

Program studiów

Inżynieria w medycynie pierwszego stopnia

Profil studiów: ogólnoakademicki



1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	Inżynieria w medycynie
Poziom studiów	pierwszego stopnia
Profil studiów	ogólnoakademicki

Nazwa dyscypliny wiodącej, w ramach której uzyskiwana jest ponad połowa efektów uczenia się wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla dyscypliny wiodącej w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny wiodącej	Udział
inżynieria mechaniczna	60 %

Nazwy pozostałych dyscyplin wraz z określeniem procentowego udziału liczby punktów ECTS dla pozostałych dyscyplin w ogólnej liczbie punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na kierunku

Nazwa dyscypliny	Udział
inżynieria biomedyczna	30 %
inżynieria materiałowa	10 %

Liczba semestrów	studia stacjonarne: 7
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	210
Łączna liczba godzin zajęć	2685
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRZ
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	inżynier
Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	<p>Inżynieria w medycynie jest interdyscyplinarnym kierunkiem studiów koncentrującym się na zagadnieniach i rozwiązaniach technicznych dla medycyny. Jej szybki rozwój jest możliwy dzięki rozwojowi techniki w tym metod i urządzeń diagnostycznych, terapeutycznych i rehabilitacyjnych. Przed inżynierami są postawione ambitne wyzwania cywilizacyjne a obecnie wzrasta zapotrzebowanie na specjalistów umiejących sprostać tym zadaniom. Absolwenci studiów inżynierii w medycynie są w stanie sprostać tym wyzwaniom.</p> <p>W trakcie studiowania główny nacisk położony jest na wspomagane komputerowo projektowanie: zarówno w systemach CAD i metodzie elementów skończonych, jak i szybkim prototypowaniu z wykorzystaniem drukarek 3D. Nie mniej ważne są umiejętności i kompetencje informatyczne absolwentów: studenci nabywają wiedzę w zakresie modelowania komputerowego, automatyki oraz systemów sterowania i akwizycji danych w obszarze biopomiarów.</p> <p>Oprócz interdyscyplinarności wyjątkową cechą odróżniającą absolwentów inżynierii w medycynie od innych kierunków technicznych jest umiejętność posługiwania się językiem medycznym. Tą umiejętnością studenci nabywają między innymi na zajęciach z anatomii, ortopedii, kardiologii i in., które są prowadzone przez specjalistów – lekarzy pracujących na co dzień w szpitalach naszego regionu.</p> <p>Wiedza i umiejętności absolwentów</p> <ul style="list-style-type: none"> • umiejętność projektowania w systemach CAD rozwiązań dla medycyny, • znajomość metod szybkiego prototypowania rozwiązań dla medycyny, • bezpieczna i skuteczna obsługa wysoce z informatyzowanej aparatury medycznej, • codzienny nadzór techniczny nad aparaturą medyczną, wiedza i umiejętności z zakresu technik stosowanych w warunkach kontaktu urządzeń mechanicznych z żywym organizmem, • wiedza i umiejętności z zakresu najnowocześniejszych trendów rozwojowych techniki medycznej, w tym komputerowego modelowania struktur anatomicznych, • umiejętność samokształcenia się, wzbogacania swojej wiedzy związane z nieustannym postępem naukowym i technicznym, • wiedza inżynierska z zakresu przedmiotów technicznych, w tym elektrotechniki, elektroniki, automatyki, robotyki, materiałoznawstwa i miernictwa, znajomość podstawowych pojęć i technik medycznych, • dobre przygotowanie z zakresu nauk ścisłych, umiejętność łączenia wiedzy teoretycznej z praktyczną, gdyż to pozwala rozumieć ograniczenia stosowanych metod badawczych, pomiarowych, diagnostycznych, a także właściwie ocenić uzyskane wyniki. <p>Wybrane możliwości zatrudnienia absolwentów</p> <ul style="list-style-type: none"> • przedsiębiorstwa produkcyjne i projektowe w obszarze aparatury medycznej,

- firmy komputerowe zajmujących się realizacją systemów informatycznych wspomagających medycynę,
- placówki służby zdrowia przy obsłudze i serwisowaniu aparatury medycznej, w tym instytucje umożliwiających funkcjonowanie i powrót do zdrowia osobom po ciężkich wypadkach i chorobach,
- instytucje badawczo-rozwojowe.

2. Efekty uczenia się

Symbol	Treść	Odniesienia do PRK
K_W01	Posiada wiedzę z matematyki niezbędną do opisu i analizy zagadnień technicznych z zakresu inżynierii medycznej.	P6S_WK P6S_WG
K_W02	Posiada wiedzę z fizyki niezbędną do opisu i analizy zagadnień technicznych z zakresu inżynierii medycznej.	P6S_WK P6S_WG
K_W03	Posiada wiedzę w zakresie stosowania aparatury pomiarowej, terminów metrologicznych i metod oszacowania błędu pomiaru.	P6S_WG
K_W04	Posiada podstawową wiedzę z chemii przydatną do opisu i analizy zagadnień technicznych z zakresu inżynierii biomedycznej.	P6S_WK P6S_WG
K_W05	Posiada wiedzę z mechaniki i biomechaniki przydatną do opisu i analizy zagadnień z zakresu inżynierii biomedycznej.	P6S_WG P6S_WG
K_W06	Posiada wiedzę z zakresu inżynierii materiałowej i materiałów stosowanych w medycynie, w tym w podzespołach urządzeń i systemów medycznych.	P6S_WG
K_W07	Posiada podstawową wiedzę z elektrotechniki oraz układów elektronicznych przydatną do opisu i analizy zagadnień technicznych dla medycyny.	P6S_WG
K_W08	Posiada podstawową wiedzę medyczną niezbędną do zrozumienia metod i zasady działania systemów stosowanych w inżynierii biomedycznej.	P6S_WK P6S_WG
K_W09	Posiada wiedzę z informatyki i podstaw biocybernetyki niezbędną do rozwiązywania problemów z zakresu inżynierii w medycynie.	P6S_WG
K_W10	Posiada podstawową wiedzę w zakresie automatyki i robotyki.	P6S_WG
K_W11	Posiada podstawową wiedzę o cyklu życia urządzeń, obiektów i systemów technicznych.	P6S_WG
K_W12	Posiada podstawową wiedzę dotyczącą zarządzania, w tym zarządzania jakością i prowadzenia działalności gospodarczej.	P6S_WK
K_W13	Posiada wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych, prawnych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej oraz ich uwzględniania w działalności inżynierskiej.	P6S_WK
K_W14	Zna i rozumie podstawowe pojęcia i zasady z zakresu ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego; potrafi korzystać z zasobów informacji patentowej.	P6S_WK
K_W15	Zna ogólne zasady tworzenia i rozwoju form indywidualnej przedsiębiorczości, wykorzystującej wiedzę z zakresu studiowanego kierunku.	P6S_WK
K_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim, w zakresie studiowanego kierunku; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji, a także wyciągać wnioski oraz formułować i uzasadniać opinie.	P6S_UW P6S_UU
K_U02	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski.	P6S_UW P6S_UO P6S_UU
K_U03	Potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne.	P6S_UW P6S_UO
K_U04	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik z zakresu inżynierii i medycyny.	P6S_UK
K_U05	Potrafi - przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich zastosować systemowe sposoby analityczne i syntetyczne z uwzględnieniem również aspektów pozatechnicznych.	P6S_UW P6S_UO
K_U06	Potrafi przygotować w języku polskim i w języku angielskim dobrze udokumentowane opracowanie problemów z zakresu zasady działania systemów stosowanych w inżynierii medycznej.	P6S_UW P6S_UK
K_U07	Potrafi dokonać wstępnej analizy ekonomicznej stosowanych technik z zakresu inżynierii medycznej.	P6S_UW
K_U08	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu inżynierii w medycynie.	P6S_UW P6S_UK
K_U09	Posiada umiejętność samokształcenia się.	P6S_UO P6S_UU
K_U10	Potrafi dokonać krytycznej analizy sposobu funkcjonowania i ocenić istniejące rozwiązania techniczne, w szczególności urządzenia, obiekty, systemy, procesy, usługi z zakresu inżynierii w medycynie.	P6S_UW P6S_UK
K_U12	Potrafi dokonać identyfikacji i sformułować specyfikację złożonych zadań inżynierskich o charakterze praktycznym z zakresu inżynierii medycznej, w tym zadań nietypowych uwzględniających ich aspekty pozatechniczne.	P6S_UW
K_U13	Potrafi posługiwać się technikami informacyjno-komunikacyjnymi właściwymi do realizacji zadań typowych dla działalności inżynierskiej.	P6S_UK
K_U14	Potrafi ocenić przydatność metod i narzędzi służących do rozwiązania zadania inżynierskiego z zakresu inżynierii medycznej, w tym dostrzec ograniczenia tych metod i narzędzi; potrafi - stosując także koncepcyjnie nowe metody - rozwiązywać złożone zadania inżynierskie z zakresu inżynierii medycznej, w tym zadania nietypowe oraz zadania zawierające komponent badawczy.	P6S_UW
K_U15	Potrafi - zgodnie z zadaną specyfikacją uwzględniającą aspekty pozatechniczne - zaprojektować złożone urządzenie, obiekt, system lub proces z zakresu inżynierii medycznej oraz zrealizować ten projekt - co najmniej w części - używając właściwych metod, technik i narzędzi, w tym przystosowując do tego celu istniejące lub opracowując nowe urządzenia.	P6S_UW
K_U16	Ma przygotowanie niezbędne do pracy w środowisku przemysłowym oraz rozumie zasady bezpieczeństwa związane z tą pracą.	P6S_UW

K_U17	Ma doświadczenie w rozwiązywaniu zadań praktycznych, zdobyte w środowisku zajmującym się zawodowo działalnością inżynierską oraz związane z wykorzystaniem materiałów i narzędzi z zakresu inżynierii stosowanej w medycynie.	P6S_UW
K_U18	Ma doświadczenie związane z utrzymaniem urządzeń, obiektów i systemów technicznych w obszarze inżynierii dla medycyny.	P6S_UW
K_U19	Ma umiejętność korzystania i doświadczenie w korzystaniu z norm i standardów z zakresu inżynierii medycznej.	P6S_UW
K_U20	Ma doświadczenie związane ze stosowaniem technologii dla medycyny, zdobyte w środowiskach zajmujących się zawodowo działalnością inżynierską.	P6S_UW
K_K01	Rozumie potrzebę uczenia się przez całe życie; potrafi inspirować i organizować proces uczenia się innych osób.	P6S_UU P6S_KO
K_K02	Ma świadomość ważności i rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej, w tym jej wpływu na środowisko i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	P6S_KO
K_K03	Potrafi myśleć i działać w sposób przedsiębiorczy.	P6S_KO
K_K04	Potrafi współdziałać i pracować w grupie, przyjmując w niej różne role.	P6S_UO P6S_KO
K_K05	Potrafi odpowiednio określić priorytety służące realizacji określonego, przez siebie lub innych, zadania.	P6S_UO P6S_KK P6S_KO
K_K06	Prawidłowo identyfikuje i rozstrzyga dylematy związane z wykonywaniem zawodu z zakresu inżynierii medycznej.	P6S_KK P6S_KK P6S_KO P6S_KO P6S_KR P6S_KR

Opis efektów uczenia się zawiera efekty uczenia się, o których mowa w ustawie z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji i uwzględnienia uniwersalne charakterystyki pierwszego stopnia określone w tej ustawie oraz charakterystyki drugiego stopnia określone w przepisach wydanych na podstawie art. 7 ust. 3 tej ustawy, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich..

Szczegółowe informacje o:

1. związkach efektów uczenia się z efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach;
2. kluczowych kierunkowych efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, z ukazaniem ich związku z dyscypliną/dyscyplinami, do której/których kierunek jest przyporządkowany;
3. rozwinięciu kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
4. efektach uczenia się w zakresie wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych, prowadzących do uzyskania kompetencji inżynierskich, w przypadku kierunków studiów kończących się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera/magistra inżyniera;

znajdują się w kartach zajęć, dostępnych na stronie internetowej wydziału. Karty modułów zajęć stanowią integralną część programu studiów.

3. Wykaz zajęć, parametry programu studiów, metody weryfikacji efektów uczenia się oraz treści programowe

3.1 Wykaz zajęć

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
1	FF	Fizyka I	45	45	0	0	90	7	T	
1	MK	Grafika inżynierska I	30	0	15	0	45	4	N	
1	ZH	Kompetencje psychospołeczne w organizacji	15	0	0	0	15	1	N	
1	FB	Matematyka I	60	60	0	0	120	8	T	
1	DL	Podstawy anatomii i fizjologii człowieka	30	0	0	0	30	2	N	
1	FF	Technologie informacyjne	15	0	30	0	45	3	N	
1	FF	Wstęp do programowania	15	0	30	15	60	5	N	
1	DL	Wychowanie fizyczne	0	30	0	0	30	0	N	
Sumy za semestr: 1			210	135	75	15	435	30	2	3
2	CF	Chemia	15	0	15	0	30	2	N	
2	FF	Fizyka II	30	45	0	0	75	5	T	
2	MK	Grafika inżynierska II	15	0	0	30	45	4	N	
2	FF	Laboratorium: mechanika	0	0	15	0	15	1	N	
2	FF	Matematyczne podstawy mechaniki	15	30	0	0	45	3	N	
2	FB	Matematyka II	30	30	0	0	60	4	T	
2	MK	Mechanika	30	30	0	0	60	5	T	
2	FC	Metody opracowania danych pomiarowych	15	0	15	0	30	2	N	
2	FF	Narzędzia wspomagania obliczeń inżynierskich I	0	0	30	0	30	2	N	
2	ES	Struktury danych w medycynie / Systemy informatyczne w placówkach medycznych	15	0	0	15	30	2	N	
Sumy za semestr: 2			165	135	75	45	420	30	3	1

3	CK	Biomateriały	15	0	15	0	30	2	N	
3	FF	Fizyka ośrodków ciągłych / Wstęp do mechaniki płynów biologicznych	15	15	15	0	45	4	T	
3	DJ	Język angielski	0	30	0	0	30	2	N	■
3	FF	Laboratorium: elektromagnetyzm i optyka	0	0	30	0	30	2	N	
3	MC	Materiałoznawstwo	30	0	30	0	60	5	T	
3	FB	Metody numeryczne	15	0	15	0	30	2	N	
3	MK	Narzędzia projektowania CAx	0	0	30	0	30	2	N	
3	FF	Narzędzia wspomagania obliczeń inżynierskich II	0	0	0	30	30	2	N	
3	FF	Podstawy biomechaniki	15	0	0	15	30	3	N	
3	FF	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	15	15	15	0	45	3	N	
3	DL	Wychowanie fizyczne	0	30	0	0	30	0	N	
3	MK	Wytrzymałość materiałów	15	15	0	0	30	3	T	
Sumy za semestr: 3			120	105	150	45	420	30	3	1
4	FF	Drgania układów mechanicznych	15	30	0	0	45	4	T	
4	DJ	Język angielski	0	30	0	0	30	2	N	■
4	FC	Optyka geometryczna w optometrii / Fotogrametria w inżynierii medycznej	15	0	15	0	30	2	N	
4	FF	Podstawy chirurgii / Podstawy ortopedii	15	0	0	15	30	2	N	
4	FF	Podstawy kardiologii / Podstawy neurologii	15	15	0	0	30	2	N	
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn	30	0	0	30	60	6	T	
4	MK	Projektowanie wspomaganie komputerem/Modelowanie w inżynierii medycznej	15	0	30	0	45	3	N	
4	FF	Systemy kontrolno-pomiarowe I	15	0	30	0	45	3	N	■
4	MP	Techniki wytwarzania	30	0	15	0	45	4	T	
4	CM	Technologie materiałowe w medycynie / Technologie materiałowe w technice	15	0	15	0	30	2	N	
Sumy za semestr: 4			165	75	105	45	390	30	3	2
5	FF	Grafika komputerowa / Sztuczna inteligencja w zastosowaniach biomedycznych	15	0	30	0	45	3	N	
5	DJ	Język angielski	0	30	0	0	30	2	N	■
5	FC	Laserowe techniki obróbki i wytwarzania	15	0	30	15	60	5	T	
5	MK	Metoda elementów skończonych w inżynierii medycznej / Metody numeryczne w biomechanice	15	0	30	0	45	3	N	
5	FF	Metody fizyczne w technice i medycynie	15	0	30	0	45	3	N	
5	MK	Metrologia medyczna / Metrologia współrzędnościowa	30	0	30	0	60	5	T	
5	EA	Podstawy automatyki i robotyki	30	0	30	0	60	3	N	
5	FF	Podstawy diagnostyki technicznej / Podstawy diagnostyki obrazowej	15	0	30	0	45	3	N	
5	FF	Systemy kontrolno-pomiarowe II	0	0	0	15	15	1	N	
5	FF	Wyposażenie oddziałów szpitalnych / Instrumentarium medyczne	15	0	0	15	30	2	N	
Sumy za semestr: 5			150	30	210	45	435	30	2	1
6	FF	Aparatura medyczna	15	0	0	15	30	2	N	
6	FF	Elementy fizyki jądrowej, ochrona radiologiczna / Promieniowanie w medycynie	15	0	15	0	30	2	N	
6	EM	Elementy inżynierii biomedycznej	15	0	15	0	30	2	N	
6	FF	Endoprotezy, implanty i sztuczne narządy	15	0	0	15	30	2	N	
6	DJ	Język angielski	0	30	0	0	30	3	T	
6	MK	Komp. modelowanie struktur anatomicznych / Modelowanie 3D-CAD implantów	15	0	15	15	45	3	N	

6	FC	Metrologia optyczna własności mechanicznych	15	0	30	0	45	4	T	
6	FF	Nanomateriały / Materiały funkcjonalne	15	0	15	0	30	2	N	
6	FF	Podstawy akustyki i ochrona słuchu / Ultradźwięki w zastosowaniach medycznych	15	0	15	0	30	2	N	
6	ZO	Podstawy zarządzania / Podstawy przedsiębiorczości	30	0	0	0	30	2	N	
6	MI	Technika cyfrowa i systemy mikroprocesorowe	30	0	15	0	45	3	N	
6	MK	Techniki RP / Systemy CAD/CAM	15	0	30	0	45	3	N	
Sumy za semestr: 6			195	30	150	45	420	30	2	0
7	FF	Egzamin dyplomowy	0	0	0	0	0	0	T	
7	FF	Kriogenika / Biofizyka	15	0	15	15	45	3	N	
7	ZP	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N	
7	DL	Podstawy rehabilitacji, inżynieria rehabilitacji ruchowej	30	0	0	0	30	2	N	
7	FF	Praca dyplomowa	0	0	0	0	0	15	N	
7	FF	Praktyka zawodowa	0	0	0	0	0	4	N	
7	ZH	Prawne i etyczne aspekty inżynierii medycznej	15	0	0	0	15	1	N	
7	FF	Seminarium dyplomowe	0	0	0	45	45	3	N	
7	MG	Zapewnienie jakości wyrobów medycznych / Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem	15	0	0	0	15	1	T	
Sumy za semestr: 7			90	0	15	60	165	30	2	0
SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:			1095	510	780	300	2685	210	17	8

Uwaga, niezaliczenie zajęć oznaczonych czerwoną flagą uniemożliwia dokonanie wpisu na kolejny semestr (nawet wówczas gdy sumaryczna liczba punktów ECTS jest mniejsza niż dług dopuszczalny), są to zajęcia kontynuowane w następnym semestrze lub zajęcia, w których nieosiągnięcie wszystkich zakładanych efektów uczenia się nie pozwala na kontynuowanie studiów w innych zajęciach objętych programem studiów następnego semestru.

3.2 Przedmioty wybierane w ramach programu studiów, w tym języki obce.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
2	ES	Struktury danych w medycynie	15	0	0	15	30	2	N	
2	ES	Systemy informatyczne w placówkach medycznych	15	0	0	15	30	2	N	
3	FF	Fizyka ośrodków ciągłych	15	15	15	0	45	4	T	
3	FF	Wstęp do mechaniki płynów biologicznych	15	15	15	0	45	4	T	
4	FC	Fotogrametria w inżynierii medycznej	15	0	15	0	30	2	N	
4	MK	Modelowanie w inżynierii medycznej	15	0	30	0	45	3	N	
4	FC	Optyka geometryczna w optometrii	15	0	15	0	30	2	N	
4	FF	Podstawy chirurgii	15	0	0	15	30	2	N	
4	FF	Podstawy kardiologii	15	15	0	0	30	2	N	
4	FF	Podstawy neurologii	15	15	0	0	30	2	N	
4	FF	Podstawy ortopedii	15	0	0	15	30	2	N	
4	MK	Projektowanie wspomagane komputerem	15	0	30	0	45	3	N	
4	CM	Technologie materiałowe w medycynie	15	0	15	0	30	2	N	
4	CM	Technologie materiałowe w technice	15	0	15	0	30	2	N	
5	FF	Grafika komputerowa	15	0	30	0	45	3	N	
5	FF	Instrumentarium medyczne	15	0	0	15	30	2	N	
5	MK	Metoda elementów skończonych w inżynierii medycznej	15	0	30	0	45	3	N	
5	MK	Metody numeryczne w biomechanice	15	0	30	0	45	3	N	
5	MK	Metrologia medyczna	30	0	30	0	60	5	T	
5	MK	Metrologia współrzędnościowa	30	0	30	0	60	5	T	
5	FF	Podstawy diagnostyki obrazowej	15	0	30	0	45	3	N	
5	FF	Podstawy diagnostyki technicznej	15	0	30	0	45	3	N	
5	FF	Sztuczna inteligencja w zastosowaniach biomedycznych	15	0	30	0	45	3	N	

5	FF	Wyposażenie oddziałów szpitalnych	15	0	0	15	30	2	N
6	FF	Elementy fizyki jądrowej, ochrona radiologiczna	15	0	15	0	30	2	N
6	MK	Komputerowe modelowanie struktur anatomicznych	15	0	15	15	45	3	N
6	FF	Materiały funkcjonalne	15	0	15	0	30	2	N
6	MK	Modelowanie 3D-CAD implantów	15	0	15	15	45	3	N
6	FF	Nanomateriały	15	0	15	0	30	2	N
6	FF	Podstawy akustyki i ochrona słuchu	15	15	0	0	30	2	N
6	ZO	Podstawy przedsiębiorczości	30	0	0	0	30	2	N
6	ZO	Podstawy zarządzania	30	0	0	0	30	2	N
6	FF	Promieniowanie w medycynie	15	0	15	0	30	2	N
6	MK	Systemy CAD/CAM	15	0	30	0	45	3	N
6	MK	Techniki RP	15	0	30	0	45	3	N
6	FF	Ultradźwięki w zastosowaniach medycznych	15	0	15	0	30	2	N
7	FF	Biofizyka	15	0	15	15	45	3	N
7	FF	Kriogenika	15	0	15	15	45	3	N
7	MG	Zapewnienie jakości wyrobów medycznych	15	0	0	0	15	1	T
7	MG	Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem	15	0	0	0	15	1	T

3.2 Parametry programu studiów i metody weryfikacji efektów uczenia się

Parametry programu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	115 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana zajęciom związanym z prowadzoną w uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów.	128 ECTS
Łączna 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
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	73 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	4 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	160 godz.
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć z języka obcego.	9 ECTS
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego.	60 godz.

Metody weryfikacji efektów uczenia się

Szczegółowe zasady oraz metody weryfikacji i oceny efektów uczenia się pozwalające na sprawdzenie i ocenę wszystkich efektów uczenia się są opisane w kartach zajęć. W ramach programu weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się jest realizowana w szczególności przy pomocy następujących metod: egzamin cz. pisemna, egzamin cz. praktyczna, egzamin cz. ustna, zaliczenie cz. pisemna, zaliczenie cz. praktyczna, zaliczenie cz. ustna, esej, kolokwium, sprawdzian pisemny, obserwacja wykonawstwa, prezentacja dokonań (portfolio), prezentacja projektu, raport pisemny, referat pisemny, referat ustny, sprawozdanie z projektu, test pisemny. Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć opublikowanych na stronie internetowej wydziału. Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się znajdują się w tabeli poniżej.

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	17
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	13
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	4
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	28
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	4
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	495
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	54
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	31
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	3
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	111
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	35
Liczba laboratoriów, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	15
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	76
Liczba zajęć projektowych, w których osiągnięte efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z	15

projektu	
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	241
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu	30
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych	197

3.3 Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają w szczególności aktualny stan wiedzy i metodyki badań w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których jest przyporządkowany kierunek, jak również wyniki działalności naukowej uczelni w tej dyscyplinie lub dyscyplinach. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych na stronie wydziału.

Aparatura medyczna	K_W03, K_W10, K_U01, K_U04, K_U09, K_U18, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Urządzenia i aparatura medyczna w diagnostyce i terapiach medycznych - ogólne zagadnienia dotyczące wszystkich głównych grup / typów aparatury medycznej powszechnie stosowanej we współczesnej medycynie. Dokumentacja aparatury medycznej. Szczegółowe omówienie wybranych przykładów urządzeń/aparatury stosowanej w szpitalach. Aparatura diagnostyczna. Aparatura monitorująca funkcje życiowe człowieka. Aparatura do intensywnego nadzoru. Serwisowanie aparatury medycznej. • Zagadnienia i problemy dotyczące dokumentacji aparatury medycznej. Aspekty prawne stosowania aparatury w jednostkach ochrony zdrowia. 	
Biomateriały	K_W05, K_W06, K_U09, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Klasyfikacja materiałów biologicznych i klasyfikacja biomateriałów. Charakterystyka głównych grup biomateriałów - biomateriały metaliczne, bioceramiczne, tworzywa sztuczne, biopolimery i ich kompozyty, materiały z pamięcią kształtu, bionanomateriały. Metodyka badań. Biofunkcjonalność, biodegradowalność, toksyczność, antybakteryjność i biodegradowalność biomateriałów. Zagrożenia wynikające ze stosowania biomateriałów. • Zastosowania biomateriałów - wytwarzanie sprzętu i elementów aparatury medycznej oraz protez, implantów, elementów wszczepianych, opatrunków, zastosowanie w kontrolowanym uwalnianiu leków i przenoszeniu leków, itp.. Podstawowe problemy inżynierii biomateriałów. 	
Chemia	K_W04, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Rozwój poglądów na budowę materii. Ilościowy opis substancji chemicznych. Nazewnictwo związków nieorganicznych. Teorie budowy atomów. Modele Thomsona, Rutherforda, Bohra. Równanie Schrödingera. Liczby kwantowe. Struktura elektronowa pierwiastków. Okresowe właściwości pierwiastków. Wiązania chemiczne. Wiązania jonowe i kowalencyjne. Teoria wiązań walencyjnych. Teoria orbitali molekularnych. Stany skupienia materii. Prawa gazowe. Oddziaływania międzycząsteczkowe. Właściwości cieczy i ciał stałych. Podstawy termodynamiki. Energia wewnętrzna, entalpia, entalpia swobodna. I, II i III zasada termodynamiki. Przemiany fazowe. Wykresy falowe układów jednoskładnikowych. Mieszaniny. Roztwory. Stężenia roztworów. Dysocjacja. Równowagi jonowe w roztworach wodnych. Pojęcie pH. Właściwości koligatywne roztworów. Kinetyka chemiczna. Zależność szybkości reakcji chemicznej od stężenia reagujących substancji i temperatury. Kataliza. Reakcje utleniania i redukcji. Elektrochemia. Podwójna warstwa elektryczna na granicy faz. Szereg elektrochemiczny. Ogniwa elektrochemiczne. Elektroliza. Baterie. Ogniwa paliwowe. Korozja. Właściwości pierwiastków grup głównych układu okresowego i wybranych metali przejściowych. Chemia organiczna. Wybrane związki organiczne i ich grupy funkcyjne. Polimery • Równowagi jonowe w roztworach wodnych. Hydroliza soli i stała rozpuszczalności. • Kinetyka chemiczna - wyznaczenie rzędu reakcji oraz stałej szybkości. • Przewodność elektryczna roztworów elektrolitów. Przewodność właściwa, molowa, równoważnikowa, graniczna. Wyznaczanie przewodności granicznych. Wyznaczanie stałej dysocjacji słabego elektrolitu. • Odczyn roztworów wodnych i pomiar pH. Miareczkowanie alkacymetryczne. 	
Drgania układów mechanicznych	K_W01, K_W02, K_W05, K_U03, K_U14, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Równanie oscylatora harmonicznego. • Drgania w układzie o jednym stopniu swobody. Oscylator tłumiony. Tłumienie podkrytyczne i nadkrytyczne. Oscylator z okresową siłą wymuszającą. Rezonans mechaniczny. • Drgania w układach o dwu i więcej stopniach swobody. • Sformułowanie lagranżowskie dynamiki. Pojęcia: lagranżian, stopnie swobody, współrzędne i prędkości uogólnione, więzy holonomiczne, nieholonomiczne, skleronomiczne. Równania Lagrange'a drugiego rodzaju. • Małe drgania wokół położenia równowagi. • Drgania w układach ciągłych jednowymiarowych. Drgania struny. • Drgania nieliniowe. Drgania chaotyczne. 	
Egzamin dyplomowy	K_U03
<ul style="list-style-type: none"> • Egzamin pisemny 	
Elementy inżynierii biomedycznej	K_W08, K_W09, K_U04, K_U09, K_U10, K_U20, K_K01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> • Biopotencjały. Sygnał EKG - rodzaje odprowadzeń, wzmacniacz biologiczny, schemat budowy elektrokardiografu. Typowe zakłócenia występujące w sygnale EKG i metody ich eliminacji. • Elektrostymulacja serca - budowa i zasada działania stymulatora implantowanego oraz defibrylatora. • Pomiar ciśnienia tętniczego krwi - podstawowe definicje, metody inwazyjne, metoda osłuchowa /oscylometryczna, metody monitorowania ciśnienia. Cyfrowa rejestracja i analiza tonów Korotkowa. Pomiar przepływu krwi - ultradźwiękowy przepływomierz Dopplera. • Fala tętna - parametry diagnostyczne, metody rejestracji fali tętna obwodowego, czujnik fotopletyzmoграфiczny. Pulsoksymetr. • Pomiary spirometryczne - definicje podstawowych wielkości stosowanych do oceny czynności płuc, budowa i zasada działania spirometru. Metody monitorowania ciągłości procesu oddychania. 	
Endoprotezy, implanty i sztuczne narządy	K_W05, K_W08, K_W11, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Współczesna inżynieria medyczna. Jej rola w służbie zdrowia. Biomechanika narządu ruchu człowieka. podstawy wytrzymałości materiałów tkankowych. Wymagania dotyczące biomateriałów - własności mechaniczne i fizyczne. Zjawiska na granicy implant - tkanka. • Alloplastyka stawów kończyny górnej - staw barkowy, łokciowy, nadgarstkowy, stawy międzypaliczkowe. Alloplastyka stawu kolanowego oraz skokowego. • Alloplastyka stawu biodrowego. Zastosowanie protez modułowych w onkologii. • Implanty stosowane w traumatologii - druty, pręty, gwoździe. Różnice w implantach stosowanych u dzieci, technika tytanowych zespołów elastyczno - stabilnych. Nowoczesne zespolenia płytkowe, stabilizatory zewnętrzne. • Implanty kręgosłupowe - stosowane w leczeniu złamań oraz deformacji rozwojowych - skoliozy i klifozy. Nowoczesne implanty rosnące u dzieci. • Implanty międzyztrzonowe kręgosłupa (cage, koszyki, protezy krążków międzykręgowych). Stymulatory układu nerwowego i mięśniowego. • Implanty i protezy stomatologiczne, zespolenia zuchwy. Układy wspomagające pracę układy krążenia: pompy infuzyjne, rozruszniki i stymulatory serca, stenty. Sztuczne serce, sztuczne zastawki serca. • Środki techniczne stosowane w rehabilitacji układu kostno-stawowego i mięśniowego, urządzenia do rehabilitacji czynnej i biernej kończyn, pionizatory i parapodia. Protezy kończyn górnych i dolnych. Stabilizatory i ortezy. Wózki inwalidzkie. • Cement kostny. Różnice w czasie wiązania i efekcie cieplnym. • Porównanie endoprotez stawu biodrowego - różnice budowy trzpienia i panewki. • Materiały dla inżynierii tkankowej. • Implanty stosowane w okulistyce. • Dializa i techniki dializacyjne. 	
Fizyka I	K_W02, K_W03, K_U01, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Kinematyka i zasady dynamiki Newtona. Elementy termodynamiki: rozszerzalność ciał stałych, kalorymetria. Przemiany gazowe, gaz doskonały i rzeczywisty. Pierwsza zasada termodynamiki: energia wewnętrzna gazu doskonałego, praca wykonana przy zmianie objętości gazu. Druga i trzecia zasada termodynamiki: procesy odwracalne i nieodwracalne, cykl Carnota, entropia. • Transformacje Galileusza i Lorentza. Elementy szczególnej teorii względności • Pole grawitacyjne: prawo 	

powszechnej grawitacji, prawa Keplera, pole sił grawitacyjnych. Pole elektrostatyczne: pole ładunków punktowych, prawo Coulomba. Natężenie pola elektrostatycznego. Potencjał elektryczny. Napięcie, siła elektromotoryczna. Pole dipola elektrycznego. Ruch ładunków w polu elektrycznym. • Stacjonarny prąd elektryczny, natężenie prądu. Pole magnetyczne prądu elektrycznego. Oddziaływanie pola magnetycznego na ładunki, siła Lorentza. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym. • Elementy optyki geometrycznej: powstawanie obrazu, zjawiska odbicia i załamania światła, soczewki, przyrządy optyczne. Elementy optyki falowej: dyspersja, interferencja, dyfrakcja i polaryzacja światła.	
Fizyka II	K_W02, K_W03, K_U01, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy teorii pola elektromagnetycznego. Prawo Gaussa. Prawo Ampere'a. Prawo indukcji Faradaya i reguła Lenza. Równania Maxwella • Fale elektromagnetyczne. Widmo fal. Energia fal elektromagnetycznych. Wektor Poyntinga. • Mechanika kwantowa. Efekt fotoelektryczny. Natura światła. Falowy charakter materii. Równanie Schroedingera. Zasada nieoznaczoności Heisenberga. Model Bohra atomu wodoru. Własności atomów. Promieniowanie rentgenowskie • Przewodnictwo ciał stałych. Właściwości elektryczne ciał stałych. Poziomy energetyczne w kryształach. Półprzewodniki • Podstawy współczesnej relatywistycznej kwantowej teorii pola. Cząstki elementarne. Leptony i kwarki. Oddziaływania silne i słabe. Cząstki pośredniczące. Struny • Podstawy ogólnej teorii względności. Grawitacja. Czarne dziury. Kosmologia relatywistyczna 	
Grafika inżynierska I	K_W05, K_U01, K_U02, K_U04, K_U09, K_U12, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Zastosowanie grafiki inżynierskiej w inżynierii w medycynie. • Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych. Rzuty aksonometryczne • Konstrukcje geometryczne. Przenikanie brył. • Formaty arkuszy, tabliczki rysunkowe, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne • Przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach, widokach i przekrojach cząstkowych. • Ogólne zasady wymiarowania • Tolerowanie wymiaru, pasowania, tolerancje geometryczne. • Chropowatość i falistość powierzchni • Wprowadzenie do rysunku złożeniowego. Rysunki PMI (Product Manufacturing Information) • Konstrukcje geometryczne • Rzuty prostokątne na 3 wzajemnie prostopadłe rzutnie. Praca kontrolna: wyznaczenie linii przenikania • Rzuty prostokątne brył na ściany sześciangu • Przekroje proste • Przekroje złożone stopniowe • Przekroje złożone łamane • Wymiarowanie • Omówienie dokumentacji technicznej wyrobu 	
Grafika inżynierska II	K_W05, K_U01, K_U02, K_U04, K_U09, K_U12, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Wykorzystanie grafiki komputerowej w zapisie konstrukcji. • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych • Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych • Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprężyn. • Zasady przedstawiania przekładni mechanicznych i ich elementów składowych (wał, koła zębate i pasowe, łożyska, uszczelnienia) • Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu rzeczywistego. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Wprowadzenie tolerancji wymiarowych. Praca kontrolna nr 1 - połączenia śrubowe. • Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych. • Wykonanie rysunku wykonawczego koła zębatego • Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych wybranych części • Wykonanie rysunku wykonawczego wału maszynowego • Rysunek odręczny wybranego elementu • Omówienie dokumentacji technicznej wyrobu • Wspomagane programem AutoCAD wykonywanie rysunków, zajęcia na pracowni komputerowej: Podstawowe elementy rysunku, modyfikacje rysunku, układy współrzędnych, ustawienia rysunkowe, wymiarowanie, wykonywanie przekrojów, rysowanie z użyciem warstw. 	
Język angielski	K_U06, K_U08, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> poziom B2 niższy: Organizacje – role i obowiązki wewnątrz organizacji; innowacyjność w firmie • Komunikacja podczas pierwszego spotkania; pogawędka/łamanie lodu; marki i marketing; • Komunikacja w zespole; prezentacje; formalne i półformalne maile. • Poziom B2 wyższy: Kultura korporacyjna; utrzymanie pracowników w firmie; budowanie relacji • Prezentowanie siebie; szkolenia i rozwój. • Strategie HR; komunikacja w zespole; prowadzenie spotkań. • Poziom C1: Innowacje w biznesie; innowacyjne myślenie; perswadowanie. • Angażowanie się podczas prezentacji; Gospodarka o obiegu zamkniętym i liniowym. • Cykl życia produktów; klarowanie informacji; efektywne spotkania. • poziom B2 niższy: Poszukiwanie pracy; rozmowa o pracę. • List motywacyjny; strategie biznesowe; analiza czynników podczas planowania w biznesie. • Rozwiązywanie problemów; raportowanie przyczyn i skutków. • Poziom B2 wyższy: Finanse i kryzysy ekonomiczne; rywalizacja w biznesie; reagowanie na złe wiadomości. • Klarowanie informacji; raportowanie; technologia w biznesie. • Radzenie sobie z trudnym rozmówcą; negocjacje; propozycje biznesowe. • Poziom C1: Finanse i inwestycje finansowe; kwestionowanie faktów; rozpatrywanie opcji. • Analiza budżetu; innowatorzy/prekursorzy w biznesie. • Rozwiązywanie problemów; raportowanie i planowanie. • poziom B2 niższy: Logistyka; sprzedaż internetowa; komunikacja podczas współpracy. • Negocjacje; zażalenia; przedsiębiorczość/prowadzenie firmy. • Wywieranie wpływu na ludzi; przedstawianie faktów i danych. • Poziom B2 wyższy: Kultura korporacyjna; utrzymanie pracowników w firmie; budowanie relacji. • Prezentowanie siebie; szkolenia i rozwój. • Strategie HR; komunikacja w zespole; prowadzenie spotkań. • Poziom C1: Strategie marketingowe; perswazja; prezentowanie danych. • Budowanie relacji w oparciu o zaufanie; branża turystyczna. • Kontakty w biznesie; urozmaicenie prezentacji opowiadaniem, korespondencją w biznesie. • poziom B2 niższy: Różnice kulturowe; praca za granicą; podejmowanie decyzji. • Budowanie relacji; rekomendacje/sugestie; przywództwo. • Informacje zwrotne – udzielanie i przyjmowanie; prowadzenie spotkań. • Poziom B2 wyższy: Zarządzanie czasem; nagłe zdarzenia. • Trudne negocjacje; email z uzasadnieniami; zarządzanie zmianami. • Coaching i mentoring; burza mózgów. • Poziom C1: Konflikt w pracy; dawanie wsparcia; mediacje. • Raportowanie konfliktów w pracy; sposoby myślenia w biznesie. • Ewaluacja pracownika; samoocena. 	
Kompetencje psychospołeczne w organizacji	K_W13, K_U09, K_U13, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Komunikacja jako podstawa budowania dobrych relacji z otoczeniem. • Kluczowe aspekty komunikacji interpersonalnej. • Czynniki wpływające na skuteczność autoprezentacji • Perswazja, erytyka, retoryka • Stres a zarządzanie czasem. • Podstawowe role grupowe. • Techniki wywierania wpływu • Psychologia tłumy • Stereotypy i uprzedzenia • Źródła konfliktów i problemów w grupie a negocjacje 	
Laboratorium: elektromagnetyzm i optyka	K_W02, K_W03, K_U01, K_U02, K_U03, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Wyznaczanie niepewności pomiarowych. • Wyznaczanie energii aktywacji półprzewodników. • Wyznaczanie pojemności kondensatora i stałej czasowej obwodu RC z krzywej rozładowania kondensatora. • Cechowanie termopary. • Sprawdzanie praw elektrolizy Faradaya. • Wyznaczanie indukcyjności cewki i pojemności kondensatora w obwodzie prądu zmiennego. • Zdejmowanie charakterystyk tranzystora. • Charakterystyki diody półprzewodnikowej. • Badanie pola magnetycznego solenoidu. • Zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne. Wyznaczanie charakterystyki fotooporu. • Wyznaczanie natężenia nieznanego źródła światła za pomocą fotometru. • Wyznaczanie względnego współczynnika załamania dla przezroczystego ośrodka przy pomocy mikroskopu. • Sprawdzanie prawa Malusa. Wyznaczanie rozkładu natężenia światła spolaryzowanego. • Wyznaczanie stałej siatki dyfrakcyjnej. • Badanie widma emisyjnego gazów. Wyznaczanie nieznanych długości fal. • Pochłanianie światła w cieczy. • Wyznaczanie promienia krzywizny soczewki metodą pierścieni Newtona. 	
Laboratorium: mechanika	K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_U02, K_U03, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Rachunek niepewności • Wyznaczanie prędkości lotu pocisku za pomocą wahała balistycznego • Wyznaczanie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahała rewersyjnego • Badanie ruchu tłumionego • Pomiar lepkości cieczy metodą Stokesa • Pomiar momentu bezwładności koła Maxwella • Sprawdzanie II zasady dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego brył • Wyznaczanie częstotliwości drgań widełek stroikowych metodą pomiaru częstotliwości dudnienia • Wyznaczanie długości oraz częstotliwości fali akustycznej • Badanie parametrów fali głosowej metodą rezonansu w rurze otwartej • Badanie centralnych zderzeń sprężystych i niesprężystych • Wyznaczanie współczynnika tarcia toczonego • Badanie rozkładu niepewności pomiarowych w pomiarach okresu wahań wahała • Badanie anharmoniczności wahała fizycznego lub matematycznego • Wyznaczanie momentów bezwładności brył sztywnych za pomocą wahała skrętnego 	

Lasery i techniki obróbki i wytwarzania	K_W02, K_W03, K_W11, K_U01, K_U02, K_U09, K_U12, K_U16, K_U17, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy fizyczne generacji promieniowania laserowego, budowa rezonatora, uwagi historyczne Opis wiązki promieniowania laserowego, parametry wiązki, modowość Własności źródeł promieniowania laserowego stosowanych w przemyśle Systemy do obróbki laserowej- optyka, manipulatory, zabezpieczenia, systemy sterowania Ciecie laserowe, metody, zakres zastosowań, parametry, ciecie różnych materiałów, jakość cięcia Laserowe drążenie otworów Znakowanie laserowe różnych materiałów 	
Matematyczne podstawy mechaniki	K_W01, K_W05, K_U01, K_U04, K_U05, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy rachunku tensorowego: skalary, wektory, tensory 2-go rzędu, tensory dowolnego rzędu Elementy analizy wektorowej: pochodna cząstkowa operacje różniczkowe na polach skalarnych i wektorowych w kartezjańskim układzie współrzędnych Przykłady tensorów 2-go i 4-rzędu w mechanice. Tensor momentu bezwładności. Tensory naprężeń i odkształceń Krzywoliniowe układy współrzędnych. Tensor metryczny. Współczynniki Lamego. Operatory różniczkowe w krzywoliniowych układach ortogonalnych Transformacja Fouriera w jednym wymiarze. Podstawowe własności i przykłady obliczeń. Zastosowania. 	
Matematyka I	K_W01, K_U03, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe pojęcia logiki i teorii zbiorów, ciągi liczbowe, granice ciągów Funkcja jednej zmiennej. Złożenie funkcji, funkcja różnowartościowa, odwrotna. Funkcje elementarne. Granice funkcji, własności. Asymptoty, ciągłość funkcji Pochodna funkcji, interpretacja, twierdzenie o wartości średniej, ekstrema funkcji, twierdzenie Taylora, de l'Hospitala, wypukłość, wklęsłość, badanie przebiegu zmienności. Zastosowania w fizyce Całka nieoznaczona i oznaczona, metody wyznaczania i zastosowania Pochodna funkcji wektorowej. Funkcja wielu zmiennych. Pochodne cząstkowe, kierunkowe, gradient. Zastosowania. 	
Matematyka II	K_W01, K_U03, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Macierze: działania na macierzach, wyznacznik z macierzy, macierz odwrotna, rząd macierzy Rozwiązywanie układów równań liniowych: twierdzenie Cramera, twierdzenie Croneckera-Capelliego Liczyby zespolone, wielomiany zespolone Geometria analityczna w przestrzeni: wektory, iloczyn skalarny, wektorowy i mieszany, równanie prostej i płaszczyzny Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego. 	
Materiałoznawstwo	K_W05, K_W06, K_U02, K_U09, K_U12, K_U17, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Nauka o materiałach – wprowadzenie relacje: budowa-właściwości-otrzymywanie-zastosowanie dla materiałów; powstanie i rozwój inżynierii materiałowej, materiał-definicja, podział materiałów: naturalne i syntetyczne; materiały inżynierskie, tworzywa metaliczne, polimery i materiały ceramiczne, znaczenie poszczególnych grup w rozwoju cywilizacji, spojrzenie na materiały w makro, mikro i nanoskali (nanomateriały) Formy występowania materiałów materiały w formie monokryształów, polikryształów, amorficznej, wpływ budowy materiałów na właściwości mechaniczne i fizyczne, charakterystyka włókien, budowa whiskersów i włókien, włókna ceramiczne, metaliczne i organiczne, znaczenie włókien jako materiałów inżynierskich warstwy jako specyficzna forma występowania materiałów, relacja warstwa-podłoże, parametry charakteryzujące warstwy, podział, przykłady zastosowania warstw z metodami otrzymywania (PVD, CVD, napylenie plazmowe) Kompozyty materiałowe kombinowane naturalne i syntetyczne, klasyfikacja kompozytów ze względu na budowę, wielkość elementów, rodzaje tworzyw, przykłady: nanokompozytów, kompozytów ziarnistych, włóknistych, laminatów, materiałów gradientowych (FGM) – charakterystyczne mikrostruktury tworzyw kompozytowych Odształcenie materiałów materiał w warunkach pracy i jego właściwości; czynniki działające na materiał; podstawowe charakterystyki mechaniczne materiałów w ujęciu makroskopowym – klasyfikacja reologiczna, odkształcenie sprężyste: właściwości sprężyste monokryształów; stałe sprężystości; stałe materiałowe (E,G); wpływ mikrostruktury na stałe sprężystości; odkształcenie plastyczne: podstawowe mechanizmy, parametry makroskopowe, granica plastyczności; zestawienie właściwości sprężystych i plastycznych materiałów Dekohezyja materiałów właściwości wytrzymałościowe tworzyw w warunkach statycznych, dynamicznych, zmęczeniowych; parametry określające właściwości wytrzymałościowe, próby rozciągania, zginania, ściskania, skręcania elementy mechaniki pęknięcia: wytrzymałość teoretyczna; współczynnik koncentracji naprężeń; odporność materiałów na krusze pęknięcie, energia pęknięcia; defekt krytyczny; parametry tekstury a odporność materiałów na pęknięcie, zjawiska zmęczeniowe, metody określania odporności materiałów na pęknięcie statyczna teoria wytrzymałości materiałów kruchych: podstawy teoretyczne teorii Weibulla, wyznaczania modułu Weibulla, metody statystyczne w badaniach wytrzymałościowych (materiałów) inne zjawiska dekohezyji: wytrzymałość materiałów plastycznych i lepkosprężystych – metody wyznaczania, parametry; udarność – definicja ; metody wyznaczania, odporność balistyczna materiał; twardość: definicja, metody wyznaczania, zastosowanie Budowa stopów metali. Badania właściwości materiałów. Teoria stopów. Roztwory stałe, fazy międzymetaliczne i międzywęzłowe. Układ równowagi żelazo-węgiel i żelazo-cementyt. Przemiany zachodzące w stopach żelaza podczas chłodzenia i nagrzewania, wykresy CTP. Przemiany zachodzące w stopach żelaza podczas chłodzenia i nagrzewania, wykresy CTP. Obróbka cieplna zwykła: operacje wyżarzania, hartowanie objętościowe i jego odmiany, hartowanie powierzchniowe, odpuszczanie stali, utwardzanie wydzieleniowe, hartowność i utwardzalność stali. Wybrane procesy obróbki cieplno-chemicznej: nawęglanie, azotowanie, węgielazotowanie, borowanie, chromowanie, tytanowanie, aluminiowanie. Stopy żelaza z węglem: stałe niestopowe, staliwa, żeliwa. Rola pierwiastków stopowych w stalach. Stałe stopowe: podział, zastosowanie, obróbka cieplna, właściwości mechaniczne i technologiczne. Stałe specjalne: nierdzewne, kwasoodporne, do pracy przy podwyższonych temperaturach, żaroodporne i żarowytrzymałe. Metale lekkie i ich stopy, metale ciężkie i ich stopy, metale trudnotopliwe i ich stopy. Polimery, materiały kompozytowe, materiały spiekane. Współczesne zastosowania materiałów inżynierskich, podstawy projektowania materiałowego. Nanostrukturalne materiały metalowe w tym szkła metaliczne. Materiały inteligentne. Wytwarzanie materiałów metalicznych przy zastosowaniu procesów odlewania. Analiza procesu krystalizacji. Wyznaczenie temperatury krystalizacji i topnienia. Wyznaczanie płaszczyzn i kierunków krystalograficznych. Interpretacja wykresów uzyskanych podczas statycznej próby rozciągania – wyznaczanie stałych materiałowych Analiza i interpretacja wykresów CTP. Wyznaczanie hartowności stali metodą obliczeniową. Metody badań materiałów – badania struktury materiałów. Badania mikroskopowe zglądów metalograficznych nie trawionych i trawionych, obserwacje struktur metalograficznych stali po różnych rodzajach obróbki cieplnej i cieplno-chemicznej oraz stopów metali nieżelaznych Dobór materiałów konstrukcyjnych na aplikacje medyczne 	
Mechanika	K_W02, K_W05, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Wprowadzenie do przedmiotu : istota mechaniki, aksjomaty statyki, więzy i ich reakcje, wektor siły i jego analityczny zapis. Zbieżny układ sił, analityczne równania równowagi statycznej. Moment siły. Moment ogólny układu sił względem bieguna i osi. Moment siły wypadkowej, zmiana bieguna momentu. Teoria par sił. Konstrukcja Poinso. Płaski dowolny układ sił, redukcja i równowaga statyczna. Obciążenie skupione i rozłożone. Przestrzenny dowolny układ sił, redukcja i równowaga statyczna. Środek sił równoległych. Tarcie suche, tarcie cięgien, tarcie toczenia. Kinematyka ciała sztywnego. Wiadomości wprowadzające. Ruch postępowy i obrotowy ciała. Parametry kątowe i liniowe punktu. Wektor prędkości i przyspieszenia dowolnego punktu układu. Analiza ruchu płaskiego ciała sztywnego. Prędkość dowolnego punktu, chwilowy środek prędkości, przyspieszenie dowolnego punktu, twierdzenie o rzutach prędkości. Wprowadzenie do dynamiki, pojęcia podstawowe. Drgania układu o jednym stopniu swobody, modele dyskretne, drgania swobodne i wymuszone. Częstość drgań własnych, rezonans drgań, charakterystyka amplitudowo-częstościowa i fazowo-częstościowa. Dynamika układu punktów materialnych, środek masy i jego współrzędne, różniczkowe równanie ruchu środka masy układu. Energia kinetyczna i praca, twierdzenie o energii układu punktów materialnych. Geometria mas, masowe momenty bezwładności, masowe momenty dewiacji, promienie bezwładności, główne i centralne osie bezwładności. Tensor bezwładności Wektor krętu układu punktów materialnych określony względem bieguna nieruchomego oraz osi, zmiana tego wektora w czasie. Dynamika ciała sztywnego, ruch postępowy ciała, ruch obrotowy ciała, różniczkowe równania ruchu, energia kinetyczna i praca. Ruch płaski ciała, różniczkowe równania ruchu, energia kinetyczna i praca. Dynamika układu ciał. Energia kinetyczna układu ciał, praca elementarna i całkowita. Twierdzenie o energii kinetycznej dla układu ciał. Pojęcia podstawowe, twierdzenie o rzucie wektora sumy, twierdzenie o trzech siłach. Równowaga statyczna zbieżnych układów sił. Równowaga statyczna płaskich dowolnych układów sił. Równowaga statyczna przestrzennych dowolnych układów sił. Prawa tarcia w układach mechanicznych. Kinematyka 	

<p>ruchu postępowego i obrotowego ciała. • Kinematyka ruchu płaskiego ciała, wektor prędkości i przyspieszenia wybranego punktu ciała • Drgania wzdluzne, glętne, skretne układu dyskretnego, częstości własne. • Szywność zastępcza, drgania wymuszone, rezonans drgań, charakterystyki. • Dynamika układu punktów materialnych. Różniczkowe równania ruchu środka masy układu. • Momenty bezwładności i dewiacji figur płaskich. • Różniczkowe równania ruchu postępowego i obrotowego ciała. Energia kinetyczna i praca. • Różniczkowe równania ruchu płaskiego ciała. Energia kinetyczna i praca. Dynamika układów ciągłych, twierdzenie o energii.</p>	
Metody fizyczne w technice i medycynie	K_W02, K_W03, K_W08, K_U04, K_U05, K_U09, K_U10, K_U14, K_K01, K_K04, K_K05
<p>• Wprowadzenie - metody fizyczne w technice i medycynie. Przegląd metod badań nieniszczących w technice i diagnostyce medycznej. • Metody rezonansowe: jądrowy rezonans magnetyczny (NMR), elektronowy rezonans magnetyczny (EPR/FMR), spektroskopia mossbauerowska; oraz techniki komplementarne: spektroskopia dielektryczna i magnetometr wibracyjny (VSM). • Wykorzystanie promieniowania rentgenowskiego w technice i badaniach materiałowych. Dyfrakcja rentgenowska (XRD) i fluorescencja rentgenowska (XRF). • Techniki obrazowania stosowane w medycynie: MRI, USG, CT, PET. • Wybrane metody badań struktury i składu. Skaningowy (SEM) i transmisyjny mikroskop elektronowy (TEM), spektroskopia optyczna, spektroskopia Ramana i spektrometria masowa. • Elementy fizyki jądrowej wykorzystywane w terapii medycznej i technice.</p>	
Metody numeryczne	K_W01, K_W09, K_U01, K_U03, K_U09, K_U14
<p>• Modelowanie matematyczne i obliczenia numeryczne. Zapis liczb w komputerze. Klasyfikacja błędów obliczeń • Metody dokładne rozwiązania układów równań liniowych. Metoda eliminacji Gaussa, metoda LU-rozkładu. Obliczanie wyznaczników i odwracanie macierzy. Metody iteracyjne (iteracji prostej, Jacobiego, Gaussa-Seidela, górnej relaksacji) • Metody rozwiązania równań nieliniowych. Metody połowienia, kolejnych przybliżeń, Newtona, siecznych. Metody rozwiązania układów równań nieliniowych. Metody kolejnych przybliżeń (iteracji prostej) i Newtona. • Aproksymacja funkcji. Interpolacyjne wielomiany Lagrange'a i Newtona. Oszacowanie błędu wielomianu interpolacyjnego. Metoda najmniejszych kwadratów. Aproksymacja trygonometryczna, szybka transformacja Fouriera • Całkowanie numeryczne. Kwadratury Newtona-Cotesa. Wzory prostokątów, trapezów, Simpsona. Kwadratury złożone • Metody numeryczne rozwiązania zagadnienia początkowego dla równań różniczkowych zwyczajnych. Metody szeregów Taylora, Rungego-Kutty, liniowe wielokrokowe metody</p>	
Metody opracowania danych pomiarowych	K_W03, K_U02, K_U03, K_K01, K_K05
<p>• Wynik pomiaru jako ciągła zmienna losowa: dystrybuanta i gęstość rozkładu zmiennej losowej, wartość oczekiwana i wariancja. Rozkład wielu zmiennych losowych, rozkład brzegowy i warunkowy, zmienne niezależne, współczynnik korelacji. • Utrzymywanie zadanej dokładności obliczeń. Poprawny zapis wyniku pomiaru razem z niepewnością. Porównanie wyników niezależnych pomiarów. Tworzenie poprawnych wykresów z zaznaczeniem niepewności. • Suma zmiennych losowych, centralne twierdzenie graniczne, rozkład Gaussa. Model Laplace'a błędów pomiarowych. Pomiar jako pobieranie próby z rozkładu, estymatory. Estymatory dla wartości oczekiwanej i wariancji. • Metoda największej wiarygodności, wyznaczenie estymatorów wartości oczekiwanej i wariancji dla pomiarów o nieznannej wariancji lub/i o nieznannej wartości oczekiwanej. Niepewność pomiaru bezpośredniego, metody A i B obliczania niepewności. Przypadek pomiarów z różnymi niepewnościami, średnia ważona. • Rozkład wielu zmiennych losowych - zamiana zmiennych. Transformacja liniowa zmiennych losowych, prawo propagacji błędów pomiarowych. Kowariancja i współczynnik korelacji w przypadku propagacji błędów pomiarowych, korelacja "wsteczna". • Weryfikacja hipotez statystycznych, testy jednostronne i dwustronne. Testy dla średniej i odchyłki standardowej wyników pomiarów w poszczególnych przypadkach znajomości parametrów rozkładu Gaussa. Rozkład i test t-Studenta. Niepewność rozszerzona. Test dla błędów grubych. • Metoda najmniejszych kwadratów jako przypadek metody największej wiarygodności. Obliczanie parametrów dopasowanej prostej ze wzorów i dowolnej krzywej z zastosowaniem specjalistycznych programów. Wykorzystanie parametrów dopasowania i ich macierzy kowariancji do obliczania niepewności wielkości obliczanej dzięki znajomości krzywej dopasowania.</p>	
Metrologia optyczna własności mechanicznych	K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_U02, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
<p>• Fala elektromagnetyczna, światło spójne i niespójne • Interferometria • Własności mechaniczne materii • Dyfraktometria • Czujnik światłowodowy z siatką Bragga I • Czujnik światłowodowy z siatką Bragga II • Holografia cyfrowa • Egzamin, termin zerowy</p>	
Narzędzia projektowania CAx	K_W05, K_W09, K_U01, K_U03, K_U04, K_U09, K_U12, K_U14, K_U15, K_K01, K_K05
<p>• Wprowadzenie do środowiska CAD. Rysowanie w szkicowniku - wymiarowanie i narzucanie wiązań. • Modelowanie bryłowe - wyciągnięcia i wycięcia proste, po ścieżce, po profilach, przez obrót. Pochylenia ścian, tworzenie szyków, wstawianie żeber, grawerki. Definiowanie materiału i parametrów przedmiotu. • Arkusze rysunkowe. Rysunek techniczny - rzuty, przekroje, wyrwania, widok szczegółów, wymiarowanie. Konfiguracje elementów. Szkice 3D. • Złożenia - wstawianie części i podzwożeń, wiązania w złożeniach, symulacja pracy. Rysunek złożeniowy - rzuty, wyrwania, przekroje, odnośniki, lista części. • Modelowanie analizy MES dla prostego przykładu części, animacja montażu urządzenia, symulacja jego pracy. • Konstrukcje blaszane. Konstrukcje spawane. Modelowanie powierzchniowe • Prezentacja projektu • Podsumowanie. Zaliczenie części praktycznej</p>	
Narzędzia wspomagania obliczeń inżynierskich I	K_W09, K_U02, K_U03, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
<p>• Zapoznanie studentów z kartą przedmiotu i wymaganiami. Prezentacja możliwości środowiska Matlab w zastosowaniach inżynierskich. • Wprowadzenie do składni Matlaba, podstawowe operatory arytmetyczne, logiczne, relacji, operator dwukropka, dostęp do elementów wektora, macierzy listy. • Skrypty i funkcje - struktura kodu, wprowadzanie, uruchamianie i analiza różnych wariantów obliczeniowych. • Zaawansowane konfigurowanie grafiki 2D i 3D - praca z danymi wejściowymi. • Przygotowanie skryptów do obliczeń wielowektowych, analiza czasowa wybranych problemów numerycznych w rozwiązywaniach jedno i wielowektowych. • Kompleksowa analiza wybranych problemów inżynierskich z wykorzystaniem - równań różniczkowych, całkowych, praca z układami równań liniowych i nieliniowych, szybka transformata Fouriera, obliczenia granic i pochodnych funkcji, funkcje jednej i wielu zmiennych, rachunek macierzowy. Tworzenie własnych programów.</p>	
Narzędzia wspomagania obliczeń inżynierskich II	K_W09, K_U02, K_U03, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
<p>• Zapoznanie studentów z kartą przedmiotu i wymaganiami. Prezentacja możliwości środowiska Matlab w zastosowaniach inżynierskich. • Podział zadań projektowych - rozdzielanie pracy grupowej na poszczególne zespoły projektowe. • Przedstawienie głównej koncepcji rozwiązania problemu projektowego. • Praca z projektem - część opisowa związana z rozpoznaniem zagadnienia medycznego. Przedstawienie stanu wiedzy, przygotowanie algorytmu do rozwiązania zagadnienia, oraz opis kodu i jego działania. • Praca z projektem - część praktyczna związana z pisaniem skryptów i funkcji pozwalających na osiągnięcie zamierzonego celu. • Weryfikacja kodu, sprawdzenie poprawności działania funkcji składowych, analiza błędów. Przygotowanie wersji ostatecznej algorytmu. • Przedstawienie finalnej wersji projektu tj. części opisowej oraz algorytmu napisanego w języku MATLAB.</p>	
Ochrona własności intelektualnej	K_W13, K_W14, K_U09, K_K01, K_K02, K_K06
<p>• 1. Wprowadzenie do problematyki ochrony własności intelektualnej - pojęcie własności intelektualnej, system ochrony praw własności intelektualnej, geneza ochrony własności intelektualnej, źródła prawa własności intelektualnej. • 2. Utwór i jego ochrona - pojęcie utworu w prawie autorskim, twórca jako podmiot ochrony prawa autorskiego, autorskie prawa osobiste i majątkowe, dozwolony użytek w prawie autorskim. • 3. Szczególne zasady ochrony autorskoprawnej - ochrona programów komputerowych, ochrona wizerunku, adresata korespondencji i tajemnicy źródeł informacji, ochrona baz danych, odpowiedzialność cywilna i karna za naruszenie praw autorskich. • 4. Ochrona projektów wynalazczych - pojęcie i zasady ochrony wynalazków, wzorów użytkowych, wzorów przemysłowych, topografii układów scalonych, racjonalizacja, prawa wyłączne i ich zakres - patent, prawo ochronne, prawo z rejestracji. • 5. Ochrona oznaczeń i innych dóbr - pojęcie i zasady ochrony znaków towarowych, oznaczenia geograficzne, produkty regionalne, nowe odmiany roślin i nowe rasy zwierząt. • 6. Dochody roszczeń z tytułu naruszenia praw własności przemysłowej - naruszenie własności przemysłowej,</p>	

odpowiedzialność cywilnoprawna, odpowiedzialność karna, odpowiedzialność administracyjna. • 7. Obrót prawami własności intelektualnej – umowy o przeniesienie praw wyłącznych, umowa licencyjna, uprawnienia licencjodawcy, opłaty licencyjne, rodzaje licencji, umowa know-how. • 8. Kolokwium zaliczeniowe.	
Podstawy anatomii i fizjologii człowieka	K_W08, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do anatomii i fizjologii. Osie, płaszczyzny i okolice ciała człowieka. Budowa komórek i tkanek człowieka. Funkcjonowanie komórek i tkanek. Powłoka wspólna. • Układ ruchu. Osteologia i artrologia. Budowa i fizjologia mięśni. • Budowa i funkcje układu krwionośnego i limfatycznego. Serce. • Układ nerwowy: centralny i obwodowy. Narządy zmysłów. Fizjologia wzroku. Fizjologia narządu wzroku i równowagi. • Układ pokarmowy i oddechowy • Układ wewnętrzwydzielniczy • Układ wydalniczy i rozrodczy 	
Podstawy automatyki i robotyki	K_W07, K_W10, K_U01, K_U03, K_U05, K_U09, K_U18, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do zagadnień automatyki i robotyki. • Synteza układów kombinacyjnych. • Synteza układów sekwencyjnych i sekwencyjno-czasowych. • Transmancja operatorowa. Modelowanie obiektów sterowania. • Układy sterowania, struktury regulacyjne, schematy blokowe. • Podstawowe czony dynamiczne. Własności obiektów i systemów sterowania. • Identyfikacja obiektów sterowania. • Metody wyboru struktur regulacyjnych i doboru nastaw regulatorów. • Procesy regulacyjne w medycynie i organizmie człowieka. • Sterowanie serwonapędami. • Manipulatory robotyczne. Łańcuch kinematyczny. • Kinematyka prosta i odwrotna. Przekształcenia jednorodnie. • Planowanie trajektorii i programowanie robotów. • Manipulatory i roboty w medycynie. Roboty chirurgiczne. 	
Podstawy biomechaniki	K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_U03, K_U04, K_K01, K_K05, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do biomechaniki. Miejsce biomechaniki w inżynierii medycznej. Elementy antropometrii w projektowaniu inżynierskim: przyrządy i metodologia pomiarów antropometrycznych. • Układ ruchu człowieka jako biomechanizm. Podstawowe pojęcia kinetyki w zastosowaniu do ruchów ciała człowieka. Metody wyznaczania ogólnego środka masy i ogólnego środka ciężkości. • Siły działające na układ ruchu człowieka. Fizyczne i mechaniczne właściwości struktur kostno-stawowych. Adaptacja funkcjonalna kości. • Fizjologiczne i biomechaniczne aspekty pracy mięśni. Morfologiczna adaptacja mięśni. Dźwignie w ciele człowieka. Równowaga ciała ludzkiego i jego stabilność. • Biomechaniczne modele obciążenia kręgosłupa, stawu biodrowego i kolanowego. • Elementy biotribologii: procesy tarcia, smarowania i zużywania w stawach. • Praktyczne wyznaczanie statycznych i dynamicznych miar antropometrycznych. Obliczanie i interpretacja wskaźników antropometrycznych. Wyznaczanie mas i środków ciężkości segmentów ciała oraz położenia ogólnego środka masy i środka ciężkości ciała człowieka. • Przeprowadzenie oceny wybranych parametrów biomechanicznych z zastosowaniem technik pomiarowych np. oceny siły chwytu dłoni z zastosowaniem dynamometrii, oceny stabilności posturalnej z zastosowaniem platformy stabilometrycznej, oceny zmęczenia mięśni z zastosowaniem powierzchniowego EMG, analizy chodu z zastosowaniem ścieżki lub wkładek tensometrycznych. • Prezentacja projektów. 	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W07, K_U01, K_U02, K_U09, K_U12, K_U18, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Oznaczenia wielkości fizycznych i ich jednostek, ładunki elektryczne, pole elektryczne, prąd elektryczny, praca w polu elektrycznym, napięcie elektryczne, moc prądu elektrycznego. Fizyczne podstawy przewodnictwa, elementy obwodów elektrycznych - idealne i rzeczywiste, aktywne i pasywne, źródła prądowe i napięciowe. • Podstawowe prawa obwodów elektrycznych - wykorzystanie do analizy prostych obwodów prądu stałego. Analiza obwodu nierozgałęzionego, dzielnik napięcia i dzielnik prądu, bilans mocy obwodu elektrycznego, metody analizy obwodów elektrycznych - metoda równań Kirchhoffa. • Metody analizy obwodów elektrycznych - metoda prądów oczkowych, metoda potencjałów węzłowych. Zasada i metoda superpozycji, twierdzenia Thevenina i Nortona. • Twierdzenie o kompensacji, twierdzenie o wzajemności, redukcja połączeń źródeł, moc i sprawność, stany pracy obwodu, mierniki do pomiaru prądu, napięcia, mocy, skutki działania prądu elektrycznego. • Przebiegi sinusoidalne, wskazazy, związki między prądem i napięciem na rezystorze, cewce i kondensatorze, Impedancja, admittancja, kąt fazowy. Analiza prostych obwodów prądu przemiennego, moc w obwodach prądu sinusoidalnego, metoda klasyczna analizy obwodów, rezonans, kompensacja mocy biernej • Metoda symboliczna analizy obwodów prądu przemiennego - liczby zespolone, fazory-wskazy, prawa Ohma i Kirchhoffa w postaci zespolonej, impedancja zespolona, zespolona moc pozorna. Bilans mocy, rzeczywiste źródła napięcia i prądu, stan dopasowania energetycznego, urządzenie pomiarowe, zasady bezpieczeństwa. • Elementy układów elektronicznych, półprzewodniki, diody prostujące, dioda Zenera. Tranzystory, wzmacniacze operacyjne, inne elementy półprzewodnikowe. Zastosowanie wzmacniaczy operacyjnych, elementy optoelektroniczne, elementy fotowoltaiczne. • Obwody rezystancyjne, zwijanie obwodów, przejście gwiazda-trójkąt • Analiza obwodów prądu stałego - wykorzystanie prawa Ohma i równań Kirchhoffa • Metoda prądów oczkowych - analiza obwodów prądu stałego, macierzowa metoda rozwiązywania układów równań • Metoda potencjałów węzłowych - analiza obwodów prądu stałego. • Obwody prądu przemiennego - metoda fazorowa • Obwody prądu przemiennego - metoda symboliczna • 1.Badanie obwodów prądu stałego, sprawdzanie praw Ohma i Kirchhoffa, pomiar rezystancji. 2. Badanie obwodów prądu zmiennego pomiary impedancji, badanie transformatora. 3. Badanie diod półprzewodnikowych prostowniczych i stabilizacyjnych, charakterystyki prądowo napięciowe. 4. Tranzystor bipolarny - wyznaczanie charakterystyk, układy polaryzacji. 5. Tranzystor unipolarny - charakterystyki w różnych układach pracy, układy polaryzacji. 6. Badanie elementów przełączających: tyrystor, triak. 7. Badanie elementów optoelektronicznych. 	
Podstawy konstrukcji maszyn	K_W05, K_W05, K_W11, K_U01, K_U02, K_U04, K_U09, K_U10, K_U15, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Podstawowe pojęcia z zakresu konstrukcji maszyn, proces projektowania, najważniejsze kryteria projektowania maszyn. • Podstawowe pojęcia z wytrzymałości materiałów. Własności mechaniczne materiałów, zasadnicze przypadki obciążeń prostych: rozciąganie, ściskanie, ścinanie, docisk powierzchniowy, skręcanie, zginanie. Obciążenia stałe i zmienne. Cykle naprężeń zmiennych. Wytrzymałość zmęczeniowa, definicje, wyznaczanie wytrzymałości zmęczeniowej, wykres Wohlera. Naprężenia dopuszczalne dla obciążeń stałych i zmiennych • Połączenia, rodzaje połączeń, Obliczanie i projektowanie połączeń nierozłącznych: nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych. • Obliczanie i projektowanie połączeń rozłącznych: gwintowych, kołkowych, sworzniowych, wpustowych, wielowypustowych. • Połączenia sprężyste. Rodzaje połączeń, konstrukcja, charakterystyki, układy wielokrotne. Obliczenia podstawowych wymiarów, obliczenia wytrzymałościowe. • Osie i wały. Definicja, podziały, zasady konstrukcyjne - kształtowanie osi i wałów. Obliczenia wytrzymałościowe - wytrzymałość zmęczeniowa. • Łożyska toczne. definicje, podziały, zasady konstrukcyjne, normalizacja. Rozkład obciążeń w łożysku tocznym. Trwałość i nośność łożysk tocznych. Nośność ruchowa, spoczynkowa. Dobór łożysk tocznych. Zasady łożyskowań - ruchomy wałek, ruchoma obudowa. Łożyska ślizgowe. Definicje, podziały, obliczenia wytrzymałościowe • Sprzęgła. Definicja, podziały, konstrukcja. Obliczanie podstawowych wymiarów sprzęgieł. • Przekładnie mechaniczne: cierne, cięgnowe, zębate. Definicje, obliczanie, konstrukcja. • Projekt 1: Zaprojektować węzeł kratownicy wykorzystując połączenie spawane oraz śrubowe. Schemat i dane indywidualne. Zadania do wykonania: 1) analiza obciążeń 3) obliczenia wytrzymałościowe 4) rysunek złożeniowy, 5) rysunki wykonawcze wskazanych elementów • Zajęcia praktyczne: Wprowadzenie. Zapoznanie z zasadami BHP oraz regulaminem pracowni. Budowa, montaż i demontaż: walcowej przekładni zębatej, mechanizmu różnicowego, przekładni ślimakowej, wybranych rodzajów sprzęgieł, wybranych mechanizmów śrubowych. Budowa i zasada działania wybranych przekładni cięgnowych. Kolokwium zaliczeniowe. 	
Podstawy rehabilitacji, inżynieria rehabilitacji ruchowej	K_W08, K_U05, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Ujęcie historyczne rehabilitacji. Podstawowe pojęcia w niepełnosprawności. Definicje rehabilitacji. • Układ ruchu człowieka i jego funkcje. Następstwa długotrwałego unieruchomienia. Patologie i dysfunkcje układu ruchu. • Wsparcie inżynierskie w leczeniu i rehabilitacji układu ruchu człowieka. Kinezyterapia, mechanoterapia i zaopatrzenie ortopedyczne. • Rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe stosowane w urządzeniach do kinezyterapii oraz zaopatrzeniu ortopedycznym - aparaty ortopedyczne, ortozy, protezy, egzoszkielety. Urządzenia i systemy do analizy ruchu - czynnościowe badanie układu ruchu człowieka. • Fizykoterapia. Wykorzystanie prądu w rehabilitacji - elektroterapia, elektrodiagnostyka i elektrostymulacja. 	

Różnorodność czynników fizycznych w terapiach narządu ruchu. • Budowa, funkcje i rodzaje wózków inwalidzkich. Sport osób z niepełnosprawnościami jako forma rehabilitacji - zagadnienia inżynierskie.	
Praca dyplomowa	K_U01, K_U08, K_U09, K_U13, K_U14, K_K01, K_K05, K_K06
• Przygotowanie pracy dyplomowej.	
Praktyka zawodowa	K_W05, K_W10, K_U01, K_U06, K_U09, K_U13, K_U14, K_U16, K_U20, K_K01, K_K04, K_K05
• Zapoznanie się z przepisami BHP i ppoż obowiązujących na terenie zakładu pracy Zapoznanie z systemem funkcjonowania przedsiębiorstwa. Systemy nadzoru i kontroli jakości. Systemy transportu i logistyki. Technologie informatyczne. Dokumentacja techniczna i obieg dokumentów w przedsiębiorstwie.	
Prawne i etyczne aspekty inżynierii medycznej	K_W13, K_W14, K_U07, K_U09, K_K01, K_K02, K_K06, K_K06
• Człowiek jako podmiot, źródło i cel moralności • Podstawowe kategorie etyki medycznej i bioetyki • Godność człowieka, prawa człowieka, prawa i obowiązki personelu medycznego, prawa i obowiązki pacjenta • Etyczne, organizacyjne i prawne aspekty prowadzenia badań naukowych i eksperymentów medycznych z udziałem ludzi i zwierząt; Komisje bioetyczne, ich cele i zasady funkcjonowania. • Etyczna ocena, normy i standardy obowiązujące w inżynierii medycznej; Procedury związane z uzyskiwaniem atestów na materiały i urządzenia medyczne • Etyczne aspekty funkcjonowania klinik i innych placówek ochrony zdrowia – etyczne zarządzanie w służbie zdrowia	
Seminarium dyplomowe	K_U06, K_U08, K_U09, K_U10, K_U13, K_K01, K_K02, K_K06
• Dyskusja na temat wykonanych zadań • Przygotowanie i przedstawienie prezentacji	
Systemy kontrolno-pomiarowe I	K_W03, K_W09, K_U09, K_U10, K_K01, K_K04, K_K05
• Podstawy programowania w języku graficznym G – LabView: elementy programowania strukturalnego, zmienne, typy danych i operacje na nich. Tworzenie aplikacji w oparciu o wybrane wzorce projektowe. • Charakterystyka typowych systemów kontrolno - pomiarowych, interfejsów komunikacyjnych i przykładowego systemu wbudowanego czasu rzeczywistego. • Łącza szeregowo RS, SPI, I2C, : właściwości, programowanie. • Łącza równoległe IEEE-488 (GPIB): właściwości, programowanie, język komend SCPI. • Moduły akwizycji danych: budowa, właściwości, programowanie.	
Systemy kontrolno-pomiarowe II	K_W03, K_W09, K_U09, K_U10, K_K01, K_K04, K_K05
• Praktyczne aspekty programowania aplikacji w LabView, budowy prototypowych układów pomiarowych i sterujących, na podstawie wbudowanego systemu czasu rzeczywistego współpracującego z przetwornikami pomiarowymi analogowymi i cyfrowymi, mierzącymi różne wielkości fizyczne.	
Technika cyfrowa i systemy mikroprocesorowe	K_W07, K_W09, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
• 1. Wstęp do techniki cyfrowej (W01), 2. kombinacyjne układy cyfrowe; podstawowe bramki logiczne; zasady projektowania układów cyfrowych; złożone układy kombinacyjne – liczniki dekodery, multipleksery, demultipleksery układy arytmetyczno logiczne (W02), 3. sekwencyjne układy cyfrowe (budowa i działanie układów sekwencyjnych – przerzutników, zatrząsków, pamięci); układy cyfrowe synchroniczne i asynchroniczne (W03), 4. architektura mikrokontrolerów; podstawowe bloki funkcjonalne w mikrokontrolerach (W04), 5. pakiety zintegrowane - kompilator, edytor, debugger, symulator (W05), 6. porty wejścia/wyjścia (W06), 7. przetwornik analogowo cyfrowy i cyfrowo analogowy (W07), 8. cyfrowe magistrale danych (I2C, SPI) - wprowadzenie ,(W08), 9. magistrala RS-232 (W09), 10. przerwania (W10), 11. sterowanie urządzeniami mocy za pomocą mikrokontrolerów (W11), 12. budowa schematów elektrycznych i obwodów drukowanych (W12), 13. przykłady zaawansowanych aplikacji mikrokontrolerów w medycynie i inżynierii medycznej (W13), 14. narzędzia ułatwiające programowanie mikrokontrolerów (W14), • L01 - wstęp do laboratoriów z TCiSM (zasady, omówienie urządzeń laboratoryjnych, systemy liczbowe - ćwiczenia praktyczne), L02 - kombinacyjne układy cyfrowe (budowa prostych układów logicznych z użyciem bramek), L02 - sekwencyjne układy cyfrowe (budowa prostych układów licznikowych z użyciem układów zintegrowanych), L03 - programowanie mikrokomputerów - zapoznanie ze środowiskiem programistycznym, ćwiczenia w implementacji kodu C dla wybranych mikrokomputerów, L04 - budowa obwodów elektrycznych (czytanie schematów, tworzenie połączeń, weryfikacja poprawności działania układów), L05 - programowanie mikrokomputerów - obsługa przetwornika analogowo-cyfrowego, L06 - programowanie mikrokomputerów - obsługa magistrali RS232/UART, L07 - podsumowanie laboratoriów - budowa przykładowego urządzenia mającego zastosowanie w inżynierii medycznej	
Techniki wytwarzania	K_W05, K_W08, K_W11, K_U01, K_U04, K_U09, K_U10, K_K05, K_K06, K_K06
• Stan naprężenia, definicja naprężenia w punkcie, trójosiowy stan naprężenia, tensor naprężenia, płaski stan naprężenia i odkształcenia. Warunki plastyczności oraz ich graficzna interpretacja. Odkształcenie plastyczne, stan odkształcenia, współczynniki odkształcenia, mechanizm odkształcenia plastycznego. • Metody kształtowania objętościowego brył – podstawowe elementy teorii, przebieg procesów. • Metody kształtowania blach, m.in. cięcie i wykrawanie, gięcie, wytlaczanie, wyciskanie: podstawowe elementy teorii, przebieg procesów, przykłady wyrobów oraz ich właściwości. Przyrostowe kształtowanie blach. • Klasyfikacja i ogólna charakterystyka metod obróbki ubytkowej. Podstawy procesu skrawania. Siły i moc skrawania. Ciepło w procesie skrawania. Skrawalność materiałów konstrukcyjnych. Podstawowe sposoby obróbki skrawaniem. Ogólna charakterystyka - zakres zastosowania, możliwości technologiczne następujących procesów: toczenie, frezowanie, wiercenie, rozwiercanie, dłutowanie, obróbka gwintów, obróbka uzębień. • Obróbka ścierna. Szlifowanie, ogólna charakterystyka szlifowania - zakres zastosowania. Szlifowanie wałków, płaszczyn i otworów – kinematyka obróbki oraz parametry technologiczne. Cięcie laserowe, plazmowe oraz strugą wodno-ścierną. • Spawanie gazowe. Spawanie łukowe, Spawanie elektrodą otuloną. Spawanie metodą TIG. Spawanie metodą MIG/MAG. Zgrzewanie. Zgrzewanie oporowe. Lutowanie. • Odlewnictwo. Tworzenie odlewu w formie. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. • Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia odkształceniowego metali. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach. Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania podczas wyginania pod kątem 90°). Kształtowanie wytlóczek cylindrycznych (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia). • Obróbka na obrabiarkach konwencjonalnych. Obróbka nagniataniem. Obróbka na obrabiarkach CNC. Bezpieczeństwo pracy na stanowiskach obróbki mechanicznej.	
Technologie informacyjne	K_W09, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
• Podstawowe pojęcia informatyki. Budowa i działanie komputera osobistego. System operacyjny, pakiety oprogramowania komputerów osobistych. • Zaawansowane metody formatowania tekstu w edytorze tekstu. Praca z szablonami, stosowanie stylu, automatyczne numerowanie wzorów, rysunków, tworzenie spisów ilustracji, tabel, spisów treści. • Wykorzystanie arkusza kalkulacyjnego do analizy danych. Tworzenie wykresów, praca z funkcjami wbudowanymi w program, ze szczególnym uwzględnieniem formuł finansowych, matematycznych i statystycznych oraz formuł wspomagających przetwarzanie danych, tworzenie tabel i wykresów przestawnych. • Czym są bazy danych? Projektowanie bazy danych. Relacyjny model baz danych. Algebra relacji. Podstawowe pojęcia baz danych: tabele, klucze, relacje, rekordy, kwerendy, formularze, raporty, moduły.	
Wstęp do programowania	K_W09, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
• Bezpieczeństwo i higiena pracy na stanowisku komputerowym. Podstawowa konfiguracja oraz interfejs użytkownika w wybranych środowiskach programistycznych. Typy danych w językach programowania. Formatowane wejście/wyjście. • Operatory, wyrażenia, instrukcje. Instrukcje sterujące. • Instrukcje wejścia/wyjścia. Funkcje • Tablice, wskaźniki, łańcuchy znakowe, elementarne struktury danych. • Obsługa plików, klasy zmiennych, struktury, moduły. • Manipulacje na bitach, preprocesor, biblioteki. • Zaawansowane reprezentacje danych i ich zastosowania.	
Wychowanie fizyczne	K_U09, K_K01

<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie zasad bezpiecznego korzystania z obiektów i urządzeń sportowych oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie zajęć. • Realizacja różnych zestawów ćwiczeń rozgrzewkowych i ćwiczeń ukierunkowanych na rozwijanie podstawowych zdolności motorycznych studenta. • Kształtowanie ogólnej sprawności fizycznej, koordynacji ruchowej, wytrzymałości, gibkości, szybkości poprzez indywidualny wybór aktywności sportowej (np.: piłka nożna, piłka siatkowa, koszykówka, tenis stołowy) lub rekreacyjnej aktywności fizycznej (np.: badminton, ćwiczenia na siłowni). • Test sprawności fizycznej: Bieg wahadłowy (Beep test - 20 m). 	
Wychowanie fizyczne	K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> • Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami zaliczenia. Omówienie warunków korzystania z pływalni oraz zasad bezpieczeństwa obowiązujących w czasie ćwiczeń w środowisku wodnym. • Wstępna adaptacja do środowiska wodnego: - zanurzenie twarzy, otwieranie oczu i orientacja pod powierzchnią wody, - opanowanie oddychania w środowisku wodnym, zapoznanie z wyporem wody, - opanowanie leżenia na piersiach i grzbiecie, - zabawy i gry ruchowe w wodzie. Ćwiczenia rozgrzewkowe, przygotowujące do ćwiczeń w wodzie. Nauka zachowania się w wodzie w sytuacjach trudnych i nietypowych: zachłyśnięcie, skurcz, przytopenie, itp. • Nauka stylu grzbietowego: leżenie na grzbiecie, poślizg, prawidłowa praca NN z deską na biodrach i bez deski, prawidłowa praca RR. Doskonalenie prawidłowej koordynacji NN i RR. Nauka stylu dowolnego: poślizg na piersiach, prawidłowa praca NN połączona z oddechem, ćwiczenia z deską i bez deski. Nauka prawidłowej pracy RR (pływanie dokładanką z prawidłowym wdechem i wydechem). Nauka koordynacji pracy RR i NN z ustaleniem prawidłowego oddechu. Nauka stylu klasycznego: prawidłowa praca NN z deską i bez deski na piersiach i na grzbiecie, prawidłowa praca RR w stylu klasycznym. Koordynacja pracy RR i NN i oddechu w stylu klasycznym. Nauka skoku do wody na NN i na głowę. • Test sprawności: próba przepłynięcia 25 m wybranym przez studenta stylem. 	
Wytrzymałość materiałów	K_W05, K_U01, K_U03, K_U09, K_U10, K_K01, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie, pojęcia podstawowe, modele materiałów, elementów konstrukcji i obciążeń, zredukowane siły wewnętrzne, definicje naprężenia, przemieszczenia i odkształcenia • Elementy teorii naprężeń, odkształceń i elastyczności: rozciąganie i ściskanie prętów prostych, warunki równowagi. Podstawy doświadczalnego określania charakterystyk materiałów. Naprężenia dopuszczalne, współczynnik bezpieczeństwa. • Dwuwymiarowy stan naprężenia-wzory transformacyjne, naprężenia główne, koło naprężeń Mohra, przypadki szczególne płaskiego stanu naprężenia. Czyste ścinanie • Trójwymiarowy stan naprężenia i odkształcenia, tensor naprężeń, tensor odkształceń, podział tensorów. Uogólnione prawo Hooke'a, prawo zmiany objętości. • Elementy teorii naprężeń, odkształceń i elastyczności: Zginanie proste, analiza naprężeń i odkształceń. Wykresy momentów gnących i sił tnących. Skręcanie prętów kołowo-symetrycznych. • Energia odkształcenia sprężystego, hipotezy wytrzymałościowe, hipotezy: największego odkształcenia wzdłużnego, największych naprężeń stycznych, energii odkształcenia sprężystego, energii odkształcenia postaciowego. • Zginanie ze skręcaniem, zginanie ze ścinaniem. Teoria wyboczenia. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, układy prętowe, projektowanie przekrojów prętów. • Dwuwymiarowy stan naprężenia - zastosowanie wzorów transformacyjnych, koło naprężeń Mohra • Zginanie proste, wykresy momentów gnących i sił tnących, projektowanie przekrojów belek zginanych • Skręcanie prętów o przekrojach kołowych, wykresy momentów skręcających, projektowanie przekrojów prętów skręcanych. • Zginanie ze skręcaniem, zginanie ze ścinaniem. 	
Biofizyka	K_W02, K_W05, K_W06, K_U01, K_U02, K_U09, K_K01, K_K02, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do przedmiotu, omówienie podstawowych zagadnień związanych z tematami realizowanymi w trakcie wykładów w semestrze. • Omówienie budowy atomów (opis jądra atomowego, powłoki elektronowe) i hierarchiczności budowy żywych organizmów. • Elementy biofizyki molekularnej • Wstęp do biofizyki komórki • Biofizyka tkanek i narządów • Oddziaływanie czynników fizycznych na żywy organizm (pola elektryczne, magnetyczne, promieniowanie jonizujące i niejonizujące) • Obrazowanie tkanek i narządów z wykorzystaniem metod fizycznych 	
Elementy fizyki jądrowej, ochrona radiologiczna	K_W02, K_U01, K_U02, K_U09, K_U12, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Atom, jądra atomowe, powłoka elektronowa, energia jonizacji atomu • Jądro atomowe, rozmiary, gęstość, ładunek elektryczny, moment magnetyczny jądra, NMR. Nukleony, model kropkowy jądra atomowego, linia stabilności nuklidów, nuklidy trwałe, nuklidy promieniotwórcze naturalne, wytworzone sztucznie, energia wiązania jądra atomowego, defekt masy. Model powłokowy jądra atomowego, poziomy energetyczny, rodzaje przejść pomiędzy poziomami, przejścia gamma w kaskadzie, korelacje • Reakcje syntezy lekkich jąder atomowych, plazma, fuzyja jądrowa, reaktory fuzyj jądrowej, bomba wodorowa. Reakcje rozpadu jąder atomowych, energia wydzielana podczas rozpadu. Promieniowanie gamma, alfa, protonowe, beta, beta plus, neutronowe. Przyspieszanie cząstek naładowanych, akceleratory, promieniowanie hamowania. • Radioaktywność, Prawo rozpadu promieniotwórczego, okres połowicznego zaniku. Reakcje rozszczepienia jąder atomowych, rola neutronów, energia rozszczepienia, zastosowanie energii jądrowej, reaktory jądrowe, bomba jądrowa. • Oddziaływanie promieniowania gamma z materią, zjawisko fotoelektryczne, efekt Comptona, zjawisko tworzenia par elektron - pozyton, zjawisko anihilacji par elektron - pozyton, przekroje czynne, liniowy i masowy współczynnik osłabiania promieniowania przez materię, prawo absorpcji promieniowania. Oddziaływanie cząstek naładowanych z materią, straty energii, zasięg, krzywa Bragga. • Oddziaływanie promieniowania jądrowego z materią żywą, oddziaływanie z komórką biologiczną, wolne rodniki, oddziaływanie z DNA, cykl komórkowy, przeżywalność komórki, choroba popromienna • Detekcja promieniowania jądrowego, detektory gazowe, scyntylacyjne, półprzewodnikowe, zliczanie kwantów gamma, zliczanie cząstek naładowanych elektrycznie, statystyka zliczeń, niepewności pomiarowe. Ochrona radiologiczna, dawki promieniowania, zasada ALARA, znaki ostrzegawcze przed promieniowaniem, osłabianie promieniowania przez materię, promieniowanie rozproszone, osłonne właściwości materii. • Zastosowanie promieniowania jądrowego w technice • Zastosowanie promieniowania jądrowego w medycynie, w diagnostyce, w terapii. 	
Fizyka ośrodków ciągłych	K_W01, K_W02, K_U02, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Zachowanie energii i pędu w fizyce ośrodków ciągłych. Ciecz doskonała. Równanie ciągłości dla cieci. Równanie Eulera. Hydrostatyka. Równanie Bernulliego. Strumień energii i pędu. Nieściśliwa cieć. Lepkość cieci. Równanie Naviera-Stokesa. Przepływ laminarny. Liczba Reynoldsa R. Równania ruchu cieczy przy małych R. Turbulencja. Przejście do ruchu turbulentnego. Laminarny przepływ cieci w warstwach przyściennej. • Tensory odkształcenia i naprężenia w teorii sprężystości. Odkształcenia jednorodne. Równanie równowagi ciał izotropowych. Własności sprężyste kryształów. Fale sprężyste. Odkręcanie przy zmianie temperatury. • Elektrostatyka ośrodków przewodniczących. Równania Maxwella dla pola elektrycznego. Energia pola elektrostatycznego. Elektrostatyka izolatorów. Przenikalność elektryczna w izolatorach. Własności dielektryczne kryształów. Ferroelektryki. • Prąd stały i przewodnictwo materiałów. Efekt Halla. Zjawiska termoelektryczne i termo-magnetoelektryczne. • Stałe pole magnetyczne. Równania Maxwella w ośrodku ciągłym w polu magnetycznym. Indukcja magnetyczna i namagnesowanie. Przenikalność magnetyczna. • Ferromagnetyzm i antyferromagnetyzm. Anizotropia magnetyczna. Mechanizmy uporządkowania magnetycznego. Teoria przejść fazowych dla magnetyka. Fale spinowe i magnony. • Nadprzewodnictwo. Własności magnetyczne nadprzewodników. Efekt Meissnera. Równanie Londonów. Mechanizm nadprzewodnictwa. Prąd nadprzewodniczący. Nadprzewodnik w polu magnetycznym. • Fale elektromagnetyczne w izolatorach. Równania pola elektromagnetycznego w kryształach. Funkcja dielektryczna. Energia pola elektromagnetycznego. 	
Fotogrametria w inżynierii medycznej	K_W02, K_W05, K_W08, K_U01, K_U02, K_U06, K_U09, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Fotogrametria i jej zastosowania. • Budowa i działanie systemów pomiarowych używanych w fotogrametrii. • Holografia i interferometria holograficzna. • Przykłady systemów fotogrametrycznych i oprogramowania służącego do opracowywania danych. 	
Grafika komputerowa	K_W09, K_U03, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> • Graphic Library Utility Toolkit (GLUT); Geometria i rzutowanie w OpenGL • Światła i oświetlenie sceny; Optymalizacja kodu programu. • Mieszanie kolorów (Blending) • Bitmapy i obrazy; Tekstury i metody teksturowania. • Bufory w OpenGL i ich 	

zastosowanie; Grafika interakcyjna - selekcja i wybieranie. • Krzywe i powierzchnie w reprezentacji parametrycznej. • Inne techniki wizualizacji.	
Instrumentarium medyczne	K_W06, K_W08, K_W11, K_U01, K_U10, K_U16, K_U18, K_K01, K_K02
• Podstawowe materiały używane do produkcji instrumentarium medycznego. Podstawowe i specjalistyczne instrumentarium medyczne, zasady jego przygotowania do użycia. Instrumentarium medyczne używane w dostępac endoskopowych. Sprzęt dodatkowy używany podczas procedur medycznych. Roboty medyczne i kierunki rozwoju nowoczesnego instrumentarium medycznego. • Zagadnienia i problemy dotyczące dokumentacji instrumentarium medycznego. Aspekty prawne stosowania instrumentarium w jednostkach ochrony zdrowia.	
Komputerowe modelowanie struktur anatomicznych	K_U09, K_U10, K_U12, K_U15, K_U17, K_U20, K_K01, K_K04, K_K05
• Model medyczny i diagnostyczny - wprowadzenie do modelowania • Artefakty obrazowe - rodzaje, wpływ na dokładność modelowania, metody redukcji. • Metody modelowania złożonych struktur anatomicznych obszaru czaszki i twarzoczaszki. • Modelowanie złożonych struktur anatomicznych dla potrzeb ortopedii oraz chirurgii narządów ruchu • Modele medyczne do badań doświadczalnych. • Rekonstrukcja obrazu 2D, 3D • Komputerowe modelowanie wybranych struktur anatomicznych z zakresu chirurgii narządów ruchu i implantoprotezy z wykorzystaniem pakietu firmy Autodesk • Realizacja zagadnień związanych z modelowaniem anatomicznych struktur wewnętrznych z wykorzystaniem programów 3D Slicer i pakietu firmy Autodesk • Realizacja zagadnień związanych z modelowaniem anatomicznych powierzchni zewnętrznych z wykorzystaniem programów pakietu firmy Autodesk	
Kriogenika	K_W01, K_W02, K_W06, K_U02, K_U09, K_U12, K_K01, K_K04, K_K05
• Wprowadzenie do przedmiotu, omówienie podstawowych zagadnień związanych z tematami realizowanymi w trakcie wykładów w semestrze. • Termodynamiczne podstawy uzyskiwania niskich temperatur • Techniki i urządzenia pozwalające na uzyskanie niskich temperatur i ich pomiary, zasady bezpieczeństwa pracy z cieczami kriogenicznymi. • Podstawy wykorzystywania niskich temperatur w medycynie • Opis oddziaływania niskich temperatur na organizmy żywe • Krioterapia • Pozostałe około-medyczne zastosowania niskich temperatur	
Materiały funkcjonalne	K_W02, K_W06, K_U01, K_U02, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
• Wstęp do inżynierii materiałowej i jej wpływ na rozwój społeczeństwa i przemysłu. Przypomnienie podstawowych zagadnień z fizyki ciała stałego. • Właściwości materiałów funkcjonalnych i nanomateriałów. • Rodzaje materiałów funkcjonalnych. • Jakość materiałów funkcjonalnych - metody badań i oceny. • Zastosowania materiałów funkcjonalnych w technice i medycynie. • Biomateriały - właściwości i zastosowania.	
Metoda elementów skończonych w inżynierii medycznej	K_W05, K_W09, K_U02, K_U03, K_U09, K_U14, K_K01, K_K05
• Wprowadzenie do metody elementów skończonych, podstawowe pojęcia i zależności, idea modelowania, etapy rozwiązywania problemu. • Klasyfikacja elementów skończonych, analiza elementów jednowymiarowych, funkcje kształtu, macierze sztywności i bezwładności w układzie lokalnym i globalnym, przykład transformacji, odniesienie do zagadnień inżynierii medycznej • Analiza płaskiego elementu skończonego, przykłady przestrzennych elementów skończonych, metody rozwiązywania układów równań. Analiza błędów i zbieżności rozwiązania w metodzie elementów skończonych • Zastosowanie metody elementów skończonych do rozwiązywania wybranych zagadnień z zakresu inżynierii medycznej. • Analiza struktury nośnej, lokalne macierze sztywności, globalna macierz sztywności, warunki brzegowe, ustalenie zagadnień do rozwiązania • Wprowadzenie do systemu obliczeniowego MES. Omówienie poszczególnych modułów programu. • Tworzenie modeli geometrycznych i dyskretnych, zadawanie warunków brzegowych, obciążenia, wprowadzenie danych materiałowych. Prowadzenie obliczeń i analiza oraz interpretacja otrzymanych wyników. • Analiza stanu naprężeń i odkształceń układu prętowo-belkowego - odniesienie do inżynierii medycznej. • Modelowanie i analiza naprężeń i odkształceń układu kostnego człowieka oraz implantów. • Drgania własne wybranego elementu układu kostnego.	
Metody numeryczne w biomechanice	K_W05, K_W05, K_U03, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
• Wprowadzenie do metod numerycznych. Podstawowe pojęcia. Definicja błędu. Podstawowe zadania metod numerycznych. • Metoda elementów skończonych. Podstawowe pojęcia i zależności, etapy postępowania przy rozwiązywaniu zagadnień obliczeniowych. • Klasyfikacja elementów skończonych, macierze sztywności i bezwładności, warunki brzegowe, zastosowanie w modelach anatomicznych, metody rozwiązywania układów równań, analiza błędów i zbieżności rozwiązania. • Zastosowanie metody elementów skończonych do rozwiązywania wybranych zagadnień z zakresu inżynierii medycznej. • Analiza układu prętowo-belkowego, lokalne macierze sztywności, globalna macierz sztywności, warunki brzegowe, przykład, ustalenie tematów indywidualnych zagadnień do rozwiązania. • Wprowadzenie do systemu obliczeniowego MES. Omówienie poszczególnych modułów programu. Tworzenie modeli geometrycznych i dyskretnych, zadawanie warunków brzegowych, obciążenia, wprowadzanie danych materiałowych, prowadzenie obliczeń. • Analiza stanu naprężeń i odkształceń układu prętowo-belkowego - odniesienie do inżynierii biomedycznej. • Analiza stanu naprężeń i odkształceń układu bryłowego - odniesienie do inżynierii biomedycznej. • Symulacja przepływu krwi w żyłę • Modelowanie i analiza naprężeń i odkształceń układu kostnego człowieka oraz implantów - odniesienie do inżynierii biomedycznej • Drgania własne wybranego elementu układu kostnego człowieka	
Metrologia medyczna	K_W03, K_U02, K_U09, K_U12, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05
• Podstawy, zasada działania i budowa współrzędnościowych maszyn pomiarowych oraz optycznych urządzeń pomiarowych • Współrzędnościowe pomiary odchyłek kształtu i położenia prowadzone z zastosowaniem współrzędnościowych maszyn pomiarowych • Współrzędnościowe pomiary odchyłek kształtu i położenia prowadzone z zastosowaniem optycznych urządzeń pomiarowych • Pomiary części i organów ludzkiego ciała z zastosowaniem stykowych współrzędnościowych urządzeń pomiarowych w celu prowadzenia procesu inżynierii odwrotnej • Pomiary części i organów ludzkiego ciała z zastosowaniem bezstykowych współrzędnościowych urządzeń pomiarowych w celu prowadzenia procesu inżynierii odwrotnej	
Metrologia współrzędnościowa	K_W03, K_U02, K_U09, K_U12, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05
• Podstawy, zasada działania i budowa współrzędnościowych maszyn pomiarowych oraz optycznych urządzeń pomiarowych • Współrzędnościowe pomiary odchyłek kształtu i położenia prowadzone z zastosowaniem współrzędnościowych maszyn pomiarowych • Współrzędnościowe pomiary odchyłek kształtu i położenia prowadzone z zastosowaniem optycznych urządzeń pomiarowych • Pomiary części maszyn z zastosowaniem stykowych współrzędnościowych urządzeń pomiarowych • Pomiary części maszyn z zastosowaniem bezstykowych współrzędnościowych urządzeń pomiarowych	
Modelowanie 3D-CAD implantów	K_U09, K_U10, K_U12, K_U15, K_U17, K_U20, K_K01, K_K04, K_K05
• Model medyczny, implant, proteza - podstawowe definicje. • Modelowanie 3D na podstawie medycznych danych obrazowych - wybrane zagadnienia. • Dokładność modelowania 3D-CAD- wpływ parametrów akwizycji i przetwarzania danych obrazowych DICOM • Metody projektowania implantów dla potrzeb ortopedii oraz chirurgii narządów ruchu • Modelowanie złożonych struktur anatomicznych, metody projektowania implantów - obszar czaszki i twarzoczaszki • Modelowanie implantów dopasowanych "custom made" w środowisku 3D-CAD • Komputerowe modelowanie 3D wybranych struktur anatomicznych z zakresu chirurgii narządów ruchu i implantoprotezy z wykorzystaniem pakietu firmy Autodesk • Realizacja zagadnień związanych z modelowaniem 3D z wykorzystaniem danych obrazowych w formacie DICOM oraz z wykorzystaniem programów 3D Slicer i pakietu firmy Autodesk • Realizacja zagadnień związanych z modelowaniem 3D anatomicznych powierzchni zewnętrznych z wykorzystaniem programów pakietu firmy Autodesk	
Modelowanie w inżynierii medycznej	K_W05, K_W08, K_U03, K_U09, K_U10, K_K01, K_K05

	<ul style="list-style-type: none"> • Wiadomości wstępne, cele i zadania inżynierii medycznej, właściwości mechaniczne struktur tkankowych, podstawowe modele układów biomechanicznych (kości, mięśni, ścięgien, tkanek narządów wewnętrznych) • Systemy CAD wspomagające rozwiązywanie podstawowych zagadnień inżynierii medycznej, • Modelowanie stawów kończyn człowieka, zagadnienia protezowania. • Rozwiązania konstrukcyjne wybranych urządzeń wspomagających funkcjonowanie człowieka. • Wprowadzenie do modelowania 3D w systemie CAD, zapoznanie z interfejsem, wykonywanie szkiców, modelowanie bryłowe, dokumentacja płaska • Modelowanie złożeń, zagadnienia definiowania wzajemnych stopni swobody. • Tworzenie modeli bryłowych na podstawie danych z plików STL • Modelowanie wybranych implantów i protez z wykorzystaniem dostępnych modułów programu CAD. • Modelowanie wybranych urządzeń wspomagających funkcjonowanie człowieka
Nanomateriały	K_W02, K_W06, K_U01, K_U02, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
	<ul style="list-style-type: none"> • Historia nanotechnologii i nanomateriałów. Podstawowe pojęcia i definicje. • Właściwości fizykochemiczne nanomateriałów i ich struktura. Podział nanomateriałów. • Metody wytwarzania nanomateriałów • Metody badania właściwości nanomateriałów. • Bezpieczeństwo pracy z nanomateriałami. • Zastosowania nanomateriałów w technice i medycynie.
Optyka geometryczna w optometrii	K_W02, K_W05, K_W08, K_U01, K_U02, K_U06, K_U09, K_K01, K_K05
	<ul style="list-style-type: none"> • Światło i jego parametry. • Prawa optyki geometrycznej • Soczewka - podział i parametry, bieg promieni, równanie soczewki, układy optyczne. • Budowa i fizjologia oka, wady wzroku i sposoby ich korekcji.
Podstawy akustyki i ochrona słuchu	K_W02, K_W05, K_W05, K_W08, K_U01, K_U09, K_K01
	<ul style="list-style-type: none"> • Pełny zakres częstotliwości fal sprężystych występujących w przyrodzie lub możliwych do wytworzenia technicznie, zakres i podział akustyki; infradźwięki, dźwięki, ultradźwięki, hiperdźwięki. Ogólne właściwości fal sprężystych, podstawowe zjawiska towarzyszące rozchodzeniu się fal w ośrodku. • Fale głosowe, cechy fizyczne dźwięku, natężenie dźwięku, obszar słyszalności, poziom natężenia dźwięku i poziom ciśnienia akustycznego wyrażony w decybelach. Zjawisko Dopplera i wykorzystanie w technice i medycynie. • Pole akustyczne, wielkości kinematyczne pola: ciśnienie, potencjał, impedancja akustyczna, wielkości energetyczne pola: moc akustyczna, gęstość energii, strumień energii, gęstość strumienia energii. Źródła fal akustycznych, charakterystyka kierunkowości źródła fal akustycznych, pole bliskie, pole dalekie. Tłumienie i rozpraszanie fal akustycznych w ośrodku rzeczywistym. • Profilaktyka zagrożeń wibroakustycznych. Ochrona słuchu, metody redukcji hałasu. Ochronniki słuchu.
Podstawy chirurgii	K_W08, K_U09, K_K01
	<ul style="list-style-type: none"> • Rozwój i postępy chirurgii na przestrzeni ostatnich stuleci. • Kwalifikacja pacjenta do leczenia chirurgicznego na podstawie badania klinicznego. • Rodzaje zabiegów operacyjnych, ich rozległość oraz korzyści płynące z ich zastosowania. • Przygotowanie pacjenta do adekwatnego zabiegu operacyjnego. • Planowanie zabiegu operacyjnego pod kątem uzyskania najlepszych efektów leczniczych używając najmniej inwazyjnej metody. • Rozmowa z pacjentem i próba określenia schorzenia na podstawie wywiadu i badań celem kwalifikacji do ewentualnego leczenia operacyjnego. • Analiza przypadków leczenia operacyjnego chorych z podobną jednostką chorobową, ale przy użyciu różnych metod operacyjnych. • Sprzęt medyczny wykorzystywany w chirurgii. • Wczesna ocena efektu leczenia operacyjnego oraz próba przewidzienia odzyskania sprawności przez pacjenta. • Przyczyna stosowania różnych metod leczenia operacyjnego podobnych przypadków chorobowych, ale z zastosowaniem różnych metod terapeutycznych. • Nowoczesne metody leczenia operacyjnego z zastosowaniem małoinwazyjnych technik operacyjnych oraz implantów i stymulatorów. • Potrzeba stałej kontroli pacjenta po leczeniu operacyjnym jako jedna z możliwości podnoszenia wyników skuteczności leczenia. • Prawidłowa i rzetelna kwalifikacja chorego, oraz poprawnie zebrany wywiad i przeprowadzone konsultacje specjalistyczne jako jeden z podstawowych warunków do osiągnięcia sukcesu operacyjnego. • Alternatywne oraz paliatywne sposoby postępowania z chorym w przypadkach z pogranicza kwalifikacji do leczenia operacyjnego. • Postępy w kwalifikacji do leczenia operacyjnego chorych w zaawansowanym wieku oraz ze schorzeniami, które kiedyś uważane były za nieoperacyjne. • Wystawianie zaliczeń.
Podstawy diagnostyki obrazowej	K_W03, K_W10, K_U01, K_U02, K_U04, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
	<ul style="list-style-type: none"> • Wprowadzenie do diagnostyki medycznej. • Rozpoznawanie i przetwarzanie obrazowych danych medycznych. • Wybrane zagadnienia modelowania medycznego. • Diagnostyka obrazowa: radiografia (Rtg). • Diagnostyka obrazowa: rentgenowska tomografia komputerowa (CT). • Diagnostyka obrazowa: tomografia rezonansu magnetycznego (MRI). • Diagnostyka obrazowa: emisyjna tomografia pozytonowa (PET). • Diagnostyka obrazowa: obrazowanie radioizotopowe - medycyna nuklearna. • Diagnostyka obrazowa: termografia. • Diagnostyka obrazowa: ultrasonografia (USG). • Przetwarzanie sygnałów elektrodiagnostycznych. • Model diagnostyczny - badania doświadczalne w medycynie (metody elastooptyczne). • Analiza medycznych danych obrazowych w formacie DICOM. Przetwarzanie danych medycznych. Tworzenie modeli wektorowych na podstawie danych medycznych. Przetwarzanie danych wektorowych wybranych struktur anatomicznych. • Wykonanie modelu medycznego wybraną techniką RP.
Podstawy diagnostyki technicznej	K_W03, K_W10, K_U01, K_U02, K_U04, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
	<ul style="list-style-type: none"> • Istota i cel diagnostyki technicznej. Formy diagnostyki technicznej: diagnozowanie, prognozowanie i generowanie. • Parametry diagnostyczne - podział i charakterystyka • Modele obiektów diagnostyki technicznej. • Cele i zasady tworzenia modeli diagnostycznych, przydatność praktyczna modeli diagnostycznych. • Klasyfikacja i charakterystyka procesów diagnozowania. • Stany diagnostyczne elementów maszyn. Organizacyjne i ekonomiczne aspekty diagnostyki. • Współczesne techniki w diagnostyce technicznej: metoda rentgenowskiej tomografii komputerowej (CT). • Współczesne techniki w diagnostyce technicznej: metoda radiologii cyfrowej (DR). • Współczesne techniki w diagnostyce technicznej: metoda mikrotomografii (uCT). • Współczesne techniki w diagnostyce technicznej: metody optyczne. • Współczesne techniki w diagnostyce technicznej: metody dotykowe. • Defektoskopia: metody elektromagnetyczne, radiologiczne i ultradźwiękowe. • Przetwarzanie danych cyfrowych. Tworzenie modeli wektorowych, modeli Cad na podstawie danych uzyskanych w procesie akwizycji. • Analiza danych obrazowych uzyskanych w wyniku akwizycji metodą mikrotomografii komputerowej. Przetwarzanie danych cyfrowych. Tworzenie modeli wektorowych na podstawie danych tomograficznych. Tworzenie modeli CAD wybranego elementu maszynowego. • Wykonywanie modelu elementu maszynowego wybraną techniką RP. • Badanie i analiza obrazu z kamery termowizyjnej, analiza obrazu elementu maszynowego.
Podstawy kardiologii	K_W08, K_U09, K_K01
	<ul style="list-style-type: none"> • Informacje wstępne. Zarys przedstawionych treści oraz zasad zaliczenia przedmiotu. Historia zastosowania inżynierii biomedycznej w kardiologii. • Instrumentacja wirtualna i jej wykorzystanie w badaniach kardiologicznych. • Fizyczne i medyczne podstawy metod diagnostyki kardiologicznej: elektrokardiografia (EKG). • Budowa i działanie przenośnych EKG - holterów. • Fizyczne i medyczne podstawy metod diagnostyki kardiologicznej: ultrasonografia (USG). • Omówienie aspektów wykorzystania metod diagnostyki kardiologicznej na bazie przypadków klinicznych. • Kardiostymulacja - rozruszniki serca. Operacyjne stabilizatory serca. • Sztuczne zastawki serca. Projekt sztuczne serce. Zastosowanie druku 3D w Kardiologii Inwazyjnej i Kardiologii. • Wystawianie zaliczeń.
Podstawy neurologii	K_W08, K_U09, K_K01
	<ul style="list-style-type: none"> • Rys historyczny rozwoju neurologii jako nauki interdyscyplinarnej. • Zasady podstawowego badania neurologicznego człowieka oraz możliwości korekty ewentualnych dysfunkcji. • Wpływ wiedzy z zakresu neurologii na rozwój cywilizacyjny oraz rozwój intelektualny człowieka. • Sprzęt medyczny wykorzystywany w neurologii. • Powiązanie dynamicznie rozwijającej się wiedzy neurologicznej z naukami cybernetycznymi oraz implikacje z tym związane. • Rozwój neurologii jako samodzielnej dyscypliny naukowej. • Umiejętność wykorzystywania zmysłów w życiu codziennym oraz możliwości adaptacyjne człowieka w przypadku dysfunkcji któregoś z nich. • Możliwości adaptacyjne człowieka z dysfunkcjami neurologicznymi we współczesnym świecie oraz eliminowanie barier komunikacyjnych. • Zachowania oraz nawyki człowieka w dniu codziennym jako zbiór

odrzuchów neurologicznych. • Przydatność wiedzy z zakresu neurologii na zachowanie się w określonych sytuacjach oraz wpływ na interakcje społeczne. • Wystawianie zaliczeń.	
Podstawy ortopedii	K_W08, K_U09, K_K01
• Historia ortopedii, zabiegów stosowanych w ortopedii oraz aparatury i sprzętu ortopedycznego. • Metody badania ortopedycznego, sprzęt, w tym diagnostyczny, wykorzystywany w tych badaniach. • Nabyte i wrodzone zniekształcenia narządu ruchu. Metody diagnostyczne, aparatura ortopedyczna. • Osteoporoza kości, aparatura i sprzęt diagnostyczny. • Urazowe uszkodzenia kości, metody i aparatura diagnostyczna, rodzaje zabiegów stosowanych w urazach, najnowszy sprzęt ortopedyczny.	
Podstawy przedsiębiorczości	K_W12, K_W13, K_W15, K_U07, K_U09, K_K01, K_K03
• Determinanty przedsiębiorczości. Cechy osoby przedsiębiorczej. • Kreatywność, przedsiębiorczość, innowacyjność. Zarządzanie innowacjami. • Cele i metody wspierania przedsiębiorczości. Modele europejskie. • Przedsiębiorczość akademicka, spin-off, spin-out, star-up.	
Podstawy zarządzania	K_W12, K_W13, K_W15, K_U07, K_U09, K_K01, K_K03
• Zarządzanie jako dyscyplina naukowa. Otoczenie zewnętrzne organizacji. • Przedsiębiorstwo i jego otoczenie jako obiekt zarządzania. Zarządzanie sobą. • Funkcje zarządzania. • Współczesne problemy zarządzania.	
Projektowanie wspomagane komputerem	K_W05, K_W08, K_U03, K_U09, K_U10, K_K01, K_K05
• Wiadomości wstępne, cele i zadania biomechaniki, właściwości mechaniczne struktur tkankowych, podstawowe modele układów biomechanicznych (kości, mięśni, ścięgien) • Systemy CAD wspomagające rozwiązywanie podstawowych zagadnień biomechaniki, • Modelowanie i analiza ruchu stawów kończyn człowieka, zagadnienia protezowania. • Rozwiązania konstrukcyjne wybranych urządzeń biomedycznych i rehabilitacyjnych • Wprowadzenie do modelowania 3D w systemie CAD, zapoznanie z interfejsem, wykonywanie szkiców, modelowanie bryłowe, dokumentacja płaska • Modelowanie złożeń, zagadnienia definiowania wzajemnych stopni swobody. • Tworzenie modeli bryłowych na podstawie danych z plików STL • Analiza ruchu i obciążenia ciała człowieka z wykorzystaniem dostępnych modułów programu CAD. • Analiza kinematyki układu złożonego.	
Promieniowanie w medycynie	K_W02, K_U01, K_U02, K_U09, K_U12, K_K01, K_K04, K_K05
• Atom, model Bohra, poziomy energetyczne, przejścia energetyczne, powłoki elektronowe, energia jonizacji pierwiastków, energia jonizacji składników organizmu • Jądro atomowe, rozmiar, gęstość, ładunek elektryczny, moment magnetyczny, energia wiązania jądra atomowego, defekt masy, linia stabilności jąder atomowych • Źródła promieniowania, nuklidy promieniotwórcze, liczba masowa, liczba atomowa nuklidu, oznaczenie nuklidu, liczebność nuklidów trwałych, promieniotwórczych, klasyfikacja nuklidów, nuklidy radioaktywne, przemiany jądrowe, przykłady nuklidów medycznych: 60Co, 99mTc, 18F. Prawo rozpadu nuklidu promieniotwórczego, czas połowicznego zaniku, aktywność źródła promieniotwórczego. Zanik nuklidu promieniotwórczego w organizmie. Akceleratory, przyspieszacze cząstek naładowanych. • Oddziaływanie promieniowania gamma z materią, efekt fotoelektryczny, przekrój czynny, jednostka barn, efekt Comptona, różniczkowy, całkowity przekrój czynny, kreacja pary elektron - pozyton, anihilacja pary elektron - pozyton, produkt anihilacji, pozytonowa tomografia emisyjna (PET), zasada działania, źródła beta plus promieniotwórcze. Liniowy i masowy współczynnik absorpcji promieniowania gamma, całkowity przekrój czynny, prawo absorpcji promieniowania gamma, promieniowanie rozproszone. • Oddziaływanie cząstek posiadających ładunek elektryczny z materią, oddziaływanie elektronów, protonów, cząstek alfa, jonów lekkich pierwiastków, straty energii cząstek wzdłuż toru, zasięg cząstek w materii, rozkład energii jonizacji, krzywa Bragga i jej zastosowania w terapii medycznej. • Oddziaływanie neutronów z materią, pośrednie metody jonizacji materii, oddziaływanie neutronu z materią a jego energia kinetyczna • Detekcja promieniowania, detektory gazowe, scyntylacyjne, półprzewodnikowe, zliczanie kwantów gamma, zliczanie cząstek naładowanych elektrycznie, statystyka zliczeń, niepewności pomiarowe. Definicje dawek promieniowania, zależności pomiędzy dawkami, zasada ALARA, znaki ostrzegawcze przed promieniowaniem, osłony przed promieniowaniem. • Oddziaływanie promieniowania z materią żywą, oddziaływanie promieniowania z komórką biologiczną, wolne rodniki, oddziaływanie promieniowania z DNA, oddziaływanie promieniowania a cykl komórkowy, przeżywalność komórki, choroba popromienna. • Zastosowania medyczne promieniowania jonizującego, w diagnostyce, w terapii, przykłady zastosowań, przyspieszanie cząstek, akceleratory medyczne.	
Struktury danych w medycynie	K_W09, K_W11, K_U05, K_U18, K_K01, K_K05
• Zajęcia organizacyjne. Ustalenie formy zaliczenia i zakresu materiału. • Charakterystyka informatyki medycznej. Elementy decydujące o odmienności w stosunku do informatyki przemysłowej, informatyki bankowej, itp. Specjalistyczne medyczne bazy danych: charakterystyka medycznej bazy danych, czynności wykonywane w szpitalnej bazie danych, problem objętości medycznych baz danych i kodowanie danych medycznych, bezpieczeństwo medycznej baz danych. • Elektroniczna dokumentacja medyczna: jednostkowe dane osobowe, jednostkowe dane medyczne, aspekty prawne, typy dokumentów medycznych, struktura elektronicznej dokumentacji medycznej, standard XML, elektroniczny rekord medyczny, elektroniczny rekord pacjenta, elektroniczny rekord zdrowotny. • Struktury danych obrazów medycznych: współczesne techniki obrazowania medycznego, standard DICOM - obrazowanie cyfrowe i wymiana obrazów w medycynie (ang. Digital Imaging and Communications in Medicine). • Cechy danych medycznych; Metody pozyskiwania danych, jednostki, typy, klasyfikacja i kodowanie danych, normy kliniczne, zalecenia i standardy międzynarodowe, cechy wielowymiarowych zbiorów danych. • Badanie własności zbiorów danych: selekcja i ekstrakcja cech, wielowymiarowa analiza danych, statystyczna analiza danych, możliwości języka SQL. • Architektura systemów bazodanowych na przykładzie bazy danych Oracle: struktura serwera baz danych, połączenie z bazą danych, struktura pamięci, procesy pierwszo i drugoplanowe, logiczna i fizyczna struktura danych, przestrzenie tabel, segmenty, extenty i bloki.	
Systemy CAD/CAM	K_W05, K_W11, K_U03, K_U12, K_U16, K_K01, K_K05
• Wprowadzenie do systemów CAD/CAM • Zasady projektowania typowych części maszyn w systemach CAD • Programowanie obrabiarek sterowanych numerycznie • Podsumowanie. Zaliczenie • Wprowadzenie do środowiska CAD. Rysowanie w szkicowniku - wymiarowanie i narzucanie wiązań. • Modelowanie bryłowe - wyciągnięcia i wycięcia proste, po ścieżce, po profilach, przez obrót. Pochylenia ścian, tworzenie sztyków, wstawianie żeber, grawerki. Definiowanie materiału i parametrów przedmiotu. • Złożenia - wstawianie części i podzłożeń, wiązania w złożeniach, symulacja pracy. Rysunek złożeniowy - rzuty, wyrwania, przekroje, odnośniki, lista części. • Złożenia - wstawianie części i podzłożeń, wiązania w złożeniach, symulacja pracy. Rysunek złożeniowy - rzuty, wyrwania, przekroje, odnośniki, lista części. • Podstawy systemu komputerowego wspomaganie wytwarzania. Obsługa systemu. Konfiguracja interfejsu użytkownika, moduły CAD/CAM. • Podstawy programowania toczenia na bazie kodu ISO. • Podstawy programowania frezowania na bazie kodu ISO. • Opracowanie ramowego procesu technologicznego i programowanie procesu obróbki na podstawie rysunków konstrukcyjnych przedmiotów • Prezentacja projektu • Podsumowanie. Zaliczenie części praktycznej	
Systemy informatyczne w placówkach medycznych	K_W09, K_W11, K_U04, K_U05, K_U09, K_U18, K_K01
• Zajęcia organizacyjne. Ustalenie formy i warunków zaliczenia. Omówienie bloków tematycznych i zakresu materiału. • Przegląd systemów informatycznych w opiece zdrowotnej. Podstawowe pojęcia. Etapy informatyzacji jednostek służby zdrowia. Metody wdrażania. Podstawowe architektury systemów informacyjnych. Protokoły i standardy stosowane w medycznych systemach informatycznych. • Ogólnoszpitalny systemu informacyjny - architektura i moduły. Infrastruktura teleinformatyczna i warstwa aplikacji medycznych. Moduł ruchu chorych, zleceń medycznych, laboratoryjny system informacyjny, farmaceutyczny system informacyjny, radiologiczny system informacyjny. Systemy informatyczne kliniczne i administracyjne. Ogólnokrajowe systemy medyczne. Przykłady systemów. • Systemy archiwizacji i transmisji obrazów. Struktura systemu. Akwizycja danych. Standard DICOM. Usługi PACS. Wizualizacja danych obrazowych. Integracja HIS-PACS. • Sieci komputerowe w placówkach medycznych. LAN, MAN, WAN i Internet. • Poufność informacji medycznej i jej ochrona prawna. Systemy informatyczne odpowiedzialne za dostępność i bezpieczeństwo danych medycznych. Bezpieczeństwo aplikacji internetowych. Analiza zagrożeń i metody ochrony.	

Sztuczna inteligencja w zastosowaniach biomedycznych	K_W08, K_W09, K_U03, K_U09, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego na przykładzie sztucznych sieci neuronowych. Omówienie innych algorytmów uczenia maszynowego np. drzew decyzyjnych, algorytmów do klasteryzacji danych na przykładzie danych medycznych. Analiza wybranych zbiorów danych medycznych przy wykorzystaniu najnowszych algorytmów uczenia maszynowego tj. np. konwolucyjne sieci neuronowe. Omówienie najnowszych trendów w dziedzinie uczenia maszynowego i analizy danych 	
Techniki RP	K_W05, K_W11, K_U03, K_U12, K_U16, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Student zna metody projektowania 3D-CAD dedykowanego dla przyrostowych systemów wytwórczych Student potrafi przeprowadzić obróbkę danych modelu 3D-CAD i przygotować dane do procesu wytwórczego Student potrafi posługiwać się wybranym systemem przyrostowego wytwarzania prototypów Student potrafi wykonać prototyp z zastosowaniem pośredniej metody prototypowania Student potrafi przeprowadzić proces postprocesingu i obróbki wykończeniowej na prototypie Student poznaje metody modelowania i obróbki danych dla procesu szybkiego prototypowania wyrobów śledząc uważnie treści wykładu Student poznaje metody i sposoby obróbki danych w procesie RP śledząc uważnie treść wykładu, zadaje pytania w celu uzyskania dodatkowych informacji Student poznaje nowoczesne metody RP sposoby wykonywania modeli fizycznych oraz możliwości zastosowania praktycznego prototypów 	
Technologie materiałowe w medycynie	K_W05, K_W06, K_W11, K_U09, K_U10, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Podstawy technologii w tym technologii materiałowych. Materiały metaliczne (stale austenityczne, tytan i jego stopy, stopy kobaltu, stopy chromu i inne metale) Materiały polimerowe - technologie syntezy i przetwórstwa Technologia polimerów biodegradowalnych Biomimetyka Inżynieria tkankowa. Nanomateriały (nanocząsteczki magnetyczne, złoto i srebro koloidalne) oraz inne wybrane technologie do celów medycznych Materiały ceramiczne i kompozytowe stosowane w medycynie Izolowanie olejków z surowców naturalnych Cementy kostne Izolacja i estryfikacja skrobi Otrzymywanie kapsułek 	
Technologie materiałowe w technice	K_W06, K_W11, K_U09, K_U10, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Materiały inżynierskie: rodzaje materiałów, struktura, własności materiałów, procesy wytwarzania, oddziaływanie między strukturą, własnościami i procesem wytwarzania, globalne zużycie materiałów. Technologie wytwarzania metali i ich stopów. Technologie wytwarzania ceramiki i szkła. Technologie wytwarzania i przetwórstwa polimerów i tworzyw sztucznych. Materiały kompozytowe - metody wytwarzania. Zabezpieczenia antykorozyjne. Kształtowanie materiałów. Zaliczenie pisemne. Wybrane ćwiczenia z grupy tematów: Otrzymywanie hydrożelu z poli(alkoholu winylu) i ocena jego wybranych właściwości. Biogodne elastomery poliuretanowe. Synteza i identyfikacja poli(metakrylanu metylu) jako komponentu do hydrofilowych soczewek kontaktowych. Superabsorbent na bazie hydrożelu syntetycznego. Ocena właściwości technologicznych wybranych preparatów stomatologicznych. Otrzymywanie kapsułek alginianowych. Cementy kostne. Synteza hydroksyapatytów. Częstki magnetyczne. Mikrostruktura materiałów ceramicznych. Zaliczenie pisemne. 	
Ultradźwięki w zastosowaniach medycznych	K_W02, K_W05, K_W05, K_W08, K_U01, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> Ultradźwięki: wprowadzenie, historia i główne zastosowania, Propagacja fal ultradźwiękowych w ośrodkach idealnych. Odbicie i załamanie. Wielkości kinematyczne i energetyczne. Efekt Dooplera. Rozchodzenie się ultradźwięków w ośrodku rzeczywistym. Tłumienie, absorpcja, rozpraszanie i dyfrakcja fal sprężystych. Charakterystyka źródeł dźwięków. Metody wytwarzania i detekcji ultradźwięków. Przetworniki ultradźwiękowe. Ultradźwięki w diagnostyce medycznej. Podstawy instrumentacji USG. Głowice ultradźwiękowe. Pomiar oparte na zjawisku Dooplera. Ultradźwięki o dużym natężeniu w zastosowaniach terapeutycznych. Inne zastosowania ultradźwięków oraz perspektywy rozwoju metod ultradźwiękowych. Elementy tomografii ultradźwiękowej. 	
Wstęp do mechaniki płynów biologicznych	K_W02, K_W05, K_U01, K_U03, K_U09, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> Płyny biologiczne i ich zadaniowa rola w funkcjonowaniu organizmu człowieka. Podstawowe właściwości płynów : lepkość, ciśnienie, temperatura, ściślność płynu. Wpływ mikrostruktury płynu biologicznego na jego lepkość. Skład krwi. Czynniki wpływające na jej lepkość .Pomiar lepkości płynu . Modele reologiczne płynów biologicznych. Podstawowe układy płynowe człowieka. Płyny komórkowe i ustrojowe. Transport płynów w organizmie człowieka: dyfuzja, konwekcja, transport pędu. Charakterystyka rodzaju transportu biopłynów w organizmie człowieka. Podstawowe prawa fizyki opisujące transport biopłynów: Prawo Ficka (przepływy w układzie oddechowym), równanie konwekcji i dyfuzji, zasada zachowania pędu (przepływy w układzie krwionośnym, moczowym). Kinematyka płynu. Natężenie przepływu (wydatek masowy i objętościowy) Zasada zachowania masy – równanie ciągłości. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężenia działające na element płynowy. Zasada zachowania pędu oraz jej uproszczona forma: równanie Bernoullego. Związek między prędkością a ciśnieniem. Wpływ przekroju rury na prędkość i ciśnienia. Analiza zmian prędkości i ciśnienia podczas przepływu krwi w układzie krwionośnym człowieka w zależności od przekroju naczynia przepływowego. Wpływ ciśnienia hydrostatycznego na przepływ krwi. Przepływy laminarne i turbulentne płynu. Straty ciśnienia przepływającego płynu na skutek tarcia i zawirusowania. Przepływ Poiseuillea. Charakterystyka. Przepływy laminarne i turbulentne biopłynów w organizmie człowieka. Przepływy laminarne i turbulentne przez rurki, wyznaczanie strat ciśnienia. Oporność układu krwionośnego człowieka. Sposoby wyznaczania. Pomiar ciśnienia w organizmie człowieka. Serce i jego budowa. Wydajność i moc serca. Działanie pompy przepływowej w układzie przepływowym. Serce jako pompa w układzie krwionośnym. Charakterystyka pompy. Przepływy pulsacyjne w rurociągach. Przepływy pulsacyjny w układzie krwionośnym. Naprężenia na ściankach. Fala tętna. Działanie pulsometru. Zasada działania „sztucznego serca” Robin. Budowa żył i tętnic. Nieprawidłowości przepływu w układzie krwionośnym wywołane defektem ścianek: tętniaki, przewężenia wywołane blaszkami miażdżycowymi. Układ oddechowy człowieka- budowa. Działanie płuc. Transport w pęcherzykach płucnych . Rola pary wodnej oraz ściślności powietrza w wymianie gazowej w układzie oddechowym. Wydolność płuc. Spirometria. Działanie respiratorów oraz sztucznego płuca. Metody poprawy wydolności płucnej. Podstawy filtracji – działanie nerek. Dializator - zasada działania. Podstawy smarowania w biofizykach- stawach na przykładzie stawu biodrowego. Budowa stawu biodrowego. Skład mazi stawowej. Wpływ mikrostruktury mazi stawowej (kwasu hialorynowego) oraz chorób reumatologicznych na smarowanie. Rola chrząstki. wpływ uszkodzenia chrząstki na smarowanie. 	
Wyposażenie oddziałów szpitalnych	K_W06, K_W08, K_W11, K_U01, K_U10, K_U16, K_U18, K_K01, K_K02
<ul style="list-style-type: none"> Podstawowe materiały używane do produkcji wyposażenia oddziałów szpitalnych. Wyposażenie jedno- i wielokrotnego użytku, metody sterylizacji i postępowania z odpadami z oddziałów szpitalnych. Podstawowe i specjalistyczne wyposażenie oddziałów szpitalnych. Sprzęt dodatkowy używany podczas procedur medycznych. Zarządzanie urządzeniami monitorującymi i podtrzymującymi funkcje życiowe. Roboty medyczne i kierunki rozwoju nowoczesnego wyposażenia Zagadnienia i problemy dotyczące dokumentacji wyposażenia oddziałów szpitalnych. Aspekty prawne stosowania wyposażenia oddziałów w jednostkach ochrony zdrowia. 	
Zapewnienie jakości wyrobów medycznych	K_W11, K_W12, K_W13, K_U05, K_U10, K_K02, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> Zarys wymagań prawnych obowiązujących producentów wyrobów medycznych Przedstawienie norm jakościowych dla wyrobów medycznych Analiza ryzyka na bazie normy ISO 14971 Inżynieria użyteczności wg IEC 62366 	
Zarządzanie jakością i bezpieczeństwem	K_W11, K_W12, K_W13, K_U05, K_U10, K_K02, K_K06
<ul style="list-style-type: none"> Istota jakości. Znaczenie zarządzania jakością w przedsiębiorstwie. Filozofia zarządzania jakością. TQM. KAIZEN. Six Sigma. Zasady zarządzania jakością. Środowisko zarządzania jakością i bezpieczeństwem. Cykl Deminga. Identyfikacja potencjalnych wad w wyrobach i błędów w procesach. SPC. Monitorowanie procesów. Projektowanie i stosowanie kart kontrolnych. Koszty jakości. Przeгляд norm z zakresu zarządzania jakością i bezpieczeństwem. QFD. Inne narzędzia jakości. Systemy zarządzania bezpieczeństwem. Podstawowe obszary zarządzania bezpieczeństwem. Ocena ryzyka zawodowego. 	

4. Praktyki i staże studenckie

Zgodnie z przedstawionym planem studiów studenci kierunku Inżynieria w medycynie zobowiązani są odbyć czterotygodniową praktykę zawodową przewidzianą w planie studiów na semestrze siódmym (po semestrze 6).

Odbycie praktyki ma na celu poznanie specyfiki pracy inżyniera w obszarze medycyny na różnych stanowiskach związanych z kierunkiem studiów zarówno w placówkach ochrony zdrowia jak i firmach produkcyjnych i usługowych umiejscowionych w obrębie obszaru gospodarki związanych ochroną zdrowia. W ramach praktyki student zapoznaje się z funkcjonowaniem systemu i placówek ochrony zdrowia w tym szpitali, ośrodków zdrowia, klinik i centrów diagnostycznych oraz firm wytwarzających produkty i świadczące usługi dla medycyny. Ma to na celu zapewnienie jak najlepszego, praktycznego wykorzystania zdobytej podczas studiów wiedzy i umiejętności i płynnego przejścia do rozpoczęcia pracy zawodowej. Dodatkowo praktyka pozwoli na poznanie praktycznych zagadnień związanych z pracą na stanowiskach zgodnych z kierunkiem studiów oraz analizy własnych możliwości na rynku pracy, doskonalenie umiejętności organizacji pracy własnej i pracy zespołowej, efektywnego zarządzania czasem, sumienności i odpowiedzialności za powierzone zadania a także nawiązanie kontaktów zawodowych.

Studenci odbywają praktykę na podstawie porozumienia zawartego przez Uczelnię z organizatorem praktyki (zakładem pracy). Student sam wybiera miejsce praktyki uwzględniając swoje plany na przyszłość, miejsce stałego zamieszkania oraz inne istotne dla niego okoliczności. Profil działalności wybranej przez studenta firmy (zakładu pracy) powinien umożliwić zrealizowanie wskazanych celów praktyki. Po dokonaniu wyboru miejsca i ustaleniu terminu praktyki, student składa wydziałowemu kierownikowi praktyk oświadczenie o zgodzie na przekazanie danych niezbędnych do ubezpieczenia oraz informacje o organizatorze i uzgodnionym terminie praktyki, konieczne do zawarcia porozumienia z Uczelnią. Na podstawie tych informacji zostanie przygotowane odpowiednie porozumienie, zgodne z zasadami ustalonymi przez Rektora Politechniki Rzeszowskiej.

Wymiar praktyk i staży studenckich został przedstawiony w rozdziale 3 - może być różny w różnych wariantach planu studiów na kierunku Inżynieria w medycynie.