego ww. algorytmy lub wykorzystanie istniejących algorytmów do własnych celów. Studenci poznają także metody eksperymentalne potrzebne do określenia własności wytrzymałościowych takich struktur jak: kość, mięśnie, więzadła, ścięgno, chrząstka.

## **Metody optymalizacji konstrukcji (BOPTK)**

W dzisiejszych czasach, gdy konkurencja na rynku jest bardzo duża, powstają coraz bardziej zaawansowane i doskonalsze konstrukcje. Muszą one nie tylko spełniać swe funkcje, ale także być lepsze od innych. Teoria optymalizacji ma swoje korzenie w ekonomii i zarządzaniu, jednak od dawna stała się też jednym z podstawowych narzędzi używanych przez inżynierów przy projektowaniu. Dostarcza bowiem analityczne i komputerowe metody takiego doboru parametrów i funkcji projektowych, aby wybrana cecha konstrukcji jak na przykład ciężar, wytrzymałość, trwałość, koszt czy niezawodność była jak najlepsza. W ramach kursu słuchacze zapoznają się z podstawowymi metodami optymalizacji stosowanymi współcześnie przy projektowaniu konstrukcji i w innych dziedzinach życia oraz z wybranymi przykładami ich zastosowania w praktyce.

## **Mechanika ośrodków ciągłych (MEOCI)**

Mechanika ośrodków ciągłych jest jedną z podstawowych dziedzin wiedzy, którą każdy inżynier mechanik powinien znać. Elementarna wiedza w tym obszarze zapewnia podstawy do rozumienia mechanicznych własności elementów konstrukcji i maszyn, ich wzajemnych oddziaływań i reakcji na zewnętrzne siły, pola termiczne, grawitacyjne i inne. Stanowi ona również bazę do rozumienia efektów biomechanicznych w żywych organizmach. Jest ona też niezbędnym elementem do zrozumienia i świadomego stosowania metody elementów skończonych. W ramach kursu omówione są teoretyczne podstawy mechaniki wybranych ośrodków sprężystych i niesprężystych ilustrowane prostymi przykładami głównie z obszaru wytrzymałości materiałów i dynamiki elementów konstrukcji.

## **Parametryczne projektowanie w systemach CAD (PARSW)**

Znajomość systemów CAD (komputerowo wspomaganego projektowania) jest obecnie jedną z niezbędnych, wymaganych umiejętności inżyniera mechanika w wielu dziedzinach jego działalności zawodowej, zaś biegła znajomość profesjonalnych systemów CAD/CAM/CAE jest cennym atutem na rynku pracy. Poprzez szereg ćwiczeń w trakcie zajęć w laboratorium komputerowym wyrabiana jest umiejętność stosowania systemów CAD do rozwiązywania typowych, jak i niekonwencjonalnych problemów inżynierskich związanych z projektowaniem konstrukcji i jej zapisem.

Udział w zajęciach tego przedmiotu to m.in. możliwość:

- rozszerzenia i uzupełnienia wiedzy zdobytej w dotychczasowym toku studiów związanej z tematyką projektowania,
- nabycie praktycznej umiejętności posługiwania się zaawansowanym systemem CAD w zakresie dotyczącym trójwymiarowego, parametrycznego modelowania części maszyn, tworzenia zespołów i wykonywania dokumentacji technicznej oraz wstępu do analizy inżynierskiej,
- sprawdzenia swoich dotychczas nabytych umiejętności modelowania i projektowania z użyciem systemów CAD,
- wymiany własnych doświadczeń w posługiwaniu się systemami CAD z innymi studentami,
- przygotowania się do kolejnych zajęć projektowych, w których praktyczna znajomość systemów CAD jest niezbędna,
- także nabycie świadomości ograniczeń systemów CAD oraz krytycznego podejścia do uzyskiwanych wyników analiz komputerowych.

## **Podstawy teorii drgań (POTDR)**

Drgania różnej natury są nieodłącznym elementem naszego życia, począwszy od drgań atomów w materii, poprzez różnego rodzaju fale po drgania mechaniczne konstrukcji i maszyn, które nieraz mogą albo prowadzić do nieprawidłowej pracy, nadmiernego zużycia czy nawet zniszczenia urządzenia, albo też są świadomie wykorzystywane w wielu sytuacjach. Jednym z ważnych problemów są efekty oddziaływania różnych drgań takich jak mechaniczne w tym akustyczne i ultradźwięki, zmienne pola elektromagnetyczne, termiczne, światło czy grawitacyjne na żywy organizm.

W ramach wykładu przedstawione są podstawowe elementy teorii i analizy drgań układów dyskretnych i ciągłych, tłumienia drgań oraz ich efektów, a w ramach laboratorium uczestnicy poznają eksperymentalne metody badawcze z naciskiem na praktyczne zastosowania jak na przykład identyfikacja lokalnych uszkodzeń konstrukcji czy projektowanie optymalnego amortyzatora.

## **Podstawy teoretyczne MES (PTMES)**

Metoda Elementów Skończonych (MES) jest aktualnie jednym z najważniejszych narzędzi stosowanych przez inżynierów różnych specjalności. Jednak poza umiejętnością obsługi programów komputerowych służących do analizy tą metodą konieczna jest podstawowa wiedza teoretyczna o podstawach MES, aby świadomie korzystać z dostępnego oprogramowania oraz prawidłowo interpretować uzyskane wyniki. Podczas wykładu omówione są zasadnicze elementy programu do analizy tą metodą oraz niezbędne do tego podstawy matematyczne i fizyczne. W ramach laboratorium uczestnicy piszą, z pomocą wykładowcy, własne, proste programy służące do analizy wytrzymałościowej elementów konstrukcji.

## Projektowanie w bioinżynierii (BPROJ)

Projektowanie w inżynierii biomedycznej jest procesem wykazującym:

- cechy ogólne procesu projektowania – wspólne dla twórczej działalności człowieka prowadzącej do powstawania nowych wytworów, materialnych lub niematerialnych, w tym również konstruowania maszyn,
- cechy projektowania szczególne – dotyczące wytwarzania wyrobów związanych z szeroko rozumianą ochroną zdrowia i leczeniem.

Projektowanie w inżynierii biomedycznej obejmuje wytwarzanie wyrobów o różnym poziomie złożoności i technologicznego zaawansowania oraz różnym stopniu interakcji z organizmem człowieka, przykładowo od urządzeń diagnostyki medycznej i instrumentarium ortopedycznego, poprzez konstrukcje sztucznych stawów do wyrobów zastępujących tkanki lub organy (np. sztuczne serce). Niezwykle istotnym aspektem projektowania jest konieczność spełnienia szczególnych wymogów wynikających z przeznaczenia wyrobów medycznych.

Interdyscyplinarna integracja działań naukowców, lekarzy i specjalistów różnych dziedzin prowadzi do pojawiania się na „rynku medycznym” wyrobów o nowych cechach użytkowych i coraz większym stopniu zaawansowania. Niejednokrotnie w procesie ich budowy w coraz większym zakresie implementowana jest wiedza o strukturze i zasadach działania poszczególnych organizmów, narządów lub tkanek. W wyniku takich działań uzyskuje się wyroby charakteryzujące się wierniejszym odwzorowaniem (naśladownictwem) naturalnych funkcji zastępowanych tkanek lub narządów, w porównaniu z wcześniej stosowanymi rozwiązaniami konstrukcyjnymi. Przykładem może być porównanie wczesnych protez ręki i tzw. protez bionicznych.

Przedmiot składa się *wykładu*, na którym studenci zaznajamiają się z różnymi aspektami projektowania w inżynierii biomedycznej oraz *laboratorium*, w ramach którego studenci wykonują projekty wybranych urządzeń medycznych, np. stosowanych w ortopedii.

## **Techniki obrazowania medycznego (BTOBR)**

Obrazowanie medyczne jest często nazywane „podróżą w głąb ludzkiego ciała”. Jest to pod wieloma względami podróż fascynująca, choćby dlatego że:

- 1) Pozwala uwidocznic to, co w normalnych warunkach jest niewidoczne dla oka, bez czynienia szkody dla zdrowia ludzkiego (przy przestrzeganiu przyjętych, ściśle normowanych reguł postępowania).
- 2) Wykazuje niepodważalną użyteczność w diagnostyce oraz monitorowaniu leczenia, pozwala także na wspomaganie wykonywania pewnych zabiegów medycznych z użyciem systemów wizyjnych.
- 3) Dostarcza jakościowych i ilościowych informacji możliwych do ich komputerowej analizy i przetwarzania.
- 4) Z inżynierskiego punktu widzenia pozwala uzyskać dane, które w pewnych warunkach mogą być użyteczne do komputerowego modelowania tkanek i organów ludzkich oraz zjawisk zachodzących w organizmie.
- 5) Jest wyrazem potęgi ludzkiej wyobraźni, pasji, wiedzy, doświadczenia i pracy wielu ludzi: lekarzy, naukowców, inżynierów i innych osób, działających na przestrzeni wielu lat.

Powyżej wymienione cechy obrazowania medycznego przedstawiane są w ramach przedmiotu: Techniki obrazowania medycznego. Studenci zaznajamiają się z technikami obrazowania takimi jak rentgenowska tomografia komputerowa, tomografia rezonansu magnetycznego, emisyjne (izotopowe) metody obrazowania, ultrasonografia i inne. Poznają:

- uwarunkowania oraz przyczyny stosowania różnorodnych technik obrazowania,
- fizyczne podstawy metod akwizycji danych,
- sposób tworzenia obrazów przekrojów ciała ludzkiego,
- zalety i wady poszczególnych technik oraz zakres ich stosowania,
- budowę urządzeń do akwizycji danych i tworzenia obrazów,
- wybrane sposoby dwu- i trójwymiarowych wizualizacji danych,
- ogólny opis standardu zapisu danych medycznych DICOM,
- podstawowe metody przetwarzania cyfrowych obrazów medycznych

## **Technologie generatywne, mikro i nano technologie w bioinżynierii (MBGEN)**

W ramach tego kursu przedstawiane są technologie stosowane w bioinżynierii, ze szczególnym naciskiem na prężnie rozwijającą się dziedzinę, jaką jest druk 3D. Celem tego przedmiotu jest nauczenie studentów myślenia procesowego, dzięki któremu możliwe jest wybranie odpowiedniej metody produkcji wyrobu.

### **Wybrane zagadnienia inżynierii ortopedycznej (BIORT)**

Podczas tego kursu przedstawiane są zagadnienia z zakresu anatomii i fizjologii, związane z układem motorycznym człowieka. Opisywane są metody rehabilitacji i przykładowe rozwiązania stosowane w inżynierii ortopedycznej.

### **Zaawansowane technologie obróbki i wytwarzania (ZTOBW)**

W toku zajęć omówione zostają technologie związane z wytwarzaniem elementów stosowanych w medycynie, lotnictwie, górnictwie i innych. Studentom przedstawione zostaną metody łączenia metali i ceramiki, nanomateriałów oraz materiałów typu honeycomb, charakterystyka tych połączeń i materiałów. Celem zajęć jest poszerzenie wiedzy studenta o metody wytwarzania elementów trudnych do osiągnięcia tradycyjnymi metodami.

### **Zaopatrzenie ortopedyczne (BZORT)**

To kluczowy przedmiot inżynierskiego pojmowania procesów przywracania lokomocji i motoryki organizmu ludzkiego w procesie rehabilitacji i powrotu do zdrowia. Realizowane cele nauczania opierają się o rozpoznanie i dobór technicznych obiektów wspomagających oraz zastępujących utracone funkcje układu ruchu człowieka. Przedstawiane są środki doraźnego i czasowego zaopatrzenia ortopedycznego w postaci, protez, ortez, gorsetów, łusek i innych.

### **Zarys anatomii i fizjologii (ZANAT)**

Podczas kursu tego przedmiotu przedstawione są niezbędne elementy anatomii człowieka dla inżynierów specjalizujących się w projektowaniu, produkcji i obsłudze urządzeń biomedycznych.