

Standardy kształcenia dla kierunku studiów:**Inżynieria biomedyczna****A. STUDIA PIERWSZEGO STOPNIA****I. WYMAGANIA OGÓLNE**

Studia pierwszego stopnia trwają nie krócej niż 7 semestrów. Liczba godzin zajęć nie powinna być mniejsza niż 2400. Liczba punktów ECTS (European Credit Transfer System) nie powinna być mniejsza niż 210.

II. KWALIFIKACJE ABSOLWENTA

Absolwent posiada podstawową wiedzę z zakresu inżynierii biomedycznej, w tym w obszarze informatyki medycznej, elektroniki medycznej, biomechaniki inżynierskiej, inżynierii biomateriałów. Absolwent posiada umiejętności korzystania z nowoczesnej aparatury oraz systemów diagnostycznych i terapeutycznych opierających się na metodach, technikach i technologiach teleinformatycznych, informatycznych, elektronicznych i materiałowych. Absolwent jest przygotowany do: współpracy z lekarzami medycyny w zakresie integracji, eksploatacji, obsługi i konserwacji aparatury medycznej oraz obsługi systemów diagnostycznych i terapeutycznych; udziału w wytwarzaniu i projektowaniu aparatury medycznej oraz systemów diagnostycznych i terapeutycznych oraz udziału w pracach naukowo-badawczych związanych z inżynierią biomedyczną. Absolwent przygotowany jest do pracy w: szpitalach, jednostkach klinicznych, ambulatoryjnych i poradniach oraz innych jednostkach organizacyjnych lecznictwa; jednostkach wytwórczych aparatury i urządzeń medycznych; jednostkach obrotu handlowego i odbioru technicznego oraz akredytacyjnych i atestacyjnych aparatury i urządzeń medycznych; jednostkach projektowych, konstrukcyjnych i technologicznych aparatury i urządzeń medycznych; instytutach naukowo-badawczych i konsultingowych oraz administracji medycznej. Absolwent powinien znać język obcy na poziomie biegłości B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego Rady Europy oraz posiadać umiejętności posługiwania się językiem specjalistycznym z zakresu kierunku kształcenia. Absolwent powinien być przygotowany do podjęcia studiów drugiego stopnia.

III. RAMOWE TREŚCI KSZTAŁCENIA**1. GRUPY TREŚCI KSZTAŁCENIA, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS**

	godziny	ECTS
A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH	420	43
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	540	55
Razem	960	98

2. SKŁADNIKI TREŚCI KSZTAŁCENIA W GRUPACH, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH Treści kształcenia w zakresie:	420	43
1. Matematyki, statystyki i rachunku prawdopodobieństwa	120	
2. Fizyki	60	
3. Chemii	60	
4. Mechaniki i wytrzymałości materiałów	60	
5. Materiałoznawstwa	60	
6. Elektrotechniki i elektroniki	60	
B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH Treści kształcenia w zakresie:	540	55
1. Biochemii		
2. Biofizyki		
3. Języków programowania		
4. Grafiki komputerowej		
5. Metrologii		
6. Automatyki i robotyki		
7. Sensorów i pomiarów wielkości nieelektrycznych		
8. Cyfrowego przetwarzania sygnałów		
9. Wspomaganego komputerowo projektowania inżynierskiego		
10. Techniki obrazowania medycznego		
11. Elektronicznej aparatury medycznej		
12. Propedeutyki nauk medycznych		
13. Anatomii i fizjologii		
14. Biomateriałów		
15. Biomechaniki inżynierskiej		
16. Implantów i sztucznych narządów		
17. Prawnych i etycznych aspektów inżynierii biomedycznej		

3. TREŚCI I EFEKTY KSZTAŁCENIA

A. GRUPA TREŚCI PODSTAWOWYCH

1. Kształcenie w zakresie matematyki, statystyki i rachunku prawdopodobieństwa

Treści kształcenia: Układy równań liniowych. Liczby zespolone. Elementy algebry wyższej. Przestrzenie wektorowe. Odwzorowania. Przestrzenie Euklidesowe. Granica i ciągłość funkcji. Rachunek różniczkowy. Całka nieoznaczona i oznaczona. Funkcje wielu zmiennych. Całki wielokrotne. Całki krzywoliniowe. Całki powierzchniowe. Równania różniczkowe zwyczajne. Szeregi, szeregi Fouriera. Transformacje całkowe. Równania różniczkowe cząstkowe drugiego rzędu. Zdarzenia losowe i prawdopodobieństwa zdarzeń. Zmienne losowe jednowymiarowe – rozkłady i parametry. Dwuwymiarowe i wielowymiarowe zmienne losowe. Elementy statystyki matematycznej: estymacja, weryfikacja hipotez parametrycznych. Analiza wariancji.

Podstawowe pojęcia procesów stochastycznych. Metody selekcji i redukcji informacji. Metody analizy danych. Metody badania współzależności zmiennych. Analiza danych dyskretnych. Redukcja wymiarowości – analiza dyskryminacyjna i analiza głównych składowych. Taksonomia i grupowanie danych. Graficzna analiza danych wielowymiarowych. Analiza szeregów czasowych. Ocena wyników pomiarów. Informatyczne narzędzia analizy danych. Statystyka w medycynie.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: stosowania metod matematycznych do opisu zagadnień technicznych.

2. Kształcenie w zakresie fizyki

Treści kształcenia: Wielkości fizyczne. Podstawowe prawa fizyki. Mechanika klasyczna i relatywistyczna. Kinematyka. Zasady dynamiki Newtona – grawitacja. Prawa zachowania w fizyce. Odkształcenia i naprężenia w sprężystym ośrodku rozciąglym, prawo Hooke'a. Drgania i fale w ośrodkach sprężystych. Statyka i dynamika płynów. Elementy akustyki. Szczególna teoria względności. Elementy termodynamiki i fizyki statystycznej. Elektryczność i magnetyzm. Optyka klasyczna i kwantowa. Elementy mechaniki kwantowej. Fizyka jądrowa i cząstek elementarnych. Elementy fizyki plazmy. Wybrane zagadnienia fizyki ciała stałego

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: wykonywania pomiarów podstawowych wielkości fizycznych; analizy zjawisk fizycznych i rozwiązywania zagadnień technicznych w oparciu o prawa fizyki.

3. Kształcenie w zakresie chemii

Treści kształcenia: Układ okresowy pierwiastków. Podstawowe prawa chemii. Charakterystyka stanów materii. Wiązania chemiczne. Związki nieorganiczne i kompleksowe – właściwości. Związki organiczne – klasyfikacja, właściwości, reaktywność. Typy i mechanizmy reakcji chemicznych. Elementy termodynamiki chemicznej i termochemii. Kryteria równowagi termodynamicznej, samorzutności i wymuszoności procesów. Roztwory. Równowagi fazowe. Zjawiska na granicach faz – adsorpcja. Elementy kinetyki homo- i heterogenicznej. Kataliza. Elementy elektrochemii – procesy elektrodowe, ogniwa, elektroliza. Zjawisko osmozy. Koloidy.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: rozumienia przemian chemicznych i ich znaczenia dla procesów przemysłowych.

4. Kształcenie w zakresie mechaniki i wytrzymałości materiałów

Treści kształcenia: Aksjomaty mechaniki. Pojęcia siły i momentu. Redukcja przestrzennego układu sił. Warunki równowagi. Tarcie. Podstawowe założenia mechaniki ciał odkształcalnych. Modele pręta, tarczy, płyty, powłoki i ciał trójwymiarowych. Siły wewnętrzne i wektory naprężenia. Elementarne przypadki wytrzymałości pręta (rozciąganie, skręcanie, zginanie i ścinanie). Złożone przypadki wytrzymałości pręta. Opis stanu naprężenia i odkształcenia. Prawa konstytutywne. Hipotezy wyłączenia. Zadania brzegowe teorii sprężystości, lepko-sprężystości i sprężysto-plastyczności.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: rozwiązywania problemów technicznych w oparciu o prawa mechaniki; wykonywania analiz wytrzymałościowych elementów urządzeń mechanicznych.

5. Kształcenie w zakresie materiałoznawstwa

Treści kształcenia: Elementy krystalografii. Monokryształy, polikryształy, materiały amorficzne, szkła, układy zdyspergowane, włókna, warstwy, kompozyty. Polimery, ceramika, metale, kompozyty. Nano- i mikrostruktura materiałów. Właściwości materiałów: mechaniczne, cieplne, elektryczne, magnetyczne, optyczne, biologiczne. Metody technologiczne wytwarzania materiałów. Zależności między strukturą a właściwościami materiałów. Zastosowania materiałów w medycynie i inżynierii biomedycznej.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: doboru materiałów do zastosowań biomedycznych pod kątem kształtowania ich struktury i właściwości.

6. Kształcenie w zakresie elektrotechniki i elektroniki

Treści kształcenia: Obwody elektryczne. Elementy RLC, transformatory, proste maszyny elektryczne. Elementy elektroniczne. Podstawowe układy elektroniczne: zasilacze klasyczne i impulsowe, wzmacniacze, generatory, układy logiczne, układy mikroprocesorowe. Struktura i budowa mikrokomputera. Rozwój systemów mikroprocesorowych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: projektowania i analizy układów elektrycznych i elektronicznych.

B. GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH

1. Kształcenie w zakresie biochemii

Treści kształcenia: Biochemia komórki, tkanki i organizmu. Metabolizm kwasów tłuszczowych i węglowodanów. Związki wysokoenergetyczne, rola mitochondriów. Kod genetyczny, replikacja informacji zawartej w DNA. Ekspresja genu, transkrypcja prosta i odwrócona. Biochemia białek i kwasów nukleinowych. Mutacje DNA – systemy naprawcze, rola białek opiekuńczych (chaperonów). Wrodzone choroby metaboliczne. Inżynieria genetyczna i tkankowa, komórki macierzyste.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: wykorzystania biochemii w inżynierii biomedycznej.

2. Kształcenie w zakresie biofizyki

Treści kształcenia: Termodynamika układów otwartych, stany równowagi wymiany, strumienie, transport w układach biologicznych. Oddziaływania międzycząsteczkowe, kinetyka reakcji enzymatycznych. Potencjał błonowy i dyfuzyjny. Propagacja impulsów nerwowych. Przekazywanie informacji przez błonę komórkową. Komunikacja wewnątrz komórkowa i między komórkami – hormony i neurotransmitery. Wpływ pól zewnętrznych na żywe organizmy. Biofizyka zmysłów. Mechanika skurczów mięśni. Mechanika płynów biologicznych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: wykorzystania biofizyki w inżynierii biomedycznej.

3. Kształcenie w zakresie języków programowania

Treści kształcenia: Zasady konstruowania programów. Programowanie strukturalne. Język C – zasady konstruowania i sterowania kodem. Programowanie w językach wysokiego poziomu – przegląd i podział języków. Języki obiektowe (platforma, konstrukcja kodu, klasy, obiekty, pola, zmienne, typy danych, wyjątki, błędy, pętle i instrukcje warunkowe). Cechy obiektowe języka, operacje wejścia/wyjścia, obsługa interfejsów, grafika. Programowanie graficzne – zastosowania.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: opracowywania i wykorzystywania programów narzędziowych, baz danych, programowania proceduralnego i obiektowego.

4. Kształcenie w zakresie grafiki komputerowej

Treści kształcenia: Przetwarzanie obrazów rzeczywistych w postać cyfrową. Cyfrowa obróbka obrazu. Obrazy binarne. Metody tworzenia obrazów kolorowych. Urządzenia do akwizycji obrazów rzeczywistych. Metody poprawy jakości obrazów cyfrowych. Psychologia przekazu medialnego. Animacja i wirtualna rzeczywistość. Wprowadzenie do grafiki trójwymiarowej. Matematyczne podstawy trójwymiarowej grafiki komputerowej. Realizm w grafice komputerowej – modele oświetlenia, tekstury.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: korzystania z metod analizy i obróbki obrazu w realizacji zadań z zakresu inżynierii biomedycznej.

5. Kształcenie w zakresie metrologii

Treści kształcenia: Definicja pomiaru. Pojęcia podstawowe: wielkość, wartość, jednostka miary, skale pomiarowe, metody pomiarowe. Błąd, niepewność, poprawka, wynik pomiaru. Zasady działania i własności narzędzi pomiarowych (wzorce, przyrządy, przetworniki,

czujniki, rejestratory). Przetworniki A/C. Oscyloskopy. Pomiar prądu, napięcia, mocy, częstotliwości, przesunięcia fazowego, rezystancji, impedancji. Pomiar wielkości nieelektrycznych metodami elektrycznymi. Podstawy metrologii warstwowej.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: stosowania aparatury pomiarowej, metrologii warsztatowej i metod oszacowania błędu pomiaru.

6. Kształcenie w zakresie automatyki i robotyki

Treści kształcenia: Elementy automatyki. Schematy blokowe. Pojęcia podstawowe: urządzenie sterujące i obiekt sterowania, rodzaje sprzężeń między urządzeniem sterującym a obiektem, sterowanie w układzie otwartym i zamkniętym, klasyfikacja układów sterowania, sygnały w układach – ich cechy i rodzaje. Podstawowe człony automatyki. Modele członów i układów. Charakterystyki typowych biologicznych układów regulacji, zagadnienia identyfikacji obiektów. Regulatory i człony korekcyjne w układach regulacji. Stabilność liniowych układów automatyki. Model systemowy człowieka i maszyny manipulacyjnej. Serwooperatory. Teleooperatory. Manipulatory. Roboty i ich generacje. Proste i odwrotne zadania kinematyki i dynamiki manipulatorów i robotów. Biomanipulatory. Roboty w medycynie.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: projektowania układów automatyki i automatycznej regulacji oraz ich stosowania w inżynierii biomedycznej.

7. Kształcenie w zakresie sensorów i pomiarów wielkości nieelektrycznych

Treści kształcenia: Podstawowe informacje o sensorach. Sensory biologiczne. Budowa, działanie i charakterystyka wybranych biosensorów. Bioczujniki immunologiczne. Miniaturowe układy do całościowej analizy chemicznej. Bioreaktory. Suche testy do szybkiej diagnostyki medycznej. Bioczujniki gazów. Biopotencjały i ich klasyfikacja. Elektrody i mikroelektrody. Zjawiska elektryczne na styku elektroda-tkanka. Pomiar z wykorzystaniem biosensorów elektrochemicznych. Immunosensory elektrochemiczne. Pomiar wybranych wielkości nieelektrycznych. Metody i aparatura do pomiaru składu chemicznego. Spektrofotometria absorpcyjna i spektrometria mas. Woltoamperometria, polarografia, metody jonoselektywne. Adsorpcja powierzchniowa. Chromatografia gazowa i cieczowa. Pomiar właściwości fizycznych: gęstości, lepkości, pH, wilgotności.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: stosowania i eksploatacji sensorów; wykonywania pomiarów wielkości nieelektrycznych w inżynierii biomedycznej.

8. Kształcenie w zakresie cyfrowego przetwarzania sygnałów

Treści kształcenia: Systemy i sygnały. Obserwacje i pomiary – źródła sygnałów. Metody akwizycji sygnałów. Sygnały analogowe i dyskretne. Cyfrowe przetwarzanie sygnałów. Metody analizy sygnałów. Nieparametryczne i parametryczne metody wyznaczania cech sygnałów. Redukcja wymiarowości przestrzeni cech – analiza skupień. Klasyfikacja i rozpoznawanie. Podstawy rozpoznawania obrazów. Prezentacja wybranych problemów klasyfikacyjnych. Elementy diagnostyki systemów. Informatyczne narzędzia przetwarzania, analizy i rozpoznawania sygnałów.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: wykorzystywania akwizycji, przetwarzania, analizy i rozpoznawania sygnałów w realizacji zadań z zakresu inżynierii biomedycznej.

9. Kształcenie w zakresie wspomaganego komputerowo projektowania inżynierskiego

Treści kształcenia: Sposoby zapisu konstrukcji. Zasady odwzorowania i wymiarowania, rzutowanie. Uproszczenia w zapisie postaci geometrycznej i zapisie układu wymiarów. Odczytywanie rysunków złożeniowych. Podstawy metody elementów skończonych (MES) i brzegowych (MEB). Wybrane metody numeryczne optymalizacji. Zastosowanie MES i MEB w komputerowym wspomaganie projektowania. Wykorzystanie grafiki komputerowej w procesie tworzenia dokumentacji technicznej. Systemy CAD/CAM (Computer Aided Design/Computer Aided Manufacturing).

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: projektowania elementów biomechanicznych z wykorzystaniem metod wspomaganie komputerowego.

10. Kształcenie w zakresie technik obrazowania medycznego

Treści kształcenia: Jakość obrazu w diagnostyce medycznej. Modulacyjna funkcja przenoszenia. Obrazy endoskopowe. Wizualizacja struktury i czynności narządów wewnętrznych za pomocą promieniowania jonizującego. Fizyczne podstawy obrazowania. Radiografia rentgenowska, analogowa i cyfrowa. Obrazowanie planarne. Detektory obrazu. Radioskopia. Obrazowanie warstwowe. Tomografia komputerowa. Akwizycja danych i metody rekonstrukcji obrazu dwu- i trójwymiarowego. Rentgenografia. Obrazowanie wykorzystujące izotopy promieniotwórcze. Scyntygrafia. Tomografia emisyjna. Wizualizacja za pomocą promieniowania niejonizującego. Magnetyczny rezonans wodorowy – fizyczne podstawy obrazowania. Zasady lokalizacji źródeł sygnału obrazowego. Główne wielkości mierzone charakteryzujące badany obiekt. Ultrasonografia. Obrazowanie multimodalne.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: doboru, eksploatacji i konserwacji urządzeń do obrazowania medycznego.

11. Kształcenie w zakresie elektronicznej aparatury medycznej

Treści kształcenia: Ogólna charakterystyka aparatury medycznej. Źródła sygnałów biologicznych. Elektrografy i ich odmiany, elektrografia komórkowa (EKG, EEG, EMG, EDG, zapisy potencjałów wywołanych). Reografy impedancyjne, spirometry. Poligrafy, ultrasonografy – w tym dopplerowskie. Tomografy komputerowe – odmiany skanerów tomograficznych. Stymulatory nerwów i mięśni, kardiostymulatory. Defibrylatory. Techniki laserowe w medycynie. Urządzenia specjalistyczne: audiometry, urządzenia kriogeniczne. Systemy aparaturowe laboratoryjne do intensywnej opieki medycznej i do badań masowych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: projektowania, stosowania i eksploatacji elektronicznej aparatury medycznej.

12. Kształcenie w zakresie propedeutyki nauk medycznych

Treści kształcenia: Cele medycyny. Definicja zdrowia i choroby. Przyczyny chorób. Podział medycyny według kryteriów klinicznych. Specjalności lekarskie. Organizacja ochrony zdrowia. Diagnostyka. Drogi i kryteria podawania leków. Hemodializa. Leczenie chirurgiczne. Operacje endoskopowe. Operacje z szerokim otwarciem powłok. Sposoby przeciwdziałania bólowi, krwotokowi i infekcji. Znieczulenie ogólne i miejscowe. Antyseptyka i aseptyka. Opatrywanie ran. Implantacje wszczepów oraz transplantacje tkanek i narządów. Intensywna opieka medyczna. Resuscytacja z użyciem defibrylatora, respiratora, stymulatora. Uszkodzenia jatrogenne.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: wykorzystania wiedzy medycznej w inżynierii biomedycznej.

13. Kształcenie w zakresie anatomii i fizjologii

Treści kształcenia: Podstawy anatomii i fizjologii człowieka. Narządy i ich funkcje. Budowa komórek i tkanek człowieka. Funkcjonowanie komórek i tkanek: transport jonowy, wymiana gazowa w płucach, potencjały elektryczne w organizmie. Budowa, fizjologia i funkcje układów człowieka: mięśniowo-szkieletowego, nerwowego, trawiennego, oddechowego, krążenia, moczowo-płciowego.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: wykorzystania podstaw anatomii i fizjologii człowieka w inżynierii biomedycznej.

14. Kształcenie w zakresie biomateriałów

Treści kształcenia: Klasyfikacja materiałów medycznych. Materiały do zespalania tkanek. Materiały opatrunkowe. Materiały na instrumentarium chirurgiczne. Metody pasywacji powierzchni biomateriałów. Zagadnienia sterylizacji i dezynfekcji. Materiały konstrukcyjne w zaopatrzeniu ortopedycznym. Materiały dla protetyki i ortotyki. Wkładki ortopedyczne. Protezy kosmetyczne. Sprzęt rehabilitacyjny – materiały konstrukcyjne i pomocnicze. Metody badań materiałów medycznych.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: doboru materiałów do konstrukcji urządzeń medycznych i implantów; kształtowania struktury i właściwości materiałów biomedycznych; metod atestacji i odbioru technicznego biomateriałów.

15. Kształcenie w zakresie biomechaniki inżynierskiej

Treści kształcenia: Budowa oraz mechaniczne i fizyczne właściwości struktur kostno-stawowych człowieka. Czynniki i parametry postawy ciała. Podstawy wytrzymałości materiałów tkankowych – biomechaniczne aspekty przeciążenia struktur tkankowych. Budowa i biomechanika kręgosłupa. Stabilizatory stosowane w leczeniu chorób kręgosłupa. Wybrane zagadnienia z anatomii i biomechaniki stawu biodrowego. Budowa i elementy anatomii stawu kolanowego. Badania naprężeń i odkształceń w stawie kolanowym i biodrowym. Alloplastyka stawu biodrowego i kolanowego. Stabilizacja zewnętrzna kości długich. Charakterystyka konstrukcji stabilizatorów zewnętrznych. Konstrukcja wybranych stabilizatorów. Budowa i biomechanika stawu skroniowo-żuchwowego. Wybrane zagadnienia trybologii stawów. Metody doświadczalne biomechaniki.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: modelowania i projektowania elementów i układów biomechanicznych.

16. Kształcenie w zakresie implantów i sztucznych narządów

Treści kształcenia: Klasyfikacja implantów. Istota oddziaływań biomateriał/tkanka. Reakcja komórek na implant, stan zapalny, proces naprawczy, biogodność z krwią, kancerogenność. Transplantologia. Sztuczne narządy. Efektory biologiczne. Sterowanie czynnością mięśni szkieletowych. Aktywne protezy narządu ruchu. Wspomaganie czynności i sterowanie narządami wewnętrznymi. Stymulatory zewnętrzne i implantowane. Techniczne substytuty narządów. Efektory biochemiczne. Sztuczne tkanki. Problemy immunologiczne i hematologiczne związane ze stosowaniem sztucznych narządów. Stymulatory serca. Sztuczne płuco-serce. Sztuczna nerka. Sztuczna trzustka. Sztuczna wątroba. Sztuczna krew. Sztuczna skóra.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: wykorzystania wiedzy w zakresie implantów i sztucznych narządów w inżynierii biomedycznej.

17. Kształcenie w zakresie prawnych i etycznych aspektów inżynierii biomedycznej

Treści kształcenia: Zarządzanie w służbie zdrowia. Regulacje prawne dotyczące urządzeń medycznych. Zagadnienia ryzyka elektrycznego, mechanicznego i radiacyjnego. Prawne aspekty funkcjonowania klinik. Systemy zaopatrzenia, analiza kosztów, systemy kontroli jakości, akredytacja laboratoriów (pracowni). Problemy etyczne w służbie zdrowia. Uwarunkowania etyczne i prawne związane z transplantacją i inżynierią genetyczną. Procedury związane z uzyskiwaniem atestów na materiały i urządzenia medyczne oraz pozwoleń na badania kliniczne. Normy i standardy obowiązujące w inżynierii biomedycznej.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: korzystania z przepisów prawa oraz zasad etycznych w medycynie i inżynierii biomedycznej.

IV. PRAKTYKI

Praktyki powinny trwać nie krócej niż 4 tygodnie.

Zasady i formę odbywania praktyk ustala jednostka uczelni prowadząca kształcenie.

V. INNE WYMAGANIA

1. Programy nauczania powinny przewidywać zajęcia z zakresu wychowania fizycznego – w wymiarze 60 godzin, którym można przypisać do 2 punktów ECTS; języków obcych – w wymiarze 120 godzin, którym należy przypisać 5 punktów ECTS; technologii informacyjnej – w wymiarze 30 godzin, którym należy przypisać 2 punkty ECTS. Treści kształcenia w zakresie technologii informacyjnej: podstawy technik

informatycznych, przetwarzanie tekstów, arkusze kalkulacyjne, bazy danych, grafika menedżerska i/lub prezentacyjna, usługi w sieciach informatycznych, pozyskiwanie i przetwarzanie informacji – powinny stanowić co najmniej odpowiednio dobrany podzbiór informacji zawartych w modułach wymaganych do uzyskania Europejskiego Certyfikatu Umiejętności Komputerowych (ECDL – European Computer Driving Licence).

2. Programy nauczania powinny zawierać treści humanistyczne w wymiarze nie mniejszym niż 60 godzin, którym należy przypisać nie mniej niż 3 punkty ECTS.
3. Programy nauczania powinny przewidywać zajęcia z zakresu ochrony własności intelektualnej, bezpieczeństwa i higieny pracy oraz ergonomii.
4. Przynajmniej 50% zajęć powinny stanowić seminaria, ćwiczenia audytoryjne, laboratoryjne i projektowe lub pracownie problemowe.
5. Student otrzymuje 15 punktów ECTS za przygotowanie pracy dyplomowej (projektu inżynierskiego) i przygotowanie do egzaminu dyplomowego.

ZALECENIA

1. Wskazana jest znajomość języka angielskiego.
2. Przy tworzeniu programów nauczania mogą być stosowane kryteria FEANI (Fédération Européenne d'Associations Nationales d'Ingénieurs).

B. STUDIA DRUGIEGO STOPNIA

I. WYMAGANIA OGÓLNE

Studia drugiego stopnia trwają nie krócej niż 3 semestry. Liczba godzin zajęć nie powinna być mniejsza niż 900. Liczba punktów ECTS nie powinna być mniejsza niż 90.

II. KWALIFIKACJE ABSOLWENTA

Absolwent posiada zaawansowaną wiedzę z zakresu: informatyki i elektroniki medycznej; telematyki medycznej; materiałów medycznych; biomechaniki; modelowania struktur biologicznych i procesów fizjologicznych oraz technik obrazowania medycznego. Absolwent posiada umiejętności: formułowania biomedycznych problemów inżynierskich; rozwiązywania ich drogą modelowania, projektowania, opracowania technologii i konstrukcji korzystając z technik komputerowych; obróbki i przesyłania informacji; kierowania zespołami działalności twórczej; wykazywania inicjatywy twórczej oraz podejmowania decyzji. Absolwent jest przygotowany do: twórczej pracy w środowisku, w którym nauki techniczne wspomagają medycynę; stosowania współczesnych technik teleinformatycznych, biomechaniki, aparatury medycznej oraz implantów i sztucznych narządów; rozwiązywania problemów badawczych i innowacyjnych; wdrażania nowych rozwiązań oraz podjęcia studiów trzeciego stopnia (doktoranckich). Absolwent jest przygotowany do pracy w: zapleczu technicznym medycyny, przemyśle aparatury medycznej, administracji państwowej i samorządowej, małych i średnich przedsiębiorstwach oraz jednostkach doradczych i konsultingowych.

III. RAMOWE TREŚCI KSZTAŁCENIA

1. GRUPY TREŚCI KSZTAŁCENIA, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH	150	16

2. SKŁADNIKI TREŚCI KSZTAŁCENIA W GRUPACH, MINIMALNA LICZBA GODZIN ZAJĘĆ ZORGANIZOWANYCH ORAZ MINIMALNA LICZBA PUNKTÓW ECTS

	godziny	ECTS
GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH Treści kształcenia w zakresie:	150	16
1. Systemów informatycznych w medycynie		
2. Telematyki medycznej		
3. Modelowania struktur i procesów biologicznych		
4. Inżynierii tkankowej i genetycznej		
5. Metod badania biomateriałów i tkanek		
6. Inżynierii rehabilitacji ruchowej		

3. TREŚCI I EFEKTY KSZTAŁCENIA

GRUPA TREŚCI KIERUNKOWYCH

1. Kształcenie w zakresie systemów informatycznych w medycynie

Treści kształcenia: Systemy elektrodiagnostyki medycznej i diagnostyki obrazowej. Aspekty dostępności i bezpieczeństwa danych na przykładzie rekordów medycznych. Automatyzacja i systemy wspomagania decyzji. Algorytmiczny opis procedur diagnostycznych i terapeutycznych. Standaryzacja diagnostyki i terapii. Bazy danych w medycynie. Systemy komputerowe w terapii i terapeutyczne urządzenia programowalne. Międzynarodowe normy bezpieczeństwa dotyczące elektronicznych urządzeń medycznych i postępowania w sytuacjach krytycznych. Nadzorowanie i elektroniczna dokumentacja pracy szpitala. Systemy optymalnego zarządzania jednostkami służby zdrowia.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: opracowywania systemów informatycznych w medycynie; użytkowania systemów informatycznych w medycynie.

2. Kształcenie w zakresie telematyki medycznej

Treści kształcenia: Sieci komputerowe. Technologie i protokoły sieciowe – podstawowe definicje i terminy. Charakterystyka danych medycznych. Metody wymiany danych w medycynie – specyfikacja wymagań i ograniczeń. Charakterystyka metod przygotowania danych medycznych do wymiany (metody konwersji, kompresji i prezentacji tekstu, sygnałów, obrazów, dźwięku i filmów). Standardy wymiany danych. Integracja systemów i sieci w medycynie. Zapewnianie jakości i bezpieczeństwa danych i usług. Techniczne aspekty telediagnostyki. Wideokonferencje. Wyszukiwanie danych multimedialnych na podstawie ich treści. Systemy zdalnej akwizycji danych medycznych i metody automatycznej diagnostyki (tele-EKG, nawigacja dla osób niewidomych).

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: tworzenia i użytkowania systemów telemetrycznych w medycynie.

3. Kształcenie w zakresie modelowania struktur i procesów biologicznych

Treści kształcenia: Rola modelowania komputerowego i symulacji w inżynierii biomedycznej. Metody modelowania właściwości mechanicznych. Analiza statyczna i dynamiczna. Specyfika struktur biomechanicznych. Nieliniowości: geometryczna, materiałowa, warunków brzegowych. Modele implantów. Modele uzupełnień protetycznych. Modele mieszane. Interakcja tkanka żywa – implant. Modelowanie aparatów ortodontycznych. Generacja sił stosowanych w ortodoncji. Połączenia ruchowe. Analiza wytrzymałościowa, niezawodnościowa i zmęczeniowa. Elementy mechaniki płynów. Modele analityczne oparte o założenie stanu równowagi lub stacjonarnego. Dopasowanie równań modelowych do danych doświadczalnych. Kinetyka biochemiczna. Modele kompartmentowe w fizjologii. Proste modele kontroli fizjologicznej. Dynamika układów wieloenzymatycznych. Modele probabilistyczne. Podstawy modelowania molekularnego białeczek.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: modelowania komputerowego i symulacji w inżynierii biomedycznej.

4. Kształcenie w zakresie inżynierii tkankowej i genetycznej

Treści kształcenia: Cele i założenia inżynierii tkankowej. Kultury komórkowe i tkankowe. Zjawiska na granicy faz materiały podłożowe / środowisko biologiczne (adsorpcja białek, adhezja komórek, degradacja). Metody badań i kontrolowania zjawisk na granicy faz w skali mikro- i nanometrów. Materiały na podłoża dla inżynierii tkankowej. Fizyczna, chemiczna i biologiczna modyfikacja powierzchni materiałów na podłoża. Modelowanie mikrostruktury i właściwości biologicznych materiałów. Wytwarzanie *in vivo* tkanek i organów. Terapia genowa. Enzymy i klonowanie genu. Konstrukcja i analiza rekombinowanego DNA. Analiza i klonowanie eukariotycznego genomowego DNA. Przygotowanie sond DNA i RNA. Detekcja i

analiza produktów ekspresji sklonowanych genów. Amplifikacja DNA techniką PCR. Sekwencjonowanie DNA.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: wykorzystania inżynierii tkankowej i genetycznej w inżynierii biomedycznej.

5. Kształcenie w zakresie metod badania biomateriałów i tkanek

Treści kształcenia: Metody badania właściwości fizycznych i mechanicznych biomateriałów i tkanek: statyczne, ultradźwiękowe, zmęczeniowe cykliczne (pełzanie, twardość, ścieralność). Metody badania mikrostruktury: mikroskopia optyczna, elektronowa skaningowa i transmisyjna, dyfrakcja rentgenowska. Metody badania powierzchni biomateriałów (właściwości hydrofilowo-hydrofobowych, potencjału zeta, punktu izoelektrycznego): spektroskopia fotoelektronów, mikroskopia sił atomowych, mikroskopia tunelowa, spektroskopia w podczerwieni. Badanie biomateriałów w symulowanym środowisku biologicznym. Badania chemiczne wyciągów. Śledzenie biodegradacji.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: korzystania z metod badania biomateriałów i tkanek w inżynierii biomedycznej.

6. Kształcenie w zakresie inżynierii rehabilitacji ruchowej

Treści kształcenia: Inżynieria biomedyczna w rehabilitacji. Systematyka inżynierii rehabilitacyjnej. Analiza, ocena ruchu i chodu człowieka. Zaopatrzenie ortotyczne kończyn dolnych i górnych (ortozy, protezy) oraz kręgosłupa. Nowoczesne techniki wspomagania funkcji uszkodzonych kończyn – bioprotezy, funkcjonalna stymulacja elektryczna – aparaty stymulacyjne. Wózki inwalidzkie. Wprowadzenie do medycyny fizykalnej. Mechanoterapia (opatrunki unieruchamiające, wyciągi, aparaty rehabilitacyjne, obuwie ortopedyczne). Balneoterapia.

Efekty kształcenia – umiejętności i kompetencje: projektowania i stosowania protez oraz urządzeń ortopedycznych i wspomagających w rehabilitacji ruchowej.

IV. INNE WYMAGANIA

1. Przynajmniej 50% zajęć powinno być przeznaczony na seminaria, ćwiczenia audytoryjne, laboratoryjne lub projektowe oraz projekty i prace przejściowe.
2. Programy nauczania powinny przewidywać wykonanie samodzielnej pracy przejściowej.
3. Za przygotowanie pracy magisterskiej i przygotowanie do egzaminu dyplomowego student otrzymuje 20 punktów ECTS.