

Program studiów

Kierunek studiów:	inżynieria biomedyczna
Poziom studiów:	studia drugiego stopnia
Profil studiów:	ogólnoakademicki
Formy studiów:	studia stacjonarne studia niestacjonarne
Liczba semestrów:	studia stacjonarne: 3 semestry studia niestacjonarne: 3 semestry
Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów:	90 ECTS
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom:	magister inżynier
Kierunek studiów jest przyporządkowany do dyscyplin:	inżynieria biomedyczna(100%) – dyscyplina wiodąca
Łączna liczba godzin zajęć:	studia stacjonarne: 1155 studia niestacjonarne: 657
Łączna liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia:	studia stacjonarne: 47 ECTS studia niestacjonarne: 27 ECTS
Liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach zajęć z dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych – w przypadku kierunków studiów przyporządkowanych do dyscyplin w ramach dziedzin innych niż odpowiednio nauki humanistyczne lub nauki społeczne:	5 ECTS
Wymiar oraz liczba punktów ECTS, jaką student musi uzyskać w ramach praktyk zawodowych:	nie dotyczy
Zasady i forma odbywania praktyk zawodowych:	nie dotyczy

Efekty uczenia się

Symbol	Zakładane efekty uczenia się	Odniesienie do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się Polskiej Ramy Kwalifikacji
Wiedza: zna i rozumie		
K2A_W01	Pojęcia informacji medycznej i administracyjnej stosowane w szpitalnych systemach informatycznych, jak również ich reprezentację cyfrową, metody akwizycji, analizy, przetwarzania i transmisji.	P7S_WG
K2A_W02	Zagadnienia dotyczące materiałów biomedycznych, metody badań struktury biomateriałów, ich własności mechaniczne i fizykochemiczne, a także biologiczne modyfikacje powierzchni materiałów, w szczególności biomateriałów wykorzystywanych jako podłoża dla inżynierii tkankowej, z uwzględnieniem interakcji pomiędzy implantami a tkanką żywą.	P7S_WG
K2A_W03	Najnowsze trendy rozwojowe oraz osiągnięcia techniczne stosowane w szeroko pojętej medycynie, zarówno na etapie diagnostycznym, terapeutycznym oraz rehabilitacyjnym, jak również metody, techniki i urządzenia stosowane w Inżynierii Biomedycznej.	P7S_WG
K2A_W04	Pojęcia z zakresu cyklu życia urządzeń, a także ich wyposażenia podlegającego szybkiemu zużyciu, amortyzacji.	P7S_WG
K2A_W05	Podstawowe metody modelowania komputerowego, tworzenia i dopasowywania modeli do danych eksperymentalnych, symulacji procesów biologicznych, jak również sposoby identyfikacji parametrów i oceny jakości tworzonych modeli.	P7S_WG
K2A_W06	Pozatechniczne uwarunkowania działalności inżynierskiej oraz jej wykorzystania i uwzględniania w praktyce inżynierskiej.	P7S_WK

K2A_W07	Typowe technologie inżynierskie w zakresie Inżynierii Biomedycznej.	P7S_WG
Umiejętności: potrafi		
K2A_U01	Integrować wiedzę z zakresu dziedzin nauki i dyscyplin naukowych związanych z Inżynierią Biomedyczną, pozyskiwaną z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł (również w języku angielskim), a także uwzględniać aspekty pozatechniczne, dokonywać ich interpretacji, krytycznej oceny, wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	P7S_UW
K2A_U02	Przygotować i przedstawić w języku polskim lub języku obcym prezentację ustną/opracowanie naukowe dotyczące zagadnień z zakresu Inżynierii Biomedycznej.	P7S_UK
K2A_U03	Planować i organizować pracę w zespole, przeprowadzać eksperymenty, w szczególności symulacje komputerowe, interpretować uzyskane z nich wyniki i wyciągać wnioski.	P7S_U0
K2A_U04	Wykorzystać metody analityczne, symulacyjne, eksperymentalne podczas formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i problemów badawczych, projektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – oraz wykonywać typowe dla Inżynierii Biomedycznej proste urządzenia, obiekty, systemy lub realizować procesy, używając odpowiednio dobranych metod, technik, narzędzi i materiałów a także formułować hipotezy związane z problemami inżynierskimi.	P7S_UW
K2A_U05	Porozumiewać się przy użyciu różnych technik informacyjno-komunikacyjnych w środowisku zawodowym i poza nim, również w języku angielskim (bądź innym języku obcym), właściwych do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej.	P7S_UW
K2A_U06	Rozwiązywać praktyczne zadania inżynierskie wymagające korzystania ze standardów i norm inżynierskich oraz stosowania technologii Inżynierii Biomedycznej, wykorzystując doświadczenie zdobyte w środowisku zajmującym się zawodowo działalnością inżynierską oraz ocenić przydatność i możliwości wykorzystania nauk biomedycznych oraz nowych osiągnięć techniki w medycynie, a także zaproponować ulepszenia dla istniejących rozwiązań technicznych.	P7S_UU
K2A_U07	Ocenić przydatność metod i narzędzi (w tym urządzeń i systemów komputerowych, a także informatycznych) służących do rozwiązania zadania inżynierskiego, dokonać ich krytycznej analizy i oceny sposobu funkcjonowania.	P7S_UW
K2A_U08	Posługiwać się językiem obcym na poziomie B2+ Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego oraz specjalistyczną terminologią z obszaru inżynierii materiałowej, a także posługiwać się drugim językiem obcym na poziomie A1 lub wyższym Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	P7S_UK
Kompetencje społeczne: jest gotów do		
K2A_K01	Stałego uzupełniania i poszerzania swojej wiedzy (studia II i III stopnia, studia podyplomowe, kursy) – podnoszenia kompetencji zawodowych, osobistych i społecznych.	P7S_KK
K2A_K02	Do profesjonalnego zachowania się, przestrzegania zasad etyki zawodowej i poszanowania różnorodności poglądów i kultur.	P7S_KR
K2A_K03	Ponoszenia odpowiedzialności za pracę własną oraz gotowość podporządkowania się zasadom pracy w zespole i ponoszenia odpowiedzialności za wspólnie realizowane zadania.	P7S_K0
K2A_K04	Określenia odpowiednich priorytetów służących do realizacji określonego przez siebie lub innych zadania.	P7S_KR
K2A_K05	Myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.	P7S_K0

Zajęcia

Nazwa zajęć lub grupy zajęć	Liczba punktów ECTS	Efekty uczenia się (symbole) przypisane do zajęć lub grupy zajęć	Treści programowe zapewniające uzyskanie efektów uczenia się
Systemy informatyczne w medycynie	2	K2A_W01 K2A_U05	Wykład: 1. Rola systemów informatycznych w medycynie. 2. Struktura zintegrowanych systemów informatycznych o obsłudze szpitali. 3. Struktura systemów informatycznych o obsłudze ZOZ. 4. Aspekty dostępności i bezpieczeństwa danych. 5. Systemy komputerowego wspomaganie i standaryzacji diagnostyki. 6. Systemy komputerowego wspomaganie terapii. 7. Standaryzacja danych medycznych. 8. Przegląd norm bezpieczeństwa dla medycznych urządzeń elektrycznych. Zajęcia laboratoryjne: 1. Moduł „Izba Przyjęć” – wersja HTML. 2. Moduł „Izba Przyjęć” – wersja PHP. 3. Systemy peryferyjne. 4. Stacja diagnostyczna OsiriX. 5. Moduł Wspomaganie Logopedii. 6. Standard DICOM.

Telematyka medyczna	2	K2A_U07 K2A_W03	Wykład: 1. Metody przekazywania i transmisji danych wykorzystywane w medycynie. 2. Wykorzystanie sieci komputerowych i baz danych w medycynie. 3. Wybrane problemy bezpieczeństwa sieci teleinformatycznych. 4. Wideokonferencje i systemy cyfrowej komunikacji multimedialnej. 5. Przykłady systemów telemedycznych w Polsce i na świecie. Zajęcia laboratoryjne: 1. Podstawy komunikacji przy użyciu protokołu SSH (część 1 i 2). 2. Diagnostyka problemów z siecią komputerową (część 1 i 2). 3. Tworzenie aplikacji sieciowych (część 1 i 2).
Metody badania biomateriałów i tkanek	2	K2A_W02 K2A_U01 K2A_U05 K2A_W03 K2A_U07	1. Ogólna charakterystyka metod badań biomateriałów i tkanek - podstawowe pojęcia i definicje. 2. Metody badania składu chemicznego biomateriałów oraz struktury biomateriałów i tkanek. 3. Badania histologiczne tkanek. 4. Metody badania reaktywności w kontakcie implant - tkanka. 5. Badania własności mechanicznych biomateriałów i tkanek. 6. Metody badania powierzchni biomateriałów.
Tissue and genetic engineering	2	K2A_W02 K2A_U01 K2A_U08	Lecture: Aims and assumptions of tissue engineering. Cell and tissue cultures, in vitro techniques, bioreactors. Growth factors. Phenomena on the phase boundaries between biomaterial and biological environment (protein adsorption, cells adhesion, degradation). The methods of testing and control of phenomena on the phase boundaries at the micro-and nanometer scale. Materials for the preparation of scaffolds in tissue engineering. Physical, chemical and biological modification of materials surface properties processed in the form of scaffolds. Tailoring structure, microstructure and surface properties of scaffolds for cell and tissue cultures. Tissue engineering in vivo - guided tissue regeneration. Tissue engineering products (e.g. skin, cartilage). Aims and principals of genetic engineering and gene therapies. Enzymes (restriction endonucleases, ligases), expression vectors and gene cloning. Construction and analysis of recombinant DNA. Molecular probes. Detection and analysis of cloned genes expression products. DNA amplification by PCR. DNA sequencing. Project: Restriction endonucleases, electrophoresis. DNA cloning. Tissue scaffolds, materials for scaffolds for tissue engineering. Organisms cloning. Amplification using PCR method. Transgenic organisms. Mutations and cancerous process. Stem cells. Cultures of cells - involved in the production of vaccines. Preparation of DNA and RNA probes. Detection and analysis of the cloned genes expression. Gene therapy. Cell cultures of organs and tissues. Use of English specialized terminology related to the field of study at the B2+ level of the Common European Framework of Reference for Languages.
Modelowanie struktur i procesów biologicznych	2	K2A_W05 K2A_K03	Narzędzia matematyczne wykorzystywane w modelowaniu: równania, układy równań różniczkowych, punkty stacjonarne, stabilność punktów stacjonarnych, przestrzeń fazowa. Modele populacyjne. Modelowanie procesów nowotworowych. Modele w epidemiologii i immunologii.
Inżynieria rehabilitacji ruchowej	2	K2A_W05 K2A_W03 K2A_U04	Wykład: 1. Podstawy anatomii i fizjologii układu ruchu człowieka. 2. Budowa oraz sposób generowania sił przez mięśnie. 3. Budowa kości oraz przemiany zachodzące w strukturze kości wpływające na jej wytrzymałość. 4. Zastosowanie modelowania matematycznego do określania sił działających w kręgosłupie człowieka. 5. Inżynierskie aspekty badania i analizy zdolności utrzymywania równowagi. 6. Zastosowanie modelowania matematycznego w analizie chodu człowieka. Laboratorium: 1. Pomiar sił reakcji podłoża podczas chodu prawidłowego i patologicznego. 2. Pomiary stabilograficzne. 3. Ocena postawy ciała za pomocą systemu Zebris. 4. Badanie propriocepcji. 5. Obliczenie sił ściskających i ścinających w kręgosłupie w odcinku L5/S1. 6. Ocena wpływu postawy ciała na wózek na reakcje i momenty sił mięśniowych w stawach kończyny górnej.
Język obcy	4	K2A_U01 K2A_U08	Konstrukcje gramatyczne, frazeologia i słownictwo na wybranym poziomie biegłości językowej.
Przedmiot obieralny 1 typu HES	2	K2A_W06	W zakresie Ochrony własności intelektualnej.
Przedmiot obieralny 2 typu HES	2	K2A_K05	W zakresie Zakładania i prowadzenia działalności gospodarczej.
Przedmiot obieralny 3 typu HES	1	K2A_K02	W zakresie Ekonomiki w ochronie zdrowia/Negocjacji/Bioetyki
Specjalność: INFORMATYKA W MEDYCYNIE			

<p>Matematyka wyższa w ujęciu naukowo-inżynierskim</p>	<p>4</p>	<p>K2A_U01 K2A_U04</p>	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Funkcje trygonometryczne i cyklometryczne. 2. Logarytmy i zastosowania skali decybelowej w technice i biomedycynie. 3. Pochodne funkcji. 4. Całkowanie. 5. Regulatory P_L_D – podstawy matematyczne. 6. Równania różniczkowe. 7. Metody numeryczne rozwiązywania równań różniczkowych. 8. Równania różniczkowe w fizyce. 9. Szeregi funkcyjne. Szereg Fouriera. 10. Transformata Fouriera. 11. Fizyczna interpretacja widma amplitudowego i fazowego. 12. Modelowanie przebiegów przez syntezę przebiegów elementarnych z uwzględnieniem przesunień fazowych. 13. Repetytorium algebry. Ciało. Pierścień. Grupa. 14. Modele probabilistyczne zjawisk fizycznych. Repetytorium rachunku prawdopodobieństwa. 15. Podsumowanie. Zaliczanie. Uzupełnianie braków. <p>Laboratorium:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Projektowanie algorytmów obliczeń. 2. Implementacja algorytmów obliczeń. 3. Tworzenie interfejsu graficznego. 4. Wykonywanie obliczeń.
<p>Biometria</p>	<p>6</p>	<p>K2A_U06 K2A_U07</p>	<p>W części podawczej zajęć są to:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. biometria fizjologiczna i behawioralna, w szczególności: <ol style="list-style-type: none"> a) rys historyczny i rozwój biometrii, b) popularne biometryki (odcisk palca, obraz twarzy, zapis głosu, obraz tęczówki, podpis odręczny, itp.), c) bardziej zaawansowane biometryki (obraz siatkówki oka, termogram ciała, charakterystyka chodu, itp.), d) badania genetyczne w biometrii, 2. projektowanie systemów biometrycznych, w szczególności: <ol style="list-style-type: none"> a) rejestracja biometryczna, b) identyfikacja i weryfikacja biometryczna, c) błędy systemów biometrycznych, d) testowanie systemów identyfikacji, e) wady i zalety biometryk, f) podejmowanie decyzji na podstawie biometryk łączonych, g) matematyczne podstawy tworzenia systemów biometrycznych, 3. kryptografia w biometrii, w szczególności podstawy szyfrowania danych biometrycznych. 4. najważniejsze, aktualnie obowiązujące przepisy i regulacje prawne dotyczące ochrony danych biometrycznych w tym ich pozyskiwania i przetwarzania. <p>W części praktycznej zajęć są to:</p> <ol style="list-style-type: none"> a) analiza możliwości i ćwiczenia praktyczne zastosowania sygnału mowy w biometrii, b) odciski palców jako podstawowa biometryka – techniki akwizycji oraz algorytmy przetwarzania informacji, c) biometria tęczówki oka, d) przetwarzanie dynamicznych podpisów odręcznych, e) techniki redukcji liczby wymiarów w analizie optymalizacyjnej wielokryterialnej w kontekście danych biometrycznych, f) sygnał EKG w zastosowaniach do identyfikacji i uwierzytelniania.

Inżynieria programowania	4	K2A_U07 K2A_U02	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> Cykl życia oprogramowania <ul style="list-style-type: none"> Charakterystyka oprogramowania. Fazy tworzenia oprogramowania. Powstawanie oprogramowania - analiza problemu. Określenie funkcjonalności. Modelowanie problemu. Projekt systemu <ul style="list-style-type: none"> Struktura danych. Wybór architektury. UML. Strukturalna i obiektowa koncepcja tworzenia oprogramowania. Interfejs użytkownika. Obiektywne wzorce programistyczne <ul style="list-style-type: none"> Obserwator. Dekorator. Fabryka. Adapter. Iterator. Implementacja <ul style="list-style-type: none"> Wybór języka programowania. Przenośność. Wykorzystanie istniejących komponentów. Optymalizacja. Dokumentacja kodu. Testowanie i utrzymanie oprogramowania. <ul style="list-style-type: none"> Niezawodność oprogramowania. Testowalność. Metody testowania. Dokumentacja programistyczna i użytkowa. Zarządzanie wersjami. Bezpieczeństwo <ul style="list-style-type: none"> Tworzenie bezpiecznego oprogramowania. Zagadnienia bezpieczeństwa na etapie użytkowania. <p>Zajęcia laboratoryjne:</p> <ol style="list-style-type: none"> Zarządzanie wersjami projektu. Analiza wymagań: język UML. System rozproszony – protokoły sieciowe. Wzorce projektowe – przykłady użycia. Bezpieczeństwo. Testowanie. <p>Zajęcia projektowe:</p> <ol style="list-style-type: none"> Utworzenie grup projektowych, wybór i zdefiniowanie celu projektu oraz celów pośrednich. Podział na zadania i określenie harmonogramu projektu. Realizacja projektu. Raport końcowy. Prezentacja wyników.
Logika rozmyta	2	K2A_W05 K2A_K03	<ol style="list-style-type: none"> Wiadomości wstępne, rys historyczny, ogólna charakterystyka systemów: sztuczna inteligencja, systemy ekspertowe. Podstawowe pojęcia i definicje logiki rozmytej; podstawy teorii zbiorów rozmytych, funkcja przynależności. Operacje na zbiorach rozmytych, zasada rozszerzania, liczby rozmyte. Normy trójkątne, relacje rozmyte i ich właściwości. Przybliżone wnioskowanie: reguły wnioskowania w logice dwuwartościowej, reguły wnioskowania w logice rozmytej, implikacja rozmyta. Podstawy sterowania rozmytego, projektowanie systemów rozmytych oraz rozmytej bazy reguł. Sterowniki rozmyto neuronowe. Rozmyta spójność. <p>Zajęcia laboratoryjne:</p> <ol style="list-style-type: none"> Zbiory rozmyte i logika rozmyta w środowisku Matlab. Projektowanie systemów rozmytych typu Mamdani, rozwiązanie postawionego problemu. System rozmyty Mamdaniego-Assilana w diagnostyce chorób serca. Rozmyta spójność w przetwarzaniu obrazów. System rozmyty Mamdaniego-Assilana w segmentacji guzów kości. <p>Projekt:</p> <p>W ramach projektu studenci opracowują własny system rozmyty w oparciu o wiadomości przyswajane podczas pozostałych form zajęć.</p>

Bioinformatyka	3	K2A_W05 K2A_U04	Tematyka wykładów: Kwasy nukleinowe, białka, centralny dogmat biologii molekularnej. Dopasowanie sekwencji. Przyrównanie wielu sekwencji. Bioinformatyczne bazy danych. Wizualizacja, klasyfikacja i przewidywanie struktur białek i RNA. Genomika funkcjonalna. Mikromacierze i analiza danych mikromacierzowych. Proteomika i analiza danych ze spektrometrii mas. Filogenetyka. Konstrukcja drzew filogenetycznych. Przetwarzanie sygnałów w bioinformatyce. Sekwencjonowanie DNA. Tematyka ćwiczeń laboratoryjnych: Właściwości aminokwasów. Algorytmy dopasowania sekwencji. Wyszukiwanie informacji w bioinformatycznych bazach danych. Projektowanie starterów do PCR. Mikromacierze. Proteomika.
Komputerowe wspomaganie terapii małoinwazyjnych	1	K2A_W03 K2A_U06	Wykłady: 1. Geometra trójwymiarowa. 2. Działanie systemów nawigacji obrazowej. 3. Protokoły komunikacji stosowane przez urządzenia IGS. 4. Praktyczne wykorzystanie systemów wspomaganie chirurgii małoinwazyjnej. 5. Wykorzystanie programów grafiki 3D jako narzędzi wspomagających chirurgię małoinwazyjną. 6. Program Slicer jako platforma wizualizacji danych obrazowych. 7. API programu 3DSlicer. Laboratoria (po 4h): 1. Systemu budowania oprogramowania CMake. 2. Metody dostosowania systemu nawigacji do określonego zabiegu chirurgicznego (konfiguracja stanowiska). 3. Tworzenie spersonalizowanego modelu pacjenta (OsiriX+Blender). 4. Kalibracja elementów systemu śledzenia (Polaris), integracja danych poprzez protokół OpenIGTLink. 5. Integracja systemu nawigacji z zewnętrznymi narzędziami (USG, kamera video). 6. Integracja danych obrazowych w środowisku Slicer. 7. Tworzenie rozszerzenia (plug-in) do programu Slicer.
Zaawansowane techniki diagnostyczno-terapeutyczne	1	K2A_W03	Wykład: 1. Struktura danych technikach hybrydowych. 2. Techniki PET/CT. 3. Fuzja obrazów – techniki i metody wizualizacji. 4. Techniki ERCP. 5. Diagnostyka obrazowa w chirurgii. 6. Technika N.O.T.E.S. Zajęcia laboratoryjne: 1. Fuzja obrazów PET-CT. 2. Rejestracja obrazów pochodzących z kamery termowizyjnej oraz widzialnej. 3. Obrazy USG rejestrowane różnymi głowicami. 4. Fuzja obrazów medycznych z wykorzystaniem systemu OsiriX.
Komputerowe wspomaganie diagnostyki medycznej	4	K2A_W03 K2A_W01	Seminarium: Systemy KWDiTM: struktura, etapy tworzenia, testowanie, wdrażanie. Weryfikacja jakości wyników stacji KWDiTM i segmentacji obrazów medycznych. KWDM Komputerowe wspomaganie szacowania wieku kostnego. KWDM w onkologii (guzy mózgu oraz płuc). KWDM guzów kości. KWDM stwardnienia rozsianego. Zajęcia laboratoryjne: 1. Matematyczna morfologia obrazów monochromatycznych. 2. Medycyna nuklearna. 3. Rejestracja obrazów medycznych. 4. System rozpoznawania aktywności ruchowych. 5. Zasady tworzenia systemów komputerowego wspomaganie diagnostyki medycznej. 6. Analiza wybranych parametrów obrazów medycznych. 7. Komputerowe wspomaganie diagnostyki medycznej stwardnienia rozsianego. 8. Komputerowe wspomaganie diagnostyki medycznej guzów mózgu. 9. Komputerowe wspomaganie diagnostyki medycznej guzów kości.

Medyczne systemy informacyjne	4	K2A_W01	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Ogólna struktura medycznych systemów informacyjnych. 2. Moduł Ruchu Chorych. 3. Moduł Zleceń Medycznych. 4. Laboratoryjny system informacyjny. 5. Farmakologiczny system informacyjny. 6. Radiologiczny System Informacyjny. 7. Systemy Archiwizacji i Transmisji Obrazów. 8. Standardy medyczne. 9. Integracja systemów. 10. Metodologia wdrażania systemów informacyjnych w służbie zdrowia. 11. Bezpieczeństwo danych medycznych. 12. Niezawodność systemu. <p>Zajęcia laboratoryjne:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Konfiguracja serwera PACS. 2. DICOM – usługa programistyczna. 3. DICOM – usługa sieciowa. 4. DICOM – przetwarzanie danych. 5. DICOM – listy robocze. 6. DICOM – raporty. 7. HL7 – protokół. 8. HL7 – komunikacja. 9. OsiriX – przykładowy klient PACS. 10. Radiologiczny System Informacyjny. 11. Laboratoryjny system informacyjny. 12. Usługi sieciowe.
Nawigacja obrazowa w medycynie	3	K2A_W03	<p>Wykład:</p> <p>Wprowadzenie do systemów nawigacji obrazowej. Tryby obrazowania w systemach nawigacji obrazowej. Algorytmy wizualizacji danych medycznych. Przygotowanie danych przedoperacyjnych. Zintegrowane środowiska projektowe. Graf sceny i rendering modeli medycznych. Fuzja obrazów. Systemy śledzenia położenia. Błędy w systemach śledzenia położenia. Uwarunkowania czasowe i rendering w czasie rzeczywistym. Algorytmy rejestracji danych. Zastosowania systemów nawigacji obrazowej w diagnostyce i terapii.</p> <p>Zajęcia laboratoryjne:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Zintegrowane środowiska nawigacji obrazowej – uruchamianie. 2. Obsługa systemów śledzenia położenia. 3. Rendering modeli geometrycznych. 4. Rejestracja danych. 5. Fuzja obrazów. 6. Błędy w systemach nawigacji obrazowej. 7. Uruchamianie przykładowej aplikacji.
Eksploracja danych	5	K2A_W05 K2A_K04	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Wprowadzenie do systemów informacyjnych klasy Business Intelligence Architektura systemów tej klasy. 2. Instalacja i konfiguracja Instalacja oprogramowania, komponenty systemu Business Intelligence. 3. Aplikacja kliencka systemu Business Intelligence. 4. Statystyczna analiza danych. 5. Wstęp do przetwarzania danych. Uruchamianie programów. Opis zbiorów. 6. Pojęcie biblioteki. 7. Raporty, Formatowanie wyjścia. 8. Zaczytywanie zbiorów w różnych formatach. 9. Łączenie zbiorów danych. 10. Przygotowywanie raportów końcowych. 11. Wprowadzenie do grafiki – wykresy 12. Transformacje danych. <p>Zajęcia laboratoryjne:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Omówienie środowiska pracy. 2. Elementy języka systemu klasy Business Intelligence. 3. Wprowadzenie do przetwarzania danych. 4. Przetwarzanie danych z wykorzystaniem tablic. 5. Łączenie, transpozycja, sortowanie zbiorów danych. 6. Transpozycja zbiorów danych. 7. Formatowanie danych. 8. Elementy sprzętowe przetwarzania danych. 9. Równoległe przetwarzanie danych. 10. Wykorzystanie pamięci współdzielonej. 11. Wykorzystanie mechanizmu wątków.

Analiza i synteza mowy	3	K2A_U04 K2A_U01	<p>Wykład:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Przypomnienie niezbędnych pojęć cyfrowego przetwarzania sygnałów, m.in.: funkcyjowania systemów liniowo niezmienniczych w czasie, transformat stosowanych do opisu sygnałów, zasad próbkowania sygnałów, zasad i metod filtracji sygnałów. 2. Przedstawienie modelu fizykalnego procesu wytwarzania sygnału mowy przez człowieka oraz jego przełożenia na podejście do analizy sygnału mowy. 3. Omówienie klasyfikacji fonemów ze względu na miejsce i sposób artykulacji (spółgłoski) oraz położenie języka i zaokrąglenie ust (samogłoski). 4. Przedstawienie idei krótkoczasowej transformaty Fouriera i jej zastosowania w analizie sygnału mowy. 5. Zapoznanie się z podstawami analizy spektrogramów. 6. Zapoznanie się z różnymi metodami filtracji sygnału mowy, ich zaletami i wadami. 7. Omówienie kodowania liniowo - predykcyjnego LPC (Linear Predictive Coding) i jego zastosowania do opisu rzeczywistego sygnału mowy. 8. Scharakteryzowanie widma sygnału mowy oraz wprowadzenie pojęcia cepstrum oraz cepstralnych i spektralnych miar dystansu służących do analizy mowy. 9. Zapoznanie się z inżynierskimi modelami słuchu i ich zastosowaniem do parametryzacji sygnału mowy (m.in. skala melowa). 10. Omówienie różnych sposobów parametryzacji sygnału mowy, ich zalet i wad w różnych zastosowaniach. 11. Przedstawienie algorytmów rozpoznawania mowy (m.in. metoda ukrytych modeli Markowa HMM). 12. Przedstawienie algorytmów syntezy mowy. 13. Przedstawienie algorytmów rozpoznawania mówcy. <p>Zajęcia laboratoryjne:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Podstawy cyfrowego przetwarzania sygnałów w środowisku MATLAB. 2. Filtry FIR. 3. Filtry IIR. 4. Preemfaza i deemfaza. 5. Wstępne przetwarzanie sygnału mowy (2 ćw.). 6. Spektrogramy (2 ćw.). 7. Wprowadzenie do programu PRAAT. 8. Parametryzacja sygnału mowy. 9. Zaawansowana analiza fonetyczna wypowiedzi. 10. Ukryte modele Markowa w rozpoznawaniu mowy.
Przetwarzanie obrazów medycznych w językach obiektowych	2	K2A_K04 K2A_U03	<p>Treści kształcenia (wykład + laboratorium): Czym jest ITK. Projekty zewnętrzne związane z ITK. Pozyskanie, konfiguracja, kompilacja, instalacja ITK. Dokumentacja ITK. Reprezentacja danych, metadane obrazów. Zastosowany sposób implementacji algorytmów przetwarzania danych. Typy danych, definiowanie typów poprzez wykorzystanie szablonów klas, standardowe definicje typów, zarządzanie pamięcią, obsługa wyjątków. Odczyt/zapis obrazów, dostęp do metadanych, tworzenie obrazów. Operacje bezkontekstowe: arytmetyczne, logiczne, przeskalowania intensywności. Filtracja obrazów, detekcja cech (usuwanie szumu/zakłóceń, detekcja krawędzi i in.). Sąsiedztwo, operacje morfologiczne (dylacja, erozja, otwarcie, zamknięcie i in.). Filtry głosujące. Transformacja odległości. Segmentacja obrazów (progowanie, rozrost obszaru, grupowanie, i in.). Etykietowanie, obliczanie parametrów statystycznych oraz parametrów kształtu regionów. SimpleITK – uproszczona wersja biblioteki dostępna m.in. dla platformy. NET.</p> <p>Treści kształcenia (projekt): samodzielne opracowanie oraz implementacja za pomocą ITK/SimpleITK algorytmu przetwarzania obrazów medycznych do rozwiązania zadanego problemu (głównie segmentacja narządów w obrazach CT/MR/US).</p>
Przedmioty obieralne	3	K2A_U02 K2A_K03 K2A_K05	<p>Treści kształcenia obejmują zagadnienia z zakresu zaawansowanych technologii stosowanych i wykorzystywanych w inżynierii biomedycznej, w zakresie inżynierskiego wspomaganie diagnostyki i terapii medycznej, fizjoterapii i sportu. Zagadnienia przybliżające oraz analizujące najnowsze trendy rozwojowe inżynierii biomedycznej.</p>
Praca przejściowa	3	K2A_K04	<p>Przygotowanie studenta do samodzielnej metodycznej i systematycznej pracy o charakterze badawczej, niezbędnej do samodzielnego, dojrzałego rozwiązywania wybranych zagadnień biomedycznych, z użyciem technologii inżynierskich. Nabycie zdolności formułowania treści naukowych, prowadzenia badań i poprawnego wnioskowania, a także umiejętności prowadzenia dyskusji. Zdobycie przez studenta doświadczenia umożliwiającego samodzielną realizację późniejszej pracy dyplomowej.</p>
Seminarium dyplomowe	1	K2A_W03 K2A_U01	<p>Treści programowe obejmują zagadnienia z zakresu umiejętności poprawnego prowadzenia procesu badawczego w ramach realizacji pracy magisterskiej oraz przygotowywania opisu pracy o charakterze badawczym, w zakresie składni, edycji i formatowania tekstu, dobierania treści adekwatnych do tematu realizowanych prac, formułowania celów badawczych oraz podsumowania i oceny realizowanych prac badawczych. Nauczanie umiejętności argumentowania w dyskusji, uzasadniania własnego stanowiska.</p>
Praca magisterska	20	K2A_W03 K2A_U01 K2A_U07	<p>Nabycie umiejętności samodzielnego rozwiązania problemu o charakterze badawczym z obszaru inżynierii biomedycznej, polegające na stosowaniu metod naukowych zmierzających do osiągnięcia postawionego celu wraz z przygotowaniem dokumentacji zrealizowanych prac badawczych oraz aplikacyjnych. Praca ma charakter poznawczy. Rezultaty pracy mają charakter poznawczy oraz użytkowy.</p>
Specjalność: INŻYNIERIA WYTWARZANIA IMPLANTÓW, SPRZĘTU SZPITALNEGO I REHABILITACYJNEGO			

Biomateriały metalowe	4	K2A_W02 K2A_W03 K2A_U04 K2A_U06 K2A_K03	Zasady doboru materiałów metalowych na wyroby implantacyjne i medyczne. Problemy stosowania biomateriałów metalowych do różnych zastosowań funkcjonalnych. Problematyka doboru własności mechanicznych, fizykochemicznych i biokompatybilności do różnych zastosowań. Stale chromowo-niklowo-molibdenowe na implanty i wyroby medyczne. Tytan i jego stopy jako materiały implantacyjne. Stopy na osnowie kobaltu na implanty. Stopy z pamięcią kształtu i stomatologiczne. Stale austenityczne Cr-Ni-Mo. Kształtowanie właściwości mechanicznych wybranych stopów tytanowych. Właściwości fizykochemiczne stopów kobaltu. Stopy z pamięcią kształtu (blok 3h). Magnez i jego stopy. Ocena wybranych właściwości fizykochemicznych metali szlachetnych.
Materiały ceramiczne i polimerowe w medycynie	3	K2A_U06 K2A_W02 K2A_W03 K2A_W07 K2A_U01	Ceramika tlenkowa i węglanowa oraz cementy kostne i stomatologiczne. Ceramika hydroksyapatytowa. Bioaktywne szkła i materiały szkło-ceramiczne. Polimery dla celów medycznych, wymagania i kryteria doboru. Rodzaje polimerów stosowanych w medycynie. Badanie materiałów do zespalania tkanek. Właściwości materiałów stosowanych w leczeniu przepuklin brzusznych oraz powiększania tkanek miękkich. Badania własności fizyko-chemicznych ceramiki korundowej i cyrkonowej. Badania własności mechanicznych ceramiki korundowej i cyrkonowej. Technologie CAD/CAM w zastosowaniach medycznych.
Innowacyjne metody obróbki powierzchniowej biomateriałów	4	K2A_W02 K2A_W03 K2A_W07 K2A_K03 K2A_U01	Zjawiska na granicy faz: biomateriał – środowisko biologiczne: - adsorpcja wody i jonów, - adsorpcja białek, - adhezja, proliferacja i różnicowanie komórek, - etapy procesu gojenia. Techniki wytwarzania warstw powierzchniowych: - wytwarzanie technologicznych warstw powierzchniowych, - techniki elektronowe, - techniki laserowe, - techniki implantacyjne, - techniki osadzania próżniowego metodami chemicznymi i fizycznymi. Sterylizacja medyczna: - początki..., - bakterie i wirusy, - rodzaje dezynfekcji, - metody sterylizacji właściwej, - kontrola poprawności procesu sterylizacji. Bionanotechnologia i bionanomateriały: - wytwarzanie i klasyfikacja nanostruktur, - charakterystyka bionanomateriałów, - procesy wytwarzania bionanomateriałów, - bionanotechnologia, - makrocząsteczki na granicach faz i uporządkowane warstwy organiczne, - nanotechnologia biomimetyczna, - samoorganizujące się nanostrukturalne materiały molekularne. Laboratorium: Polerowanie elektrochemiczne biomateriałów metalowych. Wytwarzanie warstw pasywnych i tlenkowych metodami chemicznymi i elektrochemicznymi na powierzchniach biomateriałów metalowych. Powłoki tlenkowe otrzymywane metodą zol-żel. Elektroliza przy stałym potencjale oraz elektroforetyczne nakładanie powłok. Biomimetyczne nakładanie powłok. Metody sterylizacji biomateriałów. Metody voltamperometryczne i elektrochemiczna spektroskopia impedancyjna w badaniach zachowania elektrochemicznego warstw powierzchniowych. Określenie morfologii, struktury, budowy chemicznej oraz własności mechanicznych warstw powierzchniowych.
Projektowanie instrumentarium chirurgicznego	3	K2A_W07 K2A_W03 K2A_W05 K2A_U01 K2A_U06	Historyczne przesłanki rozwoju chirurgicznego instrumentarium zabiegowego. Założenia konstrukcyjne i wymagania eksploatacyjne dla chirurgicznego instrumentarium zabiegowego. Elementy narzędzi chirurgicznych i ich przeznaczenie. Problematyka doboru i kształtowania własności mechanicznych materiałów na chirurgiczne instrumentarium zabiegowe. Kryteria jakości narzędzi chirurgicznych. Metody sterylizacji chirurgicznego instrumentarium zabiegowego.
Wspomaganie projektowania materiałów stosowanych na sprzęt medyczny	3	K2A_U06 K2A_W03 K2A_W06 K2A_U03 K2A_U01	Wprowadzenie do zagadnienia doboru materiałów. Aspekty projektowania inżynierskiego wpływające na dobór materiałów na sprzęt szpitalny i rehabilitacyjny. Podstawowe czynniki decydujące o doborze materiałów inżynierskich. Wzornictwo elementem kształtowania produktu. Metody i techniki (strategie) wspomaganie różnych faz i etapów procesu projektowania. Zasady projektowania sprzętu medycznego z wykorzystaniem biomechaniki inżynierskiej i morfologicznej. Modelowanie i optymalizacja w projektowaniu. Komputerowe wspomaganie procesu projektowania.
Procedury oceny wyrobów medycznych	1	K2A_U06 K2A_W03 K2A_U01 K2A_U06 K2A_U07	1. Podstawowe regulacje prawne dotyczące wyrobów medycznych (dyrektywy UE, Ustawa o wyrobach medycznych, Rozporządzenia MZ). 2. Klasyfikacja wyrobów medycznych – reguły klasyfikacji i zasady szczególne. 3. Rodzaje certyfikacji i procedury oceny zgodności.
Procesy korozji i degradacji biomateriałów	5	K2A_W07 K2A_W02 K2A_U01 K2A_U04 K2A_U07	1. Korozja biomateriałów i implantów metalowych. 2. Środowisko korozyjne tkanek i płynów ustrojowych. 3. Podstawy korozji elektrochemicznej. 4. Korozja wżerowa, szczelinowa, międzykrystaliczna, naprężeniowa, zmęczeniowa, niszczenie tribologiczne implant.
Sprzęt medyczny i rehabilitacyjny	3	K2A_U01 K2A_W03 K2A_W06 K2A_U06 K2A_K03	Podstawowe jednostki chorobowe. Osoby niepełnosprawne i grupy niepełnosprawności. Proces rehabilitacji i wymagania prawne. Społeczne uwarunkowania dostępności do przestrzeni publicznej. Klasyfikacja niepełnosprawności. Bariery architektoniczne (mieszkania, obiekty użyteczności publicznej, komunikacja) i sprzęt techniczny do pokonywania barier. Łóżka szpitalne i rehabilitacyjne. Podział, cechy użytkowe ogólne i specjalne. Budowa, wyposażenie, systemy regulacji. Zalecenia normatywne no kwalifikacji jakości i metody badania łóżek. Stoły do pionizacji, pionizatory, parapodia i podnośniki do przemieszczania osób. Efekty usprawniania i rehabilitacji. Cechy użytkowe, kliniczne i normatywne. Typowe konstrukcje do różnych niesprawności. Obowiązujące normy i kryteria użytkowania i bezpieczeństwa. Wózki inwalidzkie, lekkie pojazdy dla niepełnosprawnych dorosłych i dzieci - klasyfikacja funkcjonalna, cechy użytkowe, unifikacja i indywidualizacja, zalecenia normatywne. Stoły operacyjne, zabiegowe i unity dentystryczne. Blok operacyjny i jego wyposażenie. Stoły operacyjne – podział, cechy konstrukcyjne i funkcjonalne. Układy mechaniczne i sterujące

			pozycjonowaniem. Przystawki do stołów. Typowe konstrukcje stołów. Unity stomatologiczne – podstawowe i specjalistyczne wyposażenie. Klasyfikacja unitów. Cechy konstrukcyjne. Wymagania techniczne i kliniczne unitów. Sprzęt rehabilitacyjny i zaopatrzenie ortotyczne. Sprzęt do usprawniania narządu ruchu. Podział, cechy użytkowe, kryteria jakości dla osób niepełnosprawnych i sportowców. Przyrządy rehabilitacyjno-rekreacyjne. Zaopatrzenia ortotyczne – rodzaje i cechy użytkowe ortez. Zalecenia normatywne i materiałowe. Zrobotyzowany sprzęt do rehabilitacji osób w podeszłym wieku.
Zminiaturyzowane implanty i narzędzia chirurgiczne	4	K2A_W02 K2A_W03 K2A_W05 K2A_U02 K2A_U06	Implanty stosowane w układzie sercowo-naczyniowym – uwarunkowania biofizyczne układu serce – naczynia wieńcowe. Metody diagnozowania i leczenia schorzeń naczyń krwionośnych. Charakterystyka instrumentarium stosowanego w kardiologii interwencyjnej. Klasyfikacja i charakterystyka implantów stosowanych w kardiologii interwencyjnej, kryteria jakościowe tworzyw metalowych stosowanych na stenty naczyniowe. Charakterystyka warstw powierzchniowych wytwarzanych na powierzchni stentów naczyniowych. Implanty stosowane w leczeniu schorzeń układu moczowo-płciowego – anatomiczno-fizjologiczne uwarunkowania układu moczowego, schorzenia moczowodów i cewki moczowej. Charakterystyka stentów stosowanych w górnych i dolnych drogach moczowych. Implanty stosowane w leczeniu schorzeń układu oddechowego – anatomiczno-fizjologiczna charakterystyka układu oddechowego, przyczyny oraz metody leczenia niedrożności w układzie oddechowym. Charakterystyka stentów polimerowych i metalowych stosowanych w leczeniu schorzeń układu oddechowego. Implanty stosowane w leczeniu schorzeń układu pokarmowego – anatomiczno-fizjologiczna charakterystyka układu pokarmowego, schorzenia układu pokarmowego, charakterystyka stentów przełykowych. Historyczne przesłanki rozwoju małoinwazyjnych technik chirurgicznych, systemy obrazowania w chirurgii laparoskopowej. Instrumentarium i urządzenia do wytwarzania i utrzymywania odmy otrzewnowej, trokary stosowane w chirurgii laparoskopowej. Charakterystyka laparoskopowego instrumentarium operacyjnego, urządzenia pomocnicze.
Fizyczne metody stymulacji tkanek	2	K2A_U04 K2A_W02 K2A_W03 K2A_U01 K2A_U03	Pobudzenie i pobudliwość tkanek. Skóra, tkanka mięśniowa i nerwowa – budowa i własności. Rodzaje oddziaływań bodźców fizycznych na organizm (swoiste, nieswoiste lokalne, ogólnoustrojowe). Elektroterapia. Zjawiska fizyczne zachodzące na granicy tkanka - elektroda. Oddziaływanie prądu na organizm. Elektrostymulacja nerwów i mięśni. Wskazania i przeciwwskazania do prowadzenia zabiegów. Metody stosowania bodźca (z uwzględnieniem charakterystyki prądu, czasu i miejsca jego oddziaływania). Aparatura i zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania zabiegów. Ultradźwięki. Propagacja i oddziaływanie ultradźwięków na organizm. Wskazania i przeciwwskazania do prowadzenia zabiegów. Metody stosowania bodźca (z uwzględnieniem intensywności bodźca, czasu jego trwania, rozległości). Aparatura i zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania zabiegów. Termoterapia. Termoregulacja organizmu. Oddziaływanie ciepła i zimna na organizm. Wskazania i przeciwwskazania do prowadzenia zabiegów. Metody stosowania bodźca (z uwzględnieniem temperatury, czasu oddziaływania, obszaru działania). Aparatura i zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania zabiegów. Terapia polem magnetycznym i elektromagnetycznym. Oddziaływanie pola magnetycznego i elektromagnetycznego na organizm. Wskazania i przeciwwskazania do prowadzenia zabiegów. Metody stosowania bodźca (z uwzględnieniem charakterystyki pola, czasu i obszaru jego oddziaływania). Aparatura i zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania zabiegów. Światłolecznictwo i laseroterapia. Oddziaływanie światła i promieniowania laserowego na organizm. Wskazania i przeciwwskazania do prowadzenia zabiegów. Metody stosowania bodźca (z uwzględnieniem intensywności bodźca, czasu jego trwania, rozległości). Aparatura i zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania zabiegów. Biologiczne sprzężenie zwrotne. Zastosowanie elektromiografii jako metody biofeedbacku. Wskazania i przeciwwskazania do prowadzenia zabiegów. Aparatura i zasady bezpieczeństwa podczas wykonywania zabiegów. Laboratorium: Własności elektryczne tkanek. Parametry elektrostymulacji nerwów i mięśni. Zabiegi z wykorzystaniem ultradźwięków i prądu stałego. Termoterapia. Metody i parametry laseroterapii i światłolecznictwa. Biologiczne sprzężenie zwrotne
Implanty i wyroby w chirurgii kostnej	2	K2A_U01 K2A_W03 K2A_W05 K2A_W07 K2A_U07	Metody modyfikacji powierzchni implantów. Implanty zespalające i stabilizujące złamania kości długich. Implanty w chirurgii kręgosłupa – zastępujące uszkodzone elementy kręgosłupa oraz usztywniające i stabilizujące. Cementy kostne w allpolastyce stawowej oraz jako materiały implantacyjne w substytucji kości. Implanty ze stopów z pamięcią kształtu. Implanty w otolaryngologii – implanty w otocirurgii (ślizakowe, kostne, pniowe), implanty w chirurgii oka (optoelektroniczna proteza siatkówki, implantowany teleskop). Materiały dla inżynierii tkankowej – skafoldy jako uzupełnienia uszkodzonych tkanek.
Materiały dla protetyki stomatologicznej	3	K2A_W07 K2A_W02 K2A_W03 K2A_U04 K2A_U06	1. Budowa i funkcje układu stomatognatycznego. 2. Materiały pomocnicze stosowane w protetyce stomatologicznej. 3. Materiały ceramiczne – porcelana dentystyczna. 4. Tworzywa akrylowe. 5. Stopy dentystyczne. 6. Materiały kompozytowe. 7. Charakterystyka powierzchni materiałów.

Techniki wirtualnego obrazowania	1	K2A_W03 K2A_W05 K2A_W07 K2A_U01 K2A_U06	1. OKO – Budowa, funkcje, działanie. 2. Technologie 3D. 3. Wirtualna rzeczywistość. 4. Rozszerzona rzeczywistość. 5. Techniki wirtualnego obrazowania. 6. Obrazowanie wirtualne w medycynie.
Diagnostyka układu stomatognatycznego	2	K2A_U07 K2A_W03 K2A_W05 K2A_U01 K2A_U06	1. Podstawy gnatofizjologii układu stomatognatycznego. 2. Stany artkulacyjne żuchwy. 3. Etiologia dysfunkcji w układzie stomatognatycznym. 4. Klasyfikacje i objawy schorzeń stawów skroniowo – żuchwowych. 5. Diagnostyka dysfunkcji układu ruchowego narządu.
Standardy techniczne i sanitarno-higieniczne w ZOZ	1	K2A_W06 K2A_W03 K2A_W04	Klasyfikacja zakładów opieki zdrowotnej. Wymagania ogólnoprzestrzenne i sanitarne budynków oraz pomieszczeń w zależności od rodzaju wykonywanych świadczeń zdrowotnych. Wymagania sanitarne dla pomieszczeń szpitalnych. Wymagania sanitarne dla pomieszczeń bloku operacyjnego. Przeznaczenie, charakterystyka i wyposażenie środków transportu sanitarnego. Wymagania dla zakładów i urządzeń lecznictwa uzdrowiskowego. Klasyfikacja i gospodarka odpadami medycznymi.
Przedmioty obieralne	4	K2A_K02	Treści kształcenia obejmują zagadnienia z zakresu zaawansowanych technologii stosowanych i wykorzystywanych w inżynierii biomedycznej, w zakresie inżynierskiego wspomaganie diagnostyki i terapii medycznej, fizjoterapii i sportu. Zagadnienia przybliżające oraz analizujące najnowsze trendy rozwojowe inżynierii biomedycznej.
Praca przejściowa	3	K2A_K04	Przygotowanie studenta do samodzielnej metodycznej i systematycznej pracy o charakterze badawczej, niezbędnej do samodzielnego, dojrzałego rozwiązywania wybranych zagadnień biomedycznych, z użyciem technologii inżynierskich. Nabycie zdolności formułowania treści naukowych, prowadzenia badań i poprawnego wnioskowania, a także umiejętności prowadzenia dyskusji. Zdobycie przez studenta doświadczenia umożliwiające samodzielną realizację późniejszej pracy dyplomowej.
Seminarium dyplomowe	1	K2A_W03 K2A_U01	Treści programowe obejmują zagadnienia z zakresu umiejętności poprawnego prowadzenia procesu badawczego w ramach realizacji pracy magisterskiej oraz przygotowywania opisu pracy o charakterze badawczym, w zakresie składni, edycji i formatowania tekstu, dobierania treści adekwatnych do tematu realizowanych prac, formułowania celów badawczych oraz podsumowania i oceny realizowanych prac badawczych. Nauczanie umiejętności argumentowania w dyskusji, uzasadniania własnego stanowiska.
Praca magisterska	20	K2A_W03 K2A_U01 K2A_U07	Nabycie umiejętności samodzielnego rozwiązania problemu o charakterze badawczym z obszaru inżynierii biomedycznej, polegające na stosowaniu metod naukowych zmierzających do osiągnięcia postawionego celu wraz z przygotowaniem dokumentacji zrealizowanych prac badawczych oraz aplikacyjnych. Praca ma charakter poznawczy. Rezultaty pracy mają charakter poznawczy oraz użytkowy.
Specjalność: BIOMECHATRONIKA I SPRZĘT MEDYCZNY			
Biomechatronika w aspekcie projektowania sprzętu medycznego	9	K2A_U04 K2A_K03 K2A_U03	Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami z zakresu biomechatroniki. Zagadnienia struktury mechanizmów i biomechanizmów. Określenie parametrów geometrycznych łańcuchów biokinematycznych. System informacyjny i sterowania człowieka: Wybrane zagadnienia elektromiografii. Zagadnienia stymulacji w procesie sterowania. Systemy sensoryczne człowieka - narządy zmysłów. Wpływ środowiska zewnętrznego na człowieka. Urządzenia wspomagające rehabilitację osób po amputacji kończyn. Mechanizmy sterowania bioprotez i biomanipulatorów. Rozwój biomanipulatorów i bioprotez. Urządzenia wzorowane na organizmach żywych
Systemy sterowania	3	K2A_W03 K2A_U05 K2A_U04	Wykład: 1. Terminologia w zakresie układów sterowania. 2. Podstawowe systemy sterowania. 3. Zalety i wady dostępnych rozwiązań w układach sterowania. 4. Systemy wbudowane. 5. Budowa sterownika. 6. Układy pracy sterowników. 7. Systemy dołączane do układów sterowa.
Biomechanika i inżynierskie wspomaganie leczenia kręgosłupa	1	K2A_W05	Elementy anatomii i fizjologii człowieka. Kręgosłup jako narząd ruchu. Cechy geometryczne, masowe oraz inercyjne kręgosłupa. Ruchomość kręgosłupa. Parametry materiałowe i własności wytrzymałościowe. Rola mięśni szkieletowych w biomechanice kręgosłupa człowieka. Modelowanie kręgosłupa człowieka. Metody oraz technologie medyczne w leczeniu kręgosłupa. Systemy stabilizacji kręgosłupa człowieka. Zagadnienia ergonomiczne, prewencja przed urazami kręgosłupa człowieka. Podstawy modelowania układów biomechanicznych. Zastosowanie narzędzi inżynierskich do oceny stanu obciążeń segmentów kręgosłupa. Analiza i interpretacja wyników symulacji numerycznych.
Modelowanie w biomechanice	4	K2A_W05 K2A_U04 K2A_K03	Wprowadzenie do teorii identyfikacji systemów. Zasady ogólne dotyczące modelowania, eksperymentu, estymacji oraz weryfikacji. Definicja modelu oraz modelowania. Szczególne cechy modelowania w biomechanice w odróżnieniu do modelowania w budowie maszyn. Problemy eksperymentu oraz estymacji parametrów dotyczących tkanek biologicznych. Metoda MES a metoda dynamiki układów wielocłonowych. Założenia upraszczające i ich konsekwencje dla wyników symulacji numerycznych. Modelowanie z wykorzystaniem dynamiki układów wielocłonowych. Modelowanie mięśni. Proces modelowania i metody stosowane w modelowaniu układu kostnego człowieka na przykładzie wybranych modeli. Przygotowanie modeli geometrycznych elementów

			układów dynamicznych. Opracowanie modeli dynamicznych. Symulacja numeryczna i weryfikacja modeli układów dynamicznych.
Biomanipulatory i bioprotezy	2	K2A_W03 K2A_U04 K2A_K03	W ramach wykładu studenci zapoznają się z problematyką biomanipulatorów i bioprotez obejmującą takie zagadnienia jak opis, podział, rodzaje robotów i manipulatorów medycznych, budowa i funkcje manipulatorów, sterowanie robotami i manipulatorami, zapoznanie się z rozwojem rehabilitacji, podział stosowanych amputacji kończyn człowieka, stosowanie ćwiczeń rehabilitacyjnych przed zastosowaniem protezowania kończyny, przegląd aparatów ortopedycznych spotykanych na świecie, elementy składowe bioprotezy, tworzywa stosowane w budowie protez, metody wytwarzania bioprotez, wymagania dotyczące doboru cech konstrukcyjnych w aspekcie ergonomii protezy. W ramach zajęć projektowych studenci wykonają zadanie zaprojektowania urządzenia wspomagającego funkcje ruchowe kończyny górnej lub dolnej. Projekt obejmie określenie postaci konstrukcyjnej urządzenia, umożliwiające właściwe jego wykorzystanie oraz wykonanie prototypu urządzenia.
Metody optymalizacji	3	K2A_U07 K2A_W07	Wykład: 1. Zastosowanie metod optymalizacyjnych w technice. 2. Metody optymalizacji liniowej. 3. Metody optymalizacji nieliniowej bez ograniczeń. 4. Metody optymalizacji nieliniowej z ograniczeniami. 5. Metody optymalizacyjne oparte na algorytmach ewolucyjny.
Mechanika zniszczenia materiałów i konstrukcji	3	K2A_W02 K2A_U05	Wykład: Zagadnienie zniszczenia elementu konstrukcyjnego z uwzględnieniem mechaniki pęknięcia. Klasyfikacja obszarów mechaniki pęknięcia. Podstawowe definicje i modele – szczelina, proces pęknięcia. Podstawy mechaniki pęknięcia i zniszczenia metali. Pole mechaniczne wokół wierzchołka szczeliny podczas pęknięcia kruchego. Współczynnik intensywności naprężeń. Pole mechaniczne przed wierzchołkiem szczeliny w materiałach plastycznych. Mikromechanizmy pęknięcia kruchego i ciągliwego. Kryteria pęknięcia kruchego i prawie kruchego. Kryteria pęknięcia materiałów ciągliwych. Zagadnienia dynamiczne w mechanice pęknięcia. Zmęczeniowy wzrost pęknięć. Wzrost pęknięć w warunkach pełzania. Wzrost pęknięć w środowisku korozyjnym. Metody doświadczalne w mechanice zniszczenia. Wyznaczanie krytycznej wartości współczynnika intensywności naprężeń. Pomiar krytycznych wartości całki J oraz przyrostów długości pęknięcia. Wyznaczanie rozwarcia wierzchołkowego pęknięcia. Badania zmęczeniowe niskocyklowe. Zniszczenie bioceramiki. Prawdopodobieństwo kruchego zniszczenia. Współczynnik intensywności naprężeń i energia pęknięcia. Podkrytyczny wzrost pęknięć. Trwałość elementów ceramicznych. Zniszczenie polimerów. Opis zjawisk zniszczenia. Procesy zniszczenia krótkotrwałego i długotrwałego. Graniczny czas pracy materiału. Zastosowania teorii pęknięcia. Modele deformacji. Zniszczenie kompozytów. Mechanizmy procesu zniszczenia w różnych kompozytach. Zastosowanie liniowo-sprężystej mechaniki do opisu powstawania złomu. Zniszczenie kompozycji zbrojonej cząsteczkami. Zniszczenie kompozycji zbrojonej włóknami. Kryteria wytrzymałości połączenia komponentów.
Roboty chirurgiczne i projektowanie narzędzi laparoskopowych	2	K2A_W03	Wykład: Roboty chirurgiczne ortopedyczne i neurologiczne. Historia robotów. Struktury kinematyczne ramion manipulatorów robotów medycznych. Proste zadanie kinematyki. Współrzędne lokalne i współrzędne globalne w opisie manipulatora. Notacja Denavita-Har.
Modelowanie w środowisku wirtualnej rzeczywistości	3	K2A_W03 K2A_U05	Podstawowe sposoby projekcji 3D. Przegląd dostępnych urządzeń do wizualizacji trójwymiarowej grafiki. Rzeczywistość Wirtualna, a Rzeczywistość Rozszerzona. Sposoby interakcji modeli z użytkownikiem. Budowa trójwymiarowej sceny. Sposoby implementacji efektów specjalnych. Laboratorium Przegląd środowisk projektowych dla grafiki przestrzennej. System projekcji 3D w oparciu o monitor i okulary trójwymiarowe. Środowisko silnika graficznego i jego możliwości. Animacje w programach graficznych.
Ergonomia stanowisk pracy	1	K2A_U01 K2A_W06	Wykład: Zapoznanie się z podstawowymi pojęciami z zakresu ergonomii stanowisk pracy. Wymagania normatywne i prawne. Ergonomiczne kryteria projektowe. Zagadnienia struktury przestrzeni pracy. Projektowanie procesu pracy. Ergonomia stanowiska pracy przy komputerze. Ergonomia stanowiska pracy lekarz stomatologa. Zadanie projektowe: Projekt stanowisk pracy: Przegląd obowiązujących norm na danym stanowisku pracy. Opracowanie założeń projektowych. Opracowanie przestrzeni manipulacyjnej na danym stanowisku pracy. Określenie parametrów geometrycznych stanowiska pracy. Wizualizacja opracowanego stanowiska pracy.
Inżynierskie wspomaganie treningu sportowego	3	K2A_U01 K2A_W07	Wykład: Wprowadzenie do biomechaniki sportu. Cechy sprawności fizycznej, metody treningu. Metody pomiarowe stosowane w ocenie treningu sportowego, Biomechanika chodu sportowego, Biomechanika biegu, Biomechanika siatkówki, Zastosowanie technologii wirtualnej rzeczywistości w treningu sportowym. Laboratorium: Badania wydolności, Wpływ techniki lądowania na obciążenia układu szkieletowego, Badania kinematyki kończyny górnej podczas rzutów w darcie, Analiza wpływu obciążenia

			na tor ruchu sztangi w trakcie wykonywania wyciskania żołnierskiego, Możliwość wykorzystania technologii Kinect w treningu sportowym, Badania czasu reakcji i uników z wykorzystaniem technologii wirtualnej technologii.
Projektowanie w środowisku CAD/CAM	4	K2A_W05 K2A_U04 K2A_K03	Wykład: Podstawowe pojęcia – terminologia. Podstawy tworzenia dokumentacji technicznej w programie CAD. Wymiarowanie i opisywanie dokumentów w programie CAD. Modelowanie geometryczne - bryłowe i powierzchniowe 3D. Podstawy projektowania inżynierskiego CAD. CAD i dziedziny Cax - charakterystyka i funkcje programów CAD. Komputerowe wspomaganie projektowania i wytwarzania. Zintegrowane systemy CAD/CAM - omówienie występujących na rynku zintegrowanych systemów CAD/CAM. Zadanie projektowe: Projektowanie urządzenia mechanicznego: - opracowanie założeń upraszczających, - określenie parametrów geometrycznych, - opracowanie konstrukcji urządzenia - sformułowanie modelu zaprojektowanego urządzenia, - opracowanie dokumentacji technicznej zaprojektowanego urządzenia.
Biomechanika w implantologii	2	K2A_W03 K2A_K03 K2A_U04	Wykład: Analiza czynników decydujących o biofunkcjonalności narządu prawidłowego oraz po wszczępieniu implantu. Związek pomiędzy cechami materiałowymi i geometrycznymi konstrukcji endoprotezy a biofunkcjonalnością sztucznego stawu na przykładzie sztucznego stawu biodrowego. Cechy konstrukcyjne endoprotez stawu biodrowego i kolanowego a ich wpływ na przenoszenie obciążeń do kości oraz rozkład naprężeń w kości. Cechy konstrukcyjne stawu ramiennego i łokciowego a ich wpływ na przenoszenie obciążeń do kości i zakres ruchu. Podstawowe zasady implantacyjne Charnley'a. Sposoby kotwiczenia endoprotez. Rodzaje powikłań występujące w procesie obłożowania endoprotez. Materiałowe uwarunkowania rozwoju implantologii. Zastosowanie badań modelowych w zagadnieniach prognozowania właściwości implantów. Metody diagnozowania organizmu po wszczępieniu implantu. Projekt: Wyznaczenie wpływu zmiany wybranych parametrów implantu/stabilizatora na rozkład naprężeń i odkształceń biomechanicznego układu implant-kość dla wybranego implantu ortopedycznego (np. endoprotezy czy stabilizatora).
Przedmioty obieralne	5	K2A_K02	Treści kształcenia obejmują zagadnienia z zakresu zaawansowanych technologii stosowanych i wykorzystywanych w inżynierii biomedycznej, w zakresie inżynierskiego wspomaganie diagnostyki i terapii medycznej, fizjoterapii i sportu. Zagadnienia przybliżające oraz analizujące najnowsze trendy rozwojowe inżynierii biomedycznej.
Praca przejściowa	3	K2A_K04	Przygotowanie studenta do samodzielnej metodycznej i systematycznej pracy o charakterze badawczej, niezbędnej do samodzielnego, dojrzałego rozwiązywania wybranych zagadnień biomedycznych, z użyciem technologii inżynierskich. Nabycie zdolności formułowania treści naukowych, prowadzenia badań i poprawnego wnioskowania, a także umiejętności prowadzenia dyskusji. Zdobycie przez studenta doświadczenia umożliwiającego samodzielną realizację późniejszej pracy dyplomowej.
Seminarium dyplomowe	1	K2A_W03 K2A_U01	Treści programowe obejmują zagadnienia z zakresu umiejętności poprawnego prowadzenia procesu badawczego w ramach realizacji pracy magisterskiej oraz przygotowywania opisu pracy o charakterze badawczym, w zakresie składni, edycji i formatowania tekstu, doboru treści adekwatnych do tematu realizowanych prac, formułowania celów badawczych oraz podsumowania i oceny realizowanych prac badawczych. Nauczanie umiejętności argumentowania w dyskusji, uzasadniania własnego stanowiska.
Praca magisterska	20	K2A_W03 K2A_U01 K2A_U07	Nabycie umiejętności samodzielnego rozwiązania problemu o charakterze badawczym z obszaru inżynierii biomedycznej, polegające na stosowaniu metod naukowych zmierzających do osiągnięcia postawionego celu wraz z przygotowaniem dokumentacji zrealizowanych prac badawczych oraz aplikacyjnych. Praca ma charakter poznawczy. Rezultaty pracy mają charakter poznawczy oraz użytkowy.
Specjalność: PRZETWARZANIE I ANALIZA INFORMACJI BIOMEDYCZNYCH			
Biosensory i układy bioelektroniczne	4	K2A_W03 K2A_W07	Przedmiot zawiera zagadnienia niezbędne do podstawowego wykształcenia inżyniera biomedycznego na poziomie S2 (magisterskim). Przedstawione są podstawowe wiadomości o elementach elektronicznych, budowie, własnościach i parametrach wzmacniaczy sygnałów bioelektronicznych oraz sposobie ich efektywnego wykorzystania poprzez stosowaną metrologię jak również specyficznych dla takiej aparatury metodach transmisji danych biomedycznych z zachowaniem obowiązujących w tym zakresie norm prawnych. Wykład i laboratorium powinny przygotować studenta do samodzielnego projektu w zakresie projektowania metod pomiarowych specyficznych zagadnień biomedycznych. Powinny dodatkowo umożliwić studentowi realizację zagadnień projektowych indywidualnie względnie grupowo poprzez prace w zespole projektowym. W trakcie laboratorium studenci zostaną zapoznani z: tworzeniem schematów elektronicznych w oprogramowaniu EDA, przeprowadzaniem analiz analogowych układów elektronicznych w oprogramowaniu Spice, zasadami poprawnego modelowania oraz wykonywania analiz stałoprądowych, zmiennoprądowych, czasowych, itd.

			projektowaniem PCB w oparciu o wcześniej zaprojektowane i przesyłowane układy, zasadami rozmieszczenia elementów, tworzenia warstw, łączenia warstw, routingu, itd.
Zaawansowane biomedyczne systemy kontrolno-pomiarowe	5	K2A_U07	Wprowadzenie do systemów kontrolno-pomiarowych i ich podział ze względu na strukturę i pola zastosowań, Warstwa sprzętowa: czujniki wejściowe, jednostki sterujące i przetwarzania danych, elementy wykonawcze, Warstwa programowa: przegląd środowisk programistycznych w tym język programowania graficznego LabView, Algorytmy i techniki programowania, Składnia, instrukcje proste i sterujące wybranych języków programowania jednostek kontrolno-pomiarowych, Systemy czasu rzeczywistego (RTOS), Wirtualne przyrządy kontrolno-pomiarowe: idea, tworzenie, programowanie, Systemy typu HardwareInLoop dla testowania złożonych systemów kontrolno-pomiarowych, Układy reprogramowalne, SystemOnChip jako platformy wbudowane dla systemów kontrolno-pomiarowych, Przykłady realizacji prostych i złożonych systemów kontrolno-pomiarowych.
Systemy diagnostyczno-terapeutyczne	4	K2A_W03 K2A_U02	Budowa i sposób działania systemów terapeutycznych. Budowa i sposób działania systemów diagnostycznych i terapeutycznych wykorzystywanych w domu. Modelowanie przepływu krwi jako jedna z metod diagnostyki medycznej. Budowa i sposób działania systemów diagnostycznych oraz terapeutycznych wykorzystywanych podczas diagnozowania, leczenia chorób różnych układów narządowych człowieka w tym: Układu oddechowego, Układu krwionośnego, Układu pokarmowego. Klasyfikacja urządzeń diagnostyki elektrograficznej. Podstawowe cechy konstrukcyjne i użytkowe urządzeń. Elektrody oraz odprowadzenia (układy pomiarowe). Systemy ekspertowe wykorzystywane w medycynie – rodzaje, sposób działania oraz pozyskiwania wiedzy. Metody identyfikacji bakterii. Systemy diagnostyczne i terapeutyczne wykorzystywane w leczeniu onkologicznym.
Zaawansowane techniki przetwarzania sygnałów biomedycznych	4	K2A_W03 K2A_K04	Tematyka wykładów stanowi rozszerzenie i uzupełnienie zagadnień przedstawianych w ramach przedmiotu Cyfrowe Przetwarzanie Sygnałów Biomedycznych dla studentów studiów SI. Zaprezentowane zostają zaawansowane wyprowadzenia matematyczne mające za zadanie stanowić inspirację do tworzenia nowych metod przetwarzania sygnałów w oparciu o istniejące ich cechy specyficzne dla danego analizowanego zagadnienia. Zajęcia laboratoryjne dotyczą zagadnień implementacyjnych odniesionych do prezentowanego w ramach wykładu materiału przy wykorzystaniu środowiska Matlab. Zajęcia projektowe są w wysokim stopniu zindywidualizowane w sensie przydzielania zagadnień projektowych poszczególnym studentom; student realizując projekt powinien nawiązać do treści zawartych w wykładzie i zilustrowanych w ramach laboratorium. Treści kształcenia obejmują zagadnienia uzupełniające i rozszerzające wiedzę podstawową taką jak projektowanie filtrów cyfrowych o np. analizę cepstralną względnie widma wyższych rzędów wykorzystywane do centrowania i uśredniania sygnałów biomedycznych oraz analizy postępów rehabilitacji pacjentów po udarach niedokrwiennych mózgu, gdzie w zasadzie nie istnieją obiektywne, wystarczająco ogólne metody oceny aktualnego stanu pacjenta. W trakcie zajęć zostaną poruszone zagadnienia obejmujące zaawansowane techniki przetwarzania sygnałów biomedycznych takie jak EMD, MEMD, NA-MEMD, CWT FFT, ICA, SVM, zaawansowane techniki sztucznej inteligencji w zastosowaniu do przetwarzania sygnałów biomedycznych.
Metody inteligencji obliczeniowej	2	K2A_U03	Wprowadzenie do zagadnień inteligencji obliczeniowej. Historia sztucznej inteligencji. Zbiory, liczby i wnioskowanie rozmyte. Sztuczne sieci neuronowe. Uczenie sieci i zastosowanie w problemach rozpoznawania. Algorytmy ewolucyjne i inne inteligentne metody poszukiwania rozwiązań optymalnych. Zastosowania praktyczne algorytmów sztucznej inteligencji. Temat opcjonalny: wybrane algorytmy hybrydowe. Projekt ilustrujący treść wykładu i pozwalający na opanowanie umiejętności związanych z obsługą i praktycznym wykorzystaniem pakietu Matlab / Python / R. Projekt realizowany jest w formie zespołowej.
Systemy wbudowane i mobilne w biomedycynie	2	K2A_U04	Idea, rodzaje i pola aplikacyjne systemów wbudowanych, Struktura sprzętowa wybranych platform dla systemów wbudowanych, Układy peryferyjne, Algorytmy i języki programowania, Sieci czujników w zastosowaniach biomedycznych w tym body sensor networks, Protokoły komunikacyjne.
Aparatura bloku operacyjnego i systemy IOM	1	K2A_W04	1. Podstawowa aparatura oraz narzędzia chirurgiczne. 2. Urządzenia chirurgii laparoskopowej. 3. Roboty chirurgiczne. 4. Urządzenia monitorujące. 5. Systemy intensywnej opieki medycznej oraz wspomaganie czynności narządów.
Bioinformatyka i biologia obliczeniowa	4	K2A_W05 K2A_U04	Tematyka wykładów: Kwasy nukleinowe, białka, centralny dogmat biologii molekularnej. Dopasowanie sekwencji. Przyrównanie wielu sekwencji. Bioinformatyczne bazy danych. Wizualizacja, klasyfikacja i przewidywanie struktur białek i RNA. Genomika funkcjonalna. Mikromacierze i analiza danych mikromacierzowych. Proteomika i analiza danych ze spektrometrii mas. Filogenetyka. Konstrukcja drzew filogenetycznych. Przetwarzanie sygnałów w bioinformatyce. Sekwencjonowanie DNA. Tematyka ćwiczeń laboratoryjnych: Właściwości aminokwasów; Budowa strukturalna białek; Algorytmy dopasowania sekwencji; Projektowanie starterów do PCR; Mikromacierze; Klasteryzacja danych mikromacierzowych; Analiza danych proteomicznych; Klasyfikacja danych proteomicznych; Predykcja struktury

			drugorzędowej białek; Konstrukcja drzew filogenetycznych; Wyszukiwanie informacji w bioinformatycznych bazach danych; Przetwarzanie sygnałów w bioinformatyce.
Aparatura elektromedyczna	4	K2A_W04	Treści kształcenia, które obejmują wszystkie trzy zasadnicze formy prowadzenia zajęć mają za zadanie przygotowanie studenta do szczegółowego poznania zasad działania i budowy współczesnej diagnostycznej i terapeutycznej, elektronicznej aparatury medycznej.
Phyton. Programowanie	2	K2A_U07	Wykład: 1. Środowiska programistyczne przeznaczone dla języka Python. 2. Typy danych i kolekcje w języku Python. 3. Instrukcje sterujące oraz funkcje i moduły. 4. Programowanie i projektowanie obiektowe. 5. Symulacje obliczeniowe przy wykorzystaniu języka.
Uczenie maszynowe	1	K2A_U06 K2A_U07	Zajęcia projektowe: 1. Środowisko języka Python 3. 2. Środowisko języka R. 3. Podstawowe operacje na danych. Przygotowanie danych. 4. Obliczenia macierzowe, regresja liniowa. 5. Regresja logistyczna. 6. Sieci neuronowe.
Inżynieria hybrydowych i sztucznych narządów	2	K2A_W02 K2A_U03	Wykład: Sztuczna nerka. Hemodializa, dializa otrzewnowa, technologia membran kapilarnych i sorbentów. Sztuczna wątroba. Detoksykacja krwi za pomocą sorbentów. Sztuczna trzustka. Sztuczne serce, wspomaganie czynności układu krążenia. Biomateriały – materia.
Aparatura analityczna i laboratoryjna	2	K2A_W04	Wykład: Treści kształcenia obejmują zagadnienia zarówno konstrukcyjne jak i interpretacyjne dotyczące najnowszych osiągnięć w zakresie diagnostyki laboratoryjnej i zostaną one przekazane studentom w ramach wykładu akademickiego. Projekt: Z kolei zajęcia projektowe dotyczyć będą nabycia umiejętności samodzielnego, kreatywnego wykorzystywania zjawisk fizycznych pozwalających na rozwiązanie problemów metrologicznych w diagnostyce laboratoryjnej.
Eksploracja danych	2	K2A_U01	Pojęcia podstawowe: rodzaje danych, rozkłady zmiennej losowej, populacja, próba reprezentatywna, zasady randomizowania, miary położenia, zmienności, asymetrii, koncentracji, szeregi rozdzielcze, tabele wielodzielcze i rozproszenia. Postępowanie z danymi: obserwacje odstające, obserwacje ekstremalne, brakujące dane, metody wykrywania wcześniej wymienionych obserwacji. Wstęp wnioskowania statystycznego, Test t-Studenta i jego odmiany, Inne testy istotności: test istotności różnic dwóch współczynników korelacji, test różnic między dwoma wskaźnikami struktury. Podstawy korelacji i analizy wariancji ANOVA. Zaawansowane analizy wariancji ANOVA: Testy nieparametryczne, Metody analizy zmiennych jakościowych, Ocena testów diagnostycznych: czułość, swoistość, wartość predykcyjna dodatnia i ujemna, krzywe ROC, prawdopodobieństwo aposteriori Bayesa. Regresja prosta, Regresja nieliniowa i logistyczna, Wstęp do innych metod analitycznych: analiza kanoniczna i dyskryminacyjna, analiza korespondencji, analiza przeżycia (metoda Kaplana-Mayera), zastosowanie sieci neuronowych w eksploracji danych.
Przedmioty obieralne	6	K2A_U05 K2A_K03	Treści kształcenia obejmują zagadnienia z zakresu zaawansowanych technologii stosowanych i wykorzystywanych w inżynierii biomedycznej, w zakresie inżynierskiego wspomaganie diagnostyki i terapii medycznej, fizjoterapii i sportu. Zagadnienia przybliżające oraz analizujące najnowsze trendy rozwojowe inżynierii biomedycznej.
Praca przejściowa	3	K2A_K04	Przygotowanie studenta do samodzielnej metodycznej i systematycznej pracy o charakterze badawczym, niezbędnej do samodzielnego, dojrzałego rozwiązywania wybranych zagadnień biomedycznych, z użyciem technologii inżynierskich. Nabycie zdolności formułowania treści naukowych, prowadzenia badań i poprawnego wnioskowania, a także umiejętności prowadzenia dyskusji. Zdobycie przez studenta doświadczenia umożliwiającego samodzielną realizację późniejszej pracy dyplomowej.
Seminarium dyplomowe	1	K2A_W03 K2A_U01	Treści programowe obejmują zagadnienia z zakresu umiejętności poprawnego prowadzenia procesu badawczego w ramach realizacji pracy magisterskiej oraz przygotowywania opisu pracy o charakterze badawczym, w zakresie składni, edycji i formatowania tekstu, dobierania treści adekwatnych do tematu realizowanych prac, formułowania celów badawczych oraz podsumowania i oceny realizowanych prac badawczych. Nauczanie umiejętności argumentowania w dyskusji, uzasadniania własnego stanowiska.
Praca magisterska	20	K2A_W03 K2A_U01 K2A_U07	Nabycie umiejętności samodzielnego rozwiązania problemu o charakterze badawczym z obszaru inżynierii biomedycznej, polegające na stosowaniu metod naukowych zmierzających do osiągnięcia postawionego celu wraz z przygotowaniem dokumentacji zrealizowanych prac badawczych oraz aplikacyjnych. Praca ma charakter poznawczy. Rezultaty pracy mają charakter poznawczy oraz użytkowy.

Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia

Nazwa sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się	Opis sposobu weryfikacji i oceny efektów uczenia się
Egzamin pisemny	Egzamin sprawdza wiedzę studenta, wymagając od niego umiejętności łączenia faktów, odpowiedzi na pytania przekrojowe lub/ a także rozwiązywania konkretnych problemów inżynierskich np. zadań rachunkowych, tworzenia programów komputerowych. Egzamin może być przeprowadzony w formie testu jedno- lub wielokrotnego wyboru lub mieć formę pytań otwartych.
Egzamin ustny	Egzamin ustny jest ukierunkowany na sprawdzenie wiedzy studenta, poziomu zrozumienia zagadnień stanowiących treści kształcenia przedmiotu, umiejętności łączenia i analizy faktów, rozwiązywania problemów inżynierskich wskazanych przez egzaminatora.
Kolokwium zaliczeniowe	Kolokwium sprawdza wiedzę studenta z zakresu zrealizowanego w ramach przedmiotu materiału. Może być przeprowadzone w formie pytań przekrojowych, a także zadań inżynierskich /obliczeniowych, jak również w formie testu jedno- lub wielokrotnego wyboru lub może mieć formę zbioru pytań otwartych.
Projekt	Ocena zrealizowanego zadania projektowego wykonanego samodzielnie (lub ewentualnie we współdziałaniu z innymi studentami, na które wyraził zgodę prowadzący zajęcia) pod kierunkiem prowadzącego.
Sprawozdania	Ocena wiedzy oraz umiejętności analizy wyników i formułowania wniosków z badań/doświadczeń wykonanych samodzielnie (lub ewentualnie przy współdziałaniu innych studentów, na które wyraził zgodę prowadzący zajęcia) pod kierunkiem prowadzącego.
Prezentacja	Prezentacje prac zaliczeniowych w formie ustnej, audiowizualnej lub elektronicznej.
Obserwacja-aktywność	Obserwacje i ocena umiejętności praktycznych studenta w oparciu o sposób przeprowadzania badań/doświadczeń, a także wypowiedzi ustne/pisemne podczas zajęć.