

Program studiów

# Inżynieria medyczna - p. praktyczny

pierwszego stopnia

Profil studiów: praktyczny



## 1. Podstawowe informacje o kierunku

Nazwa kierunku studiów	Inżynieria medyczna - p. praktyczny
Poziom studiów	pierwszego stopnia
Profil studiów	praktyczny

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
<b>inżynieria mechaniczna</b>	<b>60 %</b>

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
<b>inżynieria biomedyczna</b>	<b>10 %</b>
<b>automatyka elektronika i elektrotechnika</b>	<b>10 %</b>
<b>informatyka techniczna i telekomunikacja</b>	<b>10 %</b>
<b>inżynieria materiałowa</b>	<b>10 %</b>

Liczba semestrów	<b>7</b>
Liczba punktów ECTS wymagana do ukończenia studiów	<b>210</b>
Łączna liczba godzin zajęć	<b>2565</b>
Wymagania wstępne - rekrutacja	wymagania corocznie określone przez Senat PRz
Po ukończeniu studiów absolwent uzyskuje tytuł zawodowy	inżynier
Sylwetka absolwenta, możliwości zatrudnienia	<p>Inżynieria medyczna jest kierunkiem studiów łączącym w sobie wiedzę i doświadczenie niezbędne do tworzenia nowych technologii inżynierskich oraz ich zastosowania w praktyce medycznej. Studia te stanowią uzupełnienie kierunków lekarskich o dyscypliny naukowe związane z nowoczesną działalnością inżynierską w medycynie.</p> <p><b>Wiedza i umiejętności absolwentów</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• bezpieczna i skuteczna obsługa wysoce z informatyzowanej aparatury medycznej,</li> <li>• codzienny nadzór techniczny nad aparaturą medyczną,</li> <li>• wiedza i umiejętności z zakresu technik stosowanych w warunkach kontaktu urządzeń mechanicznych z żywym organizmem,</li> <li>• wiedza i umiejętności z zakresu najnowocześniejszych trendów rozwojowych techniki medycznej, w tym komputerowego modelowania struktur anatomicznych,</li> <li>• umiejętność samokształcenia się, wzbogacania swojej wiedzy związane z nieustannym postępem naukowym i technicznym,</li> <li>• wiedza inżynierska z zakresu przedmiotów technicznych, w tym elektrotechniki, elektroniki, automatyki, robotyki, materiałoznawstwa i miernictwa, znajomość podstawowych pojęć i technik medycznych,</li> <li>• dobre przygotowanie z zakresu nauk ścisłych,</li> <li>• umiejętność łączenia wiedzy teoretycznej z praktyczną, gdyż to pozwala rozumieć ograniczenia stosowanych metod badawczych, pomiarowych, diagnostycznych, a także właściwie ocenić uzyskane wyniki.</li> </ul> <p><b>Wybrane możliwości zatrudnienia absolwentów</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• przedsiębiorstwa produkcyjne aparatury medycznej,</li> <li>• firmy komputerowe zajmujących się realizacją systemów informatycznych wspomagających medycynę,</li> <li>• placówki służby zdrowia przy obsłudze i serwisowaniu aparatury medycznej, w tym instytucje umożliwiających funkcjonowanie i powrót do zdrowia osobom po ciężkich wypadkach i chorobach,</li> <li>• instytucje badawczo-rozwojowe.</li> </ul>

## 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.	<b>P6S_WK P6S_WG</b>
K_W02	Posiada wiedzę z fizyki niezbędną do opisu i analizy zagadnień technicznych z zakresu inżynierii medycznej.	<b>P6S_WK P6S_WG</b>
K_W03	Posiada wiedzę w zakresie stosowania aparatury pomiarowej, terminów metrologicznych i metod oszacowania błędu pomiaru.	<b>P6S_WG</b>
K_W04	Posiada podstawową wiedzę z chemii przydatną do opisu i analizy zagadnień technicznych z zakresu inżynierii biomedycznej.	<b>P6S_WK</b>

		P6S_WG
K_W05	Posiada wiedzę z mechaniki i biomechaniki przydatną do opisu i analizy zagadnień z zakresu inżynierii medycznej.	P6S_WG
K_W06	Posiada wiedzę z zakresu inżynierii materiałowej i materiałów stosowanych w inżynierii medycznej, 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 z zakresu inżynierii medycznej.	P6S_WG
K_W08	Posiada podstawową wiedzę medyczną niezbędną do zrozumienia metod i zasady działania systemów stosowanych w inżynierii medycznej.	P6S_WK P6S_WG
K_W09	Posiada wiedzę z informatyki i podstaw biocybernetyki niezbędną do rozwiązywania problemów z zakresu inżynierii medycznej.	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 inżynierii medycznej.	P6S_WK
K_U01	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim, w zakresie inżynierii medycznej; 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 medycznej.	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 medycznej.	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 medycznej.	P6S_UW
K_U11	Posiada umiejętności językowe w zakresie inżynierii medycznej i dyscyplin pokrewnych zgodne z wymaganiami określonymi dla poziomu B2 Europejskiego Systemu Opisu Kształcenia Językowego.	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 medycznej.	P6S_UW
K_U18	Ma doświadczenie związane z utrzymaniem urządzeń, obiektów i systemów technicznych z zakresu inżynierii medycznej.	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 z zakresu inżynierii medycznej, 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_KO P6S_KR
K_K07	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, a zwłaszcza rozumie potrzebę formułowania i przekazywania społeczeństwu, w szczególności poprzez środki masowego przekazu, informacji i opinii dotyczących osiągnięć techniki i innych aspektów działalności inżynierskiej; podejmuje starania, aby przekazać takie informacje i opinie w sposób powszechnie zrozumiały.	P6S_KK P6S_KO 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, w tym efekty w zakresie znajomości języka obcego, natomiast w przypadku kierunku studiów kończącego się uzyskaniem tytułu zawodowego inżyniera – pełen zakres efektów umożliwiających uzyskanie kompetencji inżynierskich.

### 3. Plany studiów, ich parametry, metody weryfikacji oraz treści kształcenia

#### 3.1. Parametry planu studiów

Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć prowadzonych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia.	147 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 zajęciom kształtującym umiejętności praktyczne.	174 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana przedmiotom do wyboru.	74 ECTS
Łączna liczba punktów ECTS przyporządkowana praktykom zawodowym, stażom (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	24 ECTS
Wymiar praktyk zawodowych, staży (jeżeli program studiów przewiduje praktyki lub staże).	960 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.

Szczegółowe informacje o:

- związkach efektów uczenia się efektami uczenia się zawartymi w poszczególnych zajęciach ;
- 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;
- rozwiniecie kierunkowych efektów uczenia się na poziomie zajęć lub grup zajęć, w szczególności powiązanych z prowadzoną w uczelni działalnością naukową;
- 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 pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=H&K=IP&TK=html&S=1458&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

#### 3.2. Plan studiów

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.	Typ
1	ZH	Ergonomia. Bezpieczeństwo i higiena pracy	15	0	0	0	15	1	N		A
1	FF	Fizyka I	45	45	0	0	90	7	T		A
1	MK	Grafika inżynierska I	30	0	15	0	45	3	N		A
1	FF	Informatyczne systemy zarządzania treścią CMS	0	0	30	0	30	2	N		A
1	FF	Języki programowania i struktury danych	15	0	30	0	45	4	N		A
1	FF	Laboratorium: mechanika	0	0	15	0	15	1	N		A
1	FB	Matematyka I	60	60	0	0	120	8	T		A
1	FF	Narzędzia wspomagania obliczeń inżynierskich I	0	0	30	0	30	2	N		A
1	FF	Wstęp do anatomii człowieka	30	0	0	0	30	2	N		A
<b>Sumy za semestr: 1</b>			<b>195</b>	<b>105</b>	<b>120</b>	<b>0</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	
2	CF	Chemia	30	0	15	0	45	2	N		A
2	FF	Fizyka II	30	45	0	0	75	5	T		A
2	MK	Grafika inżynierska II	15	0	0	30	45	4	N		A
2	FF	Laboratorium: elektromagnetyzmu i optyki	0	0	30	0	30	2	N		A
2	FF	Matematyczne podstawy mechaniki	15	30	0	0	45	3	T		A
2	FB	Matematyka II	30	30	0	0	60	4	T		A
2	MK	Mechanika	30	30	0	0	60	5	T		A
2	FA	Metody numeryczne	15	0	15	0	30	2	N		A
2	MK	Narzędzia projektowania Cax	0	0	30	0	30	3	N		A
<b>Sumy za semestr: 2</b>			<b>165</b>	<b>135</b>	<b>90</b>	<b>30</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
3	CK	Biomateriały	15	0	15	15	45	3	N		A
3	DJ	Język angielski	0	0	30	0	30	2	N		A
3	MC	Materiałoznawstwo	30	0	30	0	60	5	T		A
3	FF	Mechanika płynów / Fizyka ośrodków ciągłych	15	15	15	0	45	4	T		B
3	FF	Narzędzia wspomagania obliczeń inżynierskich II	0	0	0	30	30	2	N		A
3	FF	Podstawy elektrotechniki i elektroniki	15	15	15	0	45	3	N		A

3	ES	Struktury danych w medycynie / Systemy informatyczne w placówkach medycznych	15	0	0	15	30	2	N		B
3	MP	Techniki wytwarzania	30	0	30	0	60	5	T		A
3	DL	Wychowanie fizyczne	0	30	0	0	30	0	N		B
3	MK	Wytrzymałość materiałów	15	30	0	0	45	4	T		A
<b>Sumy za semestr: 3</b>			<b>135</b>	<b>90</b>	<b>135</b>	<b>60</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>4</b>	<b>0</b>	
4	FF	Drgania układów mechanicznych	15	30	0	0	45	4	T		A
4	DJ	Język angielski	0	0	30	0	30	2	N		A
4	MK	Podstawy biomechaniki z elementami CAD/MES / Metody numeryczne w biomechanice	15	0	30	15	60	5	T		B
4	FF	Podstawy chirurgii / Podstawy ortopedii	15	30	0	0	45	3	N		B
4	FF	Podstawy kardiologii / Podstawy neurologii	15	15	0	0	30	2	N		B
4	MK	Podstawy konstrukcji maszyn	30	0	0	30	60	5	T		A
4	FF	Systemy kontrolno-pomiarowe I	15	0	30	0	45	3	N		A
4	MK	Techniki RP / Systemy CAD/CAM	15	0	30	0	45	4	N		B
4	CK	Technologie materiałowe w medycynie / Technologie materiałowe w technice	15	0	15	0	30	2	N		B
4	DL	Wychowanie fizyczne	0	30	0	0	30	0	N		B
<b>Sumy za semestr: 4</b>			<b>135</b>	<b>105</b>	<b>135</b>	<b>45</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>1</b>	
5	EA	Automatyka i robotyka w medycynie	30	0	30	0	60	3	N		A
5	EM	Elementy inżynierii biomedycznej	15	0	15	0	30	2	N		A
5	FF	Grafika komputerowa / Modelowanie komputerowe	15	0	30	0	45	3	N		B
5	DJ	Język angielski	0	0	30	0	30	2	N		A
5	FC	Laserowe techniki obróbki i wytwarzania	15	0	30	15	60	5	T		A
5	FF	Metoda elementów skończonych w inżynierii medycznej	15	0	30	0	45	4	T		A
5	MK	Metrologia medyczna / Metrologia współrzędnościowa	30	0	30	0	60	5	T		B
5	FF	Podstawy akustyki i ochrona słuchu / Podstawy akustyki i protezowanie słuchu	15	15	0	0	30	2	N		B
5	MK	Podstawy diagnostyki technicznej / Podstawy diagnostyki medycznej	15	0	30	0	45	3	N		B
5	FF	Systemy kontrolno-pomiarowe II	0	0	0	15	15	1	N		A
<b>Sumy za semestr: 5</b>			<b>150</b>	<b>15</b>	<b>225</b>	<b>30</b>	<b>420</b>	<b>30</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	
6	FF	Aparatura medyczna	15	15	0	0	30	2	N		A
6	FF	Elementy fizyki jądrowej, ochrona radiologiczna / Promieniowanie w medycynie, dozymetria	15	0	15	0	30	2	N		B
6	FF	Endoprotezy, implanty i sztuczne narządy	30	0	0	0	30	2	N		A
6	DJ	Język angielski	0	0	30	0	30	3	T		A
6	MK	Komp. modelowanie struktur anatomicznych / Modelowanie 3D-CAD implantów	15	0	15	15	45	4	N		B
6	FF	Metody fizyczne w technice i medycynie	15	0	30	0	45	3	N		A
6	FC	Metrologia optyczna własności mechanicznych	15	0	30	0	45	4	T		A
6	DL	Podstawy rehabilitacji, inżynieria rehabilitacji ruchowej	30	0	0	0	30	2	N		A
6	ZO	Podstawy zarządzania / Podstawy przedsiębiorczości	30	0	0	0	30	2	N		B
6	FF	Projekt inżynierski	0	0	0	30	30	3	N		B
6	MI	Technika cyfrowa i systemy mikroprocesorowe	30	0	15	0	45	3	N		A
<b>Sumy za semestr: 6</b>			<b>195</b>	<b>15</b>	<b>135</b>	<b>45</b>	<b>390</b>	<b>30</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	
7	FF	Egzamin dyplomowy	0	0	0	0	0	0	T		A
7	ZP	Ochrona własności intelektualnej	15	0	0	0	15	1	N		A
7	FF	Praktyka zawodowa (24 tygodnie)	0	0	0	0	0	24	N		B
7	ZH	Prawne i etyczne aspekty inżynierii medycznej	15	0	0	0	15	1	N		A

7	FF	Projekt inżynierski	0	0	0	45	45	4	N		B
<b>Sumy za semestr: 7</b>			<b>30</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>45</b>	<b>75</b>	<b>30</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	
<b>SUMY ZA WSZYSTKIE SEMESTRY:</b>			<b>1005</b>	<b>465</b>	<b>840</b>	<b>255</b>	<b>2565</b>	<b>210</b>	<b>19</b>	<b>5</b>	

Legenda typu zajęć:

- A - obowiązkowy dla programu
- B - obowiązkowy dla programu z możliwością wyboru
- C - wybierany dla programu
- D - obowiązkowy dla specjalności
- E - wybierany dla specjalności
- F - fakultatywny

Uwaga, niezliczenie 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.

### 3.3. Zajęcia do wyboru

Poniżej przedstawione zajęcia są rozwinięciem tabeli z rozdziału 3.2.

Semestr	Jedn.	Nazwa zajęć	Wykład	Ćwiczenia/ Lektorat	Laboratorium	Projekt/ Seminarium	Suma godzin	Punkty ECTS	Egzamin	Oblig.
3	FF	Fizyka ośrodków ciągłych	15	15	15	0	45	4	T	
3	FF	Mechanika płynów	15	15	15	0	45	4	T	
3	ES	Struktury danych w medycynie	15	0	0	15	30	2	N	
3	ES	Systemy informatyczne w placówkach medycznych	15	0	0	15	30	2	N	
4	MK	Metody numeryczne w biomechanice	15	0	30	15	60	5	T	
4	MK	Podstawy biomechaniki z elementami CAD/MES	15	0	30	15	60	5	T	
4	FF	Podstawy chirurgii	15	30	0	0	45	3	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	30	0	0	45	3	N	
4	MK	Systemy CAD/CAM	15	0	30	0	45	4	N	
4	MK	Techniki RP	15	0	30	0	45	4	N	
4	CK	Technologie materiałowe w medycynie	15	0	15	0	30	2	N	
4	CK	Technologie materiałowe w technice	15	0	15	0	30	2	N	
5	FF	Grafika komputerowa	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	Modelowanie komputerowe	15	0	30	0	45	3	N	
5	FF	Podstawy akustyki i ochrona słuchu	15	15	0	0	30	2	N	
5	FF	Podstawy akustyki i protezowanie słuchu	15	15	0	0	30	2	N	
5	FF	Podstawy diagnostyki medycznej	15	0	30	0	45	3	N	
5	FF	Podstawy diagnostyki technicznej	15	0	30	0	45	3	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	4	N	
6	MK	Modelowanie 3D-CAD implantów	15	0	15	15	45	4	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, dozymetria	15	0	15	0	30	2	N	

### 3.4. Sposoby 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 studiów weryfikacja osiąganych 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.

Parametry wybranych metod weryfikacji efektów uczenia się

Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin	19
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie pisemnej	15
Liczba zajęć, w których wymagany jest egzamin w formie ustnej	3
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie pisemnej	32 godz.
Liczba godzin przeznaczona na egzamin w formie ustnej	3 godz.

Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do egzaminów i zaliczeń	324 godz.
Liczba zajęć, które kończą się zaliczeniem bez egzaminu	45
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie pisemnej	34 godz.
Liczba godzin przeznaczona na zaliczenie w formie ustnej	7 godz.
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do zaliczeń w trakcie semestrów na zajęciach ćwiczeniowych (bez zaliczeń końcowych)	91 godz.
Liczba zajęć, w których weryfikacja osiągniętych efektów uczenia się realizowana jest na podstawie obserwacji wykonawstwa (laboratoria)	34
Liczba laboratoriów, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie sprawdzianów w trakcie semestru	22
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach laboratoryjnych	131 godz.
Liczba zajęć projektowych, w których osiągane efekty uczenia się sprawdzane są na podstawie prezentacji projektu, raportu pisemnego, referatu pisemnego, referatu ustnego lub sprawozdania z projektu	11
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na wykonanie projektu/dokumentacji/raportu oraz przygotowanie do prezentacji	254 godz.
Liczba zajęć wykładowych, które wymagają odrębnego zaliczenia w formie pisemnej lub ustnej niezależnie od wymagań innych form zajęć tego modułu.	20
Szacowana liczba godzin, którą studenci powinni poświęcić na przygotowanie się do sprawdzianów realizowanych na zajęciach wykładowych.	103 godz.

Szczegółowe informacje na temat weryfikacji osiągniętych przez studentów efektów uczenia się znajdują się w kartach zajęć pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=H&K=IP&TK=html&S=1458&C=2019>

### 3.5. Treści programowe

Treści programowe (kształcenia) są zgodne z efektami uczenia się oraz uwzględniają aktualną wiedzę i jej zastosowania z zakresu dyscypliny lub dyscyplin, do których kierunku jest przyporządkowany, normy i zasady, a także aktualny stan praktyki w obszarach działalności zawodowej/ gospodarczej oraz zawodowego rynku pracy właściwych dla kierunku. Szczegółowy opis realizowanych treści programowych znajduje się w kartach zajęć, dostępnych pod adresem URL: <http://krk.prz.edu.pl/plany.pl?Ing=PL&W=H&K=IP&TK=html&S=1458&C=2019>, które stanowią integralną część programu studiów.

Aparatura medyczna	K_W03, K_W10, K_U01, K_U04, K_U09, K_U18, K_K01
• 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 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.	
Automatyka i robotyka w medycynie	K_W10, K_U01, K_U09, K_U18, K_K01, K_K04, K_K05
• Wprowadzenie do zagadnień automatyki i robotyki. • Synteza układów kombinacyjnych. • Synteza układów sekwencyjnych i sekwencyjno-czasowych. • Transmitancja operatorowa. Modelowanie obiektów sterowania. • Układy sterowania, struktury regulacyjne, schematy blokowe. • Podstawowe człony 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 jednorodne. • Planowanie trajektorii i programowanie robotów. • Manipulatory i roboty w medycynie. Roboty chirurgiczne.	
Biomateriały	K_W06, K_U09, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05
• Biomateriały - charakterystyka struktury, właściwości, sposoby wytwarzania, warunków eksploatacji oraz aplikacje medyczne. Materiały bioceramiczne. Biomateriały metalowe. Biopolimery. Biomateriały kompozytowe. Metody badań biomateriałów stosowanych w medycynie. • Właściwości mechaniczne materiałów medycznych. Analiza struktury biomateriałów kompozytowych. Badania właściwości biologicznych materiałów. • Zastosowania biomateriałów - wytwarzanie sprzętu i elementów aparatury medycznej oraz protez, implantów, elementów medycznych. Perspektywy rozwoju biomateriałów	
Chemia	K_W04, K_U09, K_K01
• Rozwój poglądów na budowę materii. Ilościowy opis substancji chemicznych. Nazewnictwo związków nieorganicznych. Teorie budowy atomów. Modele Thomasa, 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. Mieszanki. 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
• 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 lagranżowskiej 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 sklonowymiarowych. Drgania struny. • Drgania nieliniowe. Drgania chaotyczne.	
Egzamin dyplomowy	K_U03
• Egzamin pisemny	
Elementy inżynierii biomedycznej	K_W08, K_U09, K_K01
• Biopotencjały. Sygnał EKG - rodzaje odprowadzeń, wzmacniacz biologiczny, schemat budowy elektrokardiografu. Typowe zakłócenia wstępujące 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 Dopplerowski. • Fala tętna - parametry diagnostyczne, metody rejestracji fali tętna obwodowego, czujnik fotopletyzmoграфiczny, Pulsoksymetr. • Pomiar spirometryczny - definicje podstawowych wielkości stosowanych do oceny czynności płuc, budowa i zasada działania spirometru. Metody monitorowania ciągłości procesu oddychania.	

Endoprotezy, implanty i sztuczne narządy	K_W06, K_W08, K_W11, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Alloplastyka stawów kończyny górnej - staw barkowy, łokciowy, nadgarstkowy, stawy międzypaliczkowe. Alloplastyka stawu kolanowego oraz skokowego.</li> <li>• Alloplastyka stawu biodrowego. Zastosowanie protez modułowych w onkologii.</li> <li>• Implanty stosowane w traumatologii - druty, pręty, gwoździe.</li> <li>• Różnice w implantach stosowanych u dzieci, technika tytanowych zespołów elastycznie - stabilnych. Nowoczesne zespolenia płytkowe, stabilizatory zewnętrzne.</li> <li>• Implanty kręgosłupowe - stosowane w leczeniu złamań oraz deformacji rozwojowych - skoliozy i kifozy.</li> <li>• Nowoczesne implanty rosnące u dzieci.</li> <li>• Implanty międzytrzonowe kręgosłupa (cage, koszyki, protezy krążków międzykręgowych).</li> <li>• Stymulatory układu nerwowego i mięśniowego.</li> <li>• Implanty i protezy stomatologiczne, zespolenia żuchwy. Układy wspomagające pracę układu krążenia: pompy infuzyjne, rozruszniki i stymulatory serca, stenty. Sztuczne serce, sztuczne zastawki serca.</li> <li>• Środki techniczne stosowane w rehabilitacji układu kostno-stawowego i mięśniowego, urządzenia do rehabilitacji czynnej i biernej kończyny, pionizatory i parapodia.</li> <li>• Protezy kończyn górnych i dolnych. Stabilizatory i ortazy. Wózki inwalidzkie.</li> <li>• Cement kostny. Różnice w czasie wiązania i efekcie cieplnym.</li> <li>• Porównanie endoprotez stawu biodrowego - różnice budowy trzpienia i panewki.</li> <li>• Materiały dla inżynierii tkankowej.</li> <li>• Implanty stosowane w okulistyce.</li> <li>• Dializa i techniki dializacyjne.</li> </ul>	
Ergonomia. Bezpieczeństwo i higiena pracy	K_W13, K_U09, K_U16, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Regulacje prawne z zakresu ochrony pracy, w tym dotyczące: praw i obowiązków studentów i pracowników z zakresu bhp oraz odpowiedzialności za naruszenie przepisów i zasad bhp, wypadków oraz świadczeń z nimi związanych.</li> <li>• Obowiązki uczelni w zakresie zapewnienia bezpiecznych i higienicznych warunków nauki: wymagania bhp dotyczące budynków uczelni, wymagania dotyczące instalacji i urządzeń znajdujących w budynku uczelni.</li> <li>• Przedmiot i zakres badań bezpieczeństwa pracy i ergonomii.</li> <li>• Bezpieczeństwo w ujęciu systemowym (bezpieczeństwo jako cel zarządzania, jako obowiązek prawny, jako norma moralna).</li> <li>• Modele wypadków przy pracy (klasyczne modele wypadków, modele sytuacji wypadkowych, modelowanie zachowań człowieka w sytuacjach zagrożenia).</li> <li>• Statystyczne i behawioralne teorie bezpieczeństwa.</li> <li>• Ergonomiczne aspekty funkcjonowania układu człowiek-maszyna-otoczenie.</li> <li>• Ocena niezawodności układu: człowiek-komputer, kierowca-samochód, pilot-samolot jako rzeczywiste przypadki układu człowiek-maszyna.</li> <li>• Metody pomiaru uciążliwości pracy fizycznej dynamicznej i pracy fizycznej statycznej.</li> <li>• Badanie uciążliwości pracy umysłowej.</li> <li>• Niebezpieczne i szkodliwe czynniki związane z procesem i warunkami pracy.</li> <li>• Ocena ryzyka zawodowego na wybranym stanowisku pracy.</li> <li>• Ergonomia w kształtowaniu warunków pracy (wybrane zasady i zalecenia ergonomiczne w projektowaniu struktury przestrzennej stanowiska pracy, urządzeń wskaźnikowych i sterowniczych, procesów technologicznych, obiektów).</li> <li>• Czynniki ergonomiczne w organizacji pracy.</li> <li>• Ergonomiczna ocena maszyn i urządzeń oraz usprawnianie warunków pracy.</li> <li>• Zasady postępowania w razie wypadków i w sytuacjach zagrożenia (pożaru, awarii, itp.): zasady udzielania pomocy przedlekarskiej w razie wypadku, ochrona przeciwpożarowa (w tym ewakuacja) w uczelni.</li> <li>• Kolokwium zaliczeniowe</li> </ul>	
Fizyka I	K_W02, K_W03, K_U01, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> <li>• Transformacje Galileusza i Lorentza. Elementy szczególnej teorii względności</li> <li>• 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.</li> <li>• Stacjonarny prąd elektryczny, natężenie prądu. Pole magnetyczne prądu elektrycznego. Oddziaływanie pola magnetycznego na ładunki, siła Lorentza. Przewodnik z prądem w polu magnetycznym.</li> <li>• Elementy optyki geometrycznej: powstawanie obrazu, zjawiska odbicia i załamania światła, soczewki, przyrządy optyczne. Elementy optyki falowej: dyspersja, interferencja, dyfrakcja i polaryzacja światła.</li> </ul>	
Fizyka II	K_W02, K_W03, K_U01, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy teorii pola elektromagnetycznego. Prawo Gaussa. Prawo Ampera'a. Prawo indukcji Faradaya i reguła Lenza. Równania Maxwella</li> <li>• Fale elektromagnetyczne. Widmo fal. Energia fal elektromagnetycznych. Wektor Pointinga.</li> <li>• Mechanika kwantowa. Efekt fotoelektryczny. Natura światła. Falewy charakter materii. Równanie Schroedingera. Zasada nieoznaczoności Heisenberga. Model Bohra atomu wodoru. Własności atomów. Promieniowanie rentgenowskie</li> <li>• Przewodnictwo ciał stałych. Właściwości elektryczne ciał stałych. Poziomy energetyczne w kryształach. Półprzewodniki</li> <li>• Podstawy współczesnej relatywistycznej kwantowej teorii pola. Cząstki elementarne. Leptony i kwarki. Oddziaływania silne i słabe. Cząstki pośredniczące. Struny</li> <li>• Podstawy ogólnej teorii względności. Grawitacja. Czarne dziury. Kosmologia relatywistyczna</li> </ul>	
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"> <li>• Przedmiot, cel i zakres grafiki inżynierskiej. Podstawowe elementy podstawowe w geometrii wykreślnej. Metody odwzorowań w geometrii wykreślnej. Układ odniesienia, obrazy elementów podstawowych.</li> <li>• Elementy przynależne: punkt i prosta przynależne do siebie, prosta i płaszczyzna przynależne do siebie, punkt i płaszczyzna przynależne do siebie. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny. Elementy równoległe i prostopadłe: dwie proste równoległe, równoległość prostej i płaszczyzny, płaszczyzny równoległe, dwie proste prostopadłe, prostopadłość prostej i płaszczyzny, dwie płaszczyzny prostopadłe</li> <li>• Obroty i kłady: obrót punktu dookoła prostej rzutującej, kład i podniesienie z kładu płaszczyzny nierzutującej, znajdowanie rzeczywistych wielkości figur geometrycznych. Powinnowanie osiowe układów płaskich</li> <li>• Dokumentacja techniczna wyrobu: formaty arkuszy, tabliczki, podziałki, linie rysunkowe, pismo techniczne.</li> <li>• Rzutowanie na trzy wzajemnie prostopadłe rzutnie, rzuty prostokątne w osmiu obszarach, rzuty prostokątne na ściany sześcianu, amerykańska i europejska metoda rzutowania.</li> <li>• Wielościany: rzuty wielościanów, rozwinięcia wielościanów, punkty przebicia wielościanów prostą, przenikanie wielościanów</li> <li>• Powierzchnie: powierzchnie walcowe i stożkowe, przekroje powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni, rozwinięcia powierzchni, punkty przebicia powierzchni prostą, przenikanie powierzchni.</li> <li>• Aksonometria: prostokątna, ukośna, wojskowa, rzut cechowany.</li> <li>• Rzuty prostokątne w rysunkach technicznych, przedstawienie przedmiotów w widokach, przekrojach, kładach.</li> <li>• Ogólne zasady wymiarowania: wymiarowanie równoległe, szeregowe, mieszane, wymiarowanie od baz konstrukcyjnych, obróbkowych i pomiarowych, wymiarowanie kształtników w konstrukcjach stalowych.</li> <li>• Podstawowe wiadomości o tolerancjach i pasowaniach. Tolerowanie wymiaru, kształtu, położenia. Oznaczanie chropowatości i falistości powierzchni, powłok oraz obróbki cieplnej.</li> <li>• Rzuty Monge'a. Układ odniesienia. Obraz punktu, prostej. Określanie położenia prostej. Obraz płaszczyzny.</li> <li>• Elementy przynależne: punkt i prosta, prosta i płaszczyzna, punkt i płaszczyzna. Elementy wspólne: punkt wspólny dwóch prostych, prosta wspólna dwóch płaszczyzn, punkt wspólny prostej i płaszczyzny.</li> <li>• Obroty i kłady</li> <li>• Rzuty prostokątne na ściany sześcianu.</li> <li>• Rzuty prostokątne na ściany sześcianu cd.</li> <li>Praca domowa: przenikanie figur geometrycznych</li> <li>• Przekroje proste: na podstawie rysunku aksonometrycznego i/lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca domowa: pismo techniczne</li> <li>• Przekroje złożone stopniowe.</li> <li>• Przekroje złożone łamane.</li> </ul>	
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"> <li>• Wykorzystanie programu AutoCAD w rysunku technicznym; omówienie ogólnie programu, menu, myszka, linia poleceń, skróty klawiszowe, przyciski na belce stanu, wybór elementów, układy współrzędnych, warstwy, ustawienia rysunkowe.</li> <li>• Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie gwintów i połączeń gwintowych</li> <li>• Rysowanie, wymiarowanie, tolerowanie połączeń nitowych, spawanych, zgrzewanych, lutowanych, klejonych</li> <li>• Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie połączeń wpustowych, wielowypustowych, sprzęgieł, hamulców, sprężyn.</li> <li>• Rysowanie przekładni pasowych i zębatych. Rysowanie, wymiarowanie i tolerowanie wału, koła pasowego koła zębatego</li> <li>• Rysowanie i wymiarowanie uszczelnień i łożysk.</li> <li>• Schematy mechaniczne, hydrauliczne, pneumatyczne, elektryczne</li> <li>• Wykonanie rysunku przekroju prostego, stopniowego, łamanego wraz z wymiarowaniem na podstawie modelu lub rysunku w rzutach prostokątnych. Praca kontrolna nr 1 - krzywe płaskie.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu rzeczywistego. Wprowadzenie chropowatości powierzchni. Wprowadzenie tolerancji wymiarowych.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: element z gwintem. Praca kontrolna nr 2 - połączenia śrubowe.</li> <li>• Wykonanie rysunku na podstawie modelu: tarcza/tuleja. Wprowadzenie tolerancji geometrycznych.</li> <li>• Wykonanie rysunku złożeniowego zespołu</li> <li>• Na podstawie rysunku złożeniowego wykonanie rysunków wykonawczych wybranych części</li> <li>• Rysunek odręczny.</li> <li>• 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.</li> </ul>	
Informatyczne systemy zarządzania treścią CMS	K_W09, K_U09, K_U13, K_K01, K_K04, K_K05



<ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do systemu zarządzania treścią Joomla, architektura systemu Joomla. Przegląd wybranych witryn funkcjonujących w oparciu o ten system.</li> <li>Pobieranie i instalowanie systemu Joomla, wymagania techniczne dotyczące serwera.</li> <li>Przegląd systemu Joomla. Wprowadzenie do struktury organizacyjnej treści, struktury Menu. Szablon domyślny witryny. Moduły i ich pozycje.</li> <li>Konfigurowanie witryny, zarządzanie treścią i użytkownikami, praca z edytorami i multimediami</li> <li>Praca z komponentami, modułami i dodatkami. Menadżer reklam, banerów.</li> <li>Korzystanie z komponentu zarządzanie katalogiem zakładek</li> <li>Dostosowanie i wzbogacanie systemu. Przegląd szablonów domyślnych. Wyszukiwanie dostępnych szablonów. Narzędzia do tworzenia własnych szablonów.</li> <li>Konserwacja witryny. Tworzenie kopii bezpieczeństwa</li> <li>Tworzenie własnego projektu witryny</li> </ul>	
Język angielski	K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Mieszkanie, rodzina, współlokatorzy. Wyrażenia opisujące osobowość. Zadawanie pytań. Mówienie, słuchanie.</li> <li>Wyrażenia używane w nieformalnych e-mailach. Poprawianie błędów. Pisanie: e-mail do przyjaciela.</li> <li>Uczucia i wydarzenia, które je powodują. Przymiotniki, których nie można stopniować. Słowotwórstwo: rzeczowniki. Test osobowości. Czytanie, mówienie, słuchanie. Gramatyka: Present Perfect</li> <li>Ogłoszenia i reklamy. Grzeczne pytania i odpowiadanie na nie. Czytanie, słuchanie, mówienie.</li> <li>Opis wydarzeń pierwszego dnia (np. w pracy). Ćwiczenie mówienia. Pisanie: streszczenie</li> <li>Problemy społeczne. Rzeczowniki i czasowniki o tej samej formie. Gramatyka: Present Perfect.</li> <li>Zapobieganie przestępczości, proponowanie i omawianie rozwiązań. Gramatyka: strona bierna.</li> <li>Wyrażenia stylu formalnego. Pisanie listu formalnego (reklamacja)</li> <li>Wycinki prasowe. Wyrażanie opinii. Przymiotniki wyrażające opinię. Czytanie i mówienie.</li> <li>Szczęście a pieniądze. Ankieta dotycząca szczęścia. Czytanie i mówienie. Pisanie: wypowiedź na stronie internetowej</li> <li>Gry. Wyrażenia opisujące zachowanie. Zwyczaje z przeszłości. Zachowanie, które nas denerwuje. Gramatyka: would/used to. Mówienie.</li> <li>Czynności czasu wolnego. Nauka słownictwa. Mówienie Pisanie: Rozprawka.</li> <li>Miejsca, do których wyjeżdża się na wakacje. Wyrażanie przyszłości. Wakacje (transport, zakwaterowanie, rozrywki). Rzeczowniki niepoliczalne i policzalne.</li> </ul>	
Język angielski	K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Rytuály i zachowania typowe dla różnych kultur. Pisanie: opis „rodzinnego rytuału”.</li> <li>Program telewizyjny o mowie ciała.</li> <li>Pamięć – co i jak pamiętamy. Prześpiewstwa i przestępcy. Nasze zachowanie wobec przestępstw. Gramatyka: ing form i bezokoliczniki z czasownikami typu remember i stop.</li> <li>Synonimy. Czasowniki, które występują z przymkami. Prześpiewstwa. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> <li>Jak być bezpiecznym na wakacjach?. Unikanie powtórzeń. Pisanie: ulotki z poradami.</li> <li>Prześpiewstwa. Zgłaszanie przestępstw. Problemy. Parafrazowanie swoich wypowiedzi.</li> <li>Zwykli ludzie w niezwykłych sytuacjach. Przedmioty niezbędne na tratwie ratunkowej. Pisanie: opis niebezpiecznej przygody</li> <li>Język specjalistyczny: Terminologia i symbole matematyczne. Podstawowe operacje matematyczne.</li> <li>Język specjalistyczny: Ułamki, pierwiastki, potęgi, logarytmy</li> <li>Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego.</li> <li>Powtórzenie materiału do egzaminu pisemnego.</li> <li>Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.</li> <li>Ćwiczenie mówienia - przygotowanie do egzaminu ustnego.</li> </ul>	
Język angielski	K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Plany na przyszłość. Optymizm i pesymizm. Gramatyka: czasy przyszłe (Future Perfect, Future Continuous)</li> <li>List do samego siebie. Zdania wyrażające cel.</li> <li>Kolokacje. Przekonywanie. Prośba o wyjaśnienie.</li> <li>Kolokacje. Długość życia. Dyskusja klasowa. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym.</li> <li>Telewizja. Rodzaje programów telewizyjnych. Interesujące fakty dotyczące telewizji. Czasowniki złożone.</li> <li>Wydarzenia prawdziwe i zmyślone. Kwestionariusz. Gramatyka: mowa zależna</li> <li>Rozprawka wyrażająca opinię</li> <li>Prasa. Gazety typu tabloid i broadsheet. Emfaza. Zgadzywanie, wyrażanie przypuszczeń.</li> <li>Błędy w prasie i telewizji. Opis wydarzenia lub informacji. Pisanie: artykuł z opisem wydarzenia.</li> <li>Trudne sytuacje – artykuły prasowe. Kolokacje. Decyzje, które było trudno podjąć. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>Uczucia. Zegar biologiczny. Kwestionariusz: Are you a lark or owl? Podejścia do czasu. Gramatyka: forma -ing i bezokoliczniki.</li> <li>Idiomy dotyczące czasu. Styl nieformalny. Pisanie: artykuł w stylu nieformalnym.</li> <li>Zachowanie – przymiotniki. Porady dt. zachowania w delikatnych sytuacjach. Rozwiązywanie niezręcznych sytuacji.</li> </ul>	
Język angielski	K_U06, K_U08, K_U09, K_U11, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>Quizy i konkursy. Opisywanie reguł, zasad działania. Uzyskiwanie informacji. Czasowniki.</li> <li>Niezwykłe doświadczenia. Udzielanie rekomendacji. Pisanie: wypowiedź na forum internetowym</li> <li>Opowiadania. Powiedzenia. Relacjonowanie wydarzeń z przeszłości, anegdoty. Gramatyka: czasy przeszłe.</li> <li>Opowiadanie. Opisywanie doświadczeń i wydarzeń z przeszłości.</li> <li>Zyczenia i skargi. Czasowniki złożone. Gramatyka: wish/if only.</li> <li>Czytelnictwo. Książki, których nie czytaliśmy. To, co lubimy i czego nie lubimy. Streszczenie książek. Ulubione książki</li> <li>Ulubiona scena z filmu. Pisanie: opis ulubionej sceny</li> <li>Najgorsze wynalazki ludzkości. Rowery. Zmiana (change). Rzeczowniki złożone. Gramatyka: articles.</li> <li>Wpływ reklam na nasze zachowanie. Zasady tworzenia reklam. Gramatyka: zdania warunkowe.</li> <li>Reklamy i marketing. Pisanie: Raport, porównywanie.</li> <li>Burza mózgów. Przymiotniki. Sugerowanie, proponowanie. Podchodzenie do pomysłów z rezerwą.</li> <li>Geniusze. Prezentacja nowego produktu. Pisanie: ulotka z opisem produktu.</li> <li>Wyrażenia ze słowem age. Ludzie w różnym wieku i ich zachowanie. Słowotwórstwo – tworzenie rzeczowników. Gramatyka: czasowniki modalne.</li> </ul>	
Języki programowania i struktury danych	K_W09, K_U02, K_U03, K_U09, K_U14, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Bezpieczeństwo i higiena pracy na stanowisku komputerowym. Podstawowa konfiguracja oraz interfejs użytkownika w wybranych środowiskach programistycznych. Typy danych w językach programowania. Formatowane wejście/wyjście.</li> <li>Operatory, wyrażenia, instrukcje. Instrukcje sterujące.</li> <li>Instrukcje wejścia/wyjścia. Funkcje</li> <li>Tablice, wskaźniki, łańcuchy znakowe, elementarne struktury danych.</li> <li>Obsługa plików, klasy zmiennych, struktury, moduły.</li> <li>Manipulacje na bitach, preprocesor, biblioteki.</li> <li>Zaawansowane reprezentacje danych i ich zastosowanie do tworzenia baz danych.</li> </ul>	
Laboratorium: elektromagnetyzmu i optyki	K_W02, K_W03, K_U01, K_U02, K_U03, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>Wyznaczenie kształtu powierzchni ekwipotencjalnych pola elektrostatycznego, Wyznaczenie pojemności kondensatora i stałej czasowej obwodu z krzywej rozładowania kondensatora, Wyznaczenie temperaturowego współczynnika rezystancji metali, Cechowanie termopary, Sprawdzanie praw elektrolizy Faradaya, Wyznaczenie indukcyjności cewki i pojemności kondensatora w obwodzie prądu zmiennego, Wyznaczenie energii aktywacji przewodnictwa materiałów półprzewodnikowych, Charakterystyki diody półprzewodnikowej, Zdejmowanie charakterystyk tranzystora, Badanie pola magnetycznego solenoidu, Wyznaczenie ładunku właściwego e/m elektronu, Pomiar prędkości wyjściowej elektronów metodą napięcia hamującego, Wyznaczenie zależności przenikalności elektrycznej od temperatury dla kryształów ferroelektrycznych</li> <li>Wyznaczenie natężenia nieznanego źródła światła za pomocą fotometru. Zjawisko fotoelektryczne wewnętrzne. Wyznaczenie charakterystyki fotooporu. Wyznaczenie współczynnika sprawności świetlnej źródła światła. Wyznaczenie względnego współczynnika załamania światła dla przezroczystego ośrodka przy pomocy mikroskopu. Sprawdzanie prawa Malusa. Wyznaczenie rozkładu natężenia światła spolaryzowanego. Wyznaczenie stałej siatki dyfrakcyjnej. Badanie widma emisyjnego gazów. Wyznaczenie nieznanych długości fal. Wyznaczenie ogniskowej soczewki metodą Bessela. Dyfrakcja światła na szczelinie. Wyznaczenie promienia krzywizny soczewki metodą pierścieni Newtona. Wyznaczenie stałej Rydberga, energii jonizacji i masy zredukowanej z widma atomu wodoru. Wyznaczenie współczynnika załamania cieczy. Sprawdzanie działania interferometru Michelsona. Wyznaczenie długości fali światła lasera półprzewodnikowego. Pochanianie światła w cieczy. Wyznaczenie stałej Plancka.</li> </ul>	
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"> <li>Rachunek niepewności</li> <li>Wyznaczenie prędkości lotu pocisku za pomocą wahała balistycznego</li> <li>Wyznaczenie przyspieszenia ziemskiego za pomocą wahała rewersyjnego</li> <li>Badanie ruchu tłumionego</li> <li>Pomiar lepkości cieczy metodą Stokesa</li> <li>Pomiar momentu bezwładności koła Maxwella</li> <li>Sprawdzanie II zasady dynamiki Newtona dla ruchu obrotowego brył</li> <li>Wyznaczenie częstotliwości drgań widełek stroikowych metodą pomiaru częstości dudnienia</li> <li>Wyznaczenie długości oraz częstotliwości fali akustycznej</li> <li>Badanie parametrów fali głosowej metodą rezonansu w rurze otwartej</li> <li>Badanie centralnych zderzeń sprężystych i niesprężystych</li> <li>Wyznaczenie współczynnika tarcia toczonego</li> <li>Badanie rozkładu niepewności pomiarowych w pomiarach okresu wahań wahała</li> <li>Badanie anharmoniczności wahała fizycznego lub matematycznego</li> <li>Wyznaczenie momentów bezwładności brył sztywnych za pomocą wahała skrętnego</li> </ul>	
Laserowe 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"> <li>Lasery technologiczne - zasady działania</li> <li>Przepisy BHP przy pracy z laserami</li> <li>Nieliniowe oddziaływanie wiązek laserowej</li> <li>Oddziaływanie promieniowania laserowego z materią</li> <li>Ogrzewanie laserowe</li> <li>Cięcie laserowe</li> <li>Grawerowanie materiałów</li> </ul>	
Matematyczne podstawy mechaniki	K_W01, K_W05, K_U01, K_U04, K_U05, K_U09, K_K01

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liczby zespolone, działania arytmetyczne w ciele liczb zespolonych, wzór de Moivre'a. Funkcje elementarne. • Pochodna cząstkowa. Analiza wektorowa: operacje różniczkowe na polach skalarnych, wektorowych w kartezjańskim układzie współrzędnych. • Podstawy rachunku tensorowego. Skalary i wektory, tensory 2-go rzędu, tensory dowolnego rzędu. Delta Kroneckera, symbol Levi-Civita. Działania na tensorach: transpozycja, symetryzacja, antysymetryzacja, kontrakcja. • Krzywoliniowe układy współrzędnych. Tensor metryczny. Współczynniki Lamego. Operatory różniczkowe w krzywoliniowych układach ortogonalnych. • Przykłady tensorów 2-go i 4-rzędu w mechanice. Tensor momentu bezwładności. Tensory naprężeń i odkształceń. Tensor sztywności. Elementy teorii sprężystości.</li> </ul>
Matematyka I	K_W01, K_U03, K_U09, K_K01
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>
Matematyka II	K_W01, K_U03, K_U09, K_K01
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Liczby zespolone, wielomiany zespolone • Macierze: działania na macierzach, wyznacznik z macierzy, macierz odwrotna, rząd macierzy • Rozwiązywanie układów równań liniowych: twierdzenie Cramera, twierdzenie Croneckera-Capelliego. • Geometria analityczna w przestrzeni: wektory, iloczyn skalarny, wektorowy i mieszany, równanie prostej i płaszczyzny. • Rozwiązywanie równań różniczkowych zwyczajnych rzędu pierwszego.</li> </ul>
Materiałoznawstwo	K_W06, K_U02, K_U09, K_U12, K_U17, K_K01, K_K04, K_K05
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Klasyfikacja, właściwości i zastosowanie materiałów inżynierskich • Idealna budowa kryształów • Rzeczywista budowa kryształów • Budowa fazaowa materiałów metalicznych • Mechanizm odkształcenia plastycznego • Zgniot i rekrytalizacja • Przemiany fazowe w stanie stałym • Obróbka cieplna i cieplno-chemiczna • Stopy żelaza • Stopy aluminium • Stopy miedzi • Idealna budowa kryształów • Rzeczywista budowa kryształów • Zgniot i rekrytalizacja • Badania mikrostruktury metodą mikroskopii świetlnej • Badania mikrostruktury metodą mikroskopii elektronowej (SEM, TEM) • Badania składu chemicznego i fazowego • Obróbka cieplna stopów metali • Obróbka cieplno-chemiczna stopów metali • Badania mikrostruktury stopów żelaza • Badania mikrostruktury stopów aluminium • Badania mikrostruktury stopów miedzi • Zaliczenie</li> </ul>
Mechanika	K_W02, K_W05, K_U01, K_U04, K_U09, K_K01
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 bieguny i osi. Moment siły wypadkowej, zmiana bieguny momentu. Teoria par sił. Konstrukcja Poincota. • 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, różniczkowe równania ruchu. Drgania układu o jednym stopniu swobody, modele dyskretne, drgania swobodne i wymuszone. Częstotliwość drgań własnych, rezonans drgań, charakterystyka amplitudowo-częstotliwościowa i fazowo-częstotliwościowa. • 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 bieguny 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 ruchu postępowego i obrotowego ciała. • Kinematyka ruchu płaskiego ciała, wektor prędkości i przyspieszenia wybranego punktu ciała • Drgania wzdłużne, giętne, skrętne układu dyskretnego, częstości własne. • Sztywność 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 układu ciał, twierdzenie o energii.</li> </ul>
Metoda elementów skończonych w inżynierii medycznej	K_W05, K_W09, K_U02, K_U03, K_U09, K_U14, K_K01, K_K05
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. • Wprowadzenie do systemu obliczeniowego MES. Omówienie poszczególnych modułów programu. • Tworzenie modeli geometrycznych i dyskretnych, zadawanie warunków brzegowych, obciążenia, wprowadzanie danych materiałowych. • Prowadzenie obliczeń i analiza oraz interpretacja otrzymanych wyników. • Analiza stanu naprężeń i odkształceń układu prętowego - odniesienie do inżynierii medycznej. • Analiza stanu naprężeń i odkształceń układu belkowego oraz układu bryłowego - odniesienie do inżynierii medycznej. • Modelowanie i analiza naprężeń i odkształceń układu kostnego człowieka oraz implantów. • Analiza wytrzymałościowa pracy kręgosłupa. • Symulacja przepływu krwi w żyłach. • Drgania własne wybranego elementu układu kostnego.</li> </ul>
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
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie - fizyczne metody badań w technice i medycynie. Metody badań nieniszczących w technice i medycynie. Metody badania wpływu czynników fizycznych na organizmy. Diagnostyka techniczna i medyczna. • Spektroskopowe metody badań, w tym rentgenowska (X) i spektroskopia promieniowania jądrowego. Ultradźwiękowe metody diagnostyki, leczenia i terapii. • Metody obrazowania w medycynie i technice. Tomograficzne metody obrazowania, magnetyczny rezonans jądrowy (MR), pozytonowa tomografia emisyjna (PET). • Radiodiagnostyka i radioterapia, leczenie izotopami promieniotwórczymi. Detekcja i rejestracja sygnałów bioelektrycznych. Termoterapia i krioterapia.</li> </ul>
Metody numeryczne	K_W09, K_W14, K_U01, K_U04, K_K01, K_K05
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 rozwiązywania równań nieliniowych. Metody połowienia, kolejnych przybliżeń, Newtona, siecznych. Metody rozwiązywania układów równań nieliniowych • Aproksymacja funkcji. Interpolacyjne wielomiany Lagrange'a i Newtona. Oszacowanie błędów wielomianu interpolacyjnego. Metoda najmniejszych kwadratów • Całkowanie numeryczne. Kwadratury Newtona-Cotesa. Wzory prostokątów, trapezów, Simpsona. Kwadratury złożone • Metody numerycznego rozwiązania zagadnienia początkowego dla równań różniczkowych zwyczajnych. Metody szeregów Taylora, Rungego-Kutty</li> </ul>
Metrologia optyczna własności mechanicznych	K_W02, K_W03, K_W05, K_U01, K_U02, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wielkości mechaniczne stosowane w inżynierii medycznej i jednostki • Czujniki optoelektroniczne - podstawy fizyczne • Parametry geometryczne wiązki laserowej • Własności wiązki laserowej • Zasada działania lasera • Dyfraktometria • Interferometria • Interferometria holograficzna</li> </ul>
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
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>

Definiowanie materiału i parametrów przedmiotu. • Arkusze rysunkowe. Rysunek techniczny - rzuty, przekroje, wyrwania, widok szczegółów, wymiarowanie. Konfiguracje elementów. Szkice 3D. • Złożenia – wstawianie części i podzłóżeń, wiązania w złożeniach, symulacja pracy. Rysunek złożeniowy – rzuty, wyrwania, przekroje, odnośniki, lista części. • Modelowanie analizy MES dla prostego przykładowego urządzenia. • Animacja montażu urządzenia, symulacja jego pracy. • Konstrukcje blaszane. Konstrukcje spawane. Modelowanie powierzchniowe • Prezentacja projektu • Podsumowanie. Zaliczenie części praktycznej	
Narzędzia wspomagania obliczeń inżynierskich I	K_W09, K_U02, K_U03, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
• Zapoznanie studentów z kartą przedmiotu i wymaganiami. Historia pakietów CAS - przykłady, MAXIMA/MATLAB jako kalkulator (podstawowe operacje matematyczne), wyrażenia i funkcje. • Różniczkowanie, pochodne cząstkowe, obliczanie całek oznaczonych i nieoznaczonych • Równania różniczkowe zwykłe, układy równań różniczkowych, transformata Laplace'a • Upraszczanie i rozwijanie wyrażań, działania na wielomianach • Równania i układy równań, operacje na listach, tablicach i macierzach • Funkcje graficzne, wykresy funkcji 2D i 3D, programowanie, operacje wejścia i wyjścia • Szybka transformata Fouriera, analiza widmowa, akwizycja i przetwarzanie danych pomiarowych • MAXIMA/MATLAB jako zaawansowany kalkulator • Funkcje, obliczanie granic funkcji, pochodnych, rysowanie prostych wykresów • Badanie funkcji • Funkcje wielu zmiennych, obliczanie pochodnych cząstkowych, całki oznaczone i nieoznaczone • Działania na wielomianach, równania i układy równań • Równania różniczkowe i układy równań różniczkowych • Operacje na listach, tablicach • Rachunek macierzowy - zastosowania • Modelowanie - równania ruchu - oscylator harmoniczny • Pakiety graficzne (wizualizacja danych i obliczeń) • Operacje na plikach, wykresy funkcji dyskretnych • Skrypty w MAXIMIE, tworzenie własnego programu - rozwiązywanie problemów matematycznych	
Narzędzia wspomagania obliczeń inżynierskich II	K_W09, K_U02, K_U03, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
• Zapoznanie studentów z kartą przedmiotu i wymaganiami. Prezentacja możliwości środowiska Matlab w zastosowaniach inżynierskich. • Wprowadzenie do składni Matlab, 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. • Równania różniczkowe - przykłady rozwiązań problemów inżynierskich (np. oscylator harmoniczny, przepływ ciepła, drgania 1D i 2D). • Zaawansowane konfiguracje grafiki 2D i 3D - praca z danymi wejściowymi. • Przygotowanie skryptów do obliczeń wielowątkowych, analiza czasowa wybranych problemów numerycznych w rozwiązaniach jedno i wielowątkowych. • Rysowanie schematów blokowych i rozwiązywanie problemów inżynierskich z wykorzystaniem Simulink. • Kompleksowana analiza wybranych problemów inżynierskich z wykorzystaniem - równań różniczkowych, całkowych, praca z układami równań liniowych i nieliniowych i nieliniowych, szybka transformata Fouriera, obliczenia granic i pochodnych funkcji, funkcje jednej i wielu zmiennych, rachunek macierzowy. Tworzenie własnych programów.	
Ochrona własności intelektualnej	K_W13, K_W14, K_U09, K_K01, K_K02, K_K06
• 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. Szczegółne 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. Dochodzenie roszczeń z tytułu naruszenia praw własności przemysłowej – naruszenie własności przemysłowej, 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 now-how. • 8. Kolokwium zaliczeniowe.	
Podstawy elektrotechniki i elektroniki	K_W07, K_U01, K_U02, K_U09, K_U12, K_U18, K_K01, K_K04, K_K05
• 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, wskaźy, związki między prądem i napięciem na rezystorze, cewce i kondensatorze, Impedancja, admittance, kąta fazy. 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-wskaźy, 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. Transzystory, 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. Transztor bipolarny – wyznaczanie charakterystyk, układy polaryzacji. 5. Transztor unipolarny – charakterystyki w różnych układach pracy, układy polaryzacji. 6. Badanie elementów przełączających: tyrystor, triak. 7. Badanie elementów optoelektronicznych.	
Podstawy konstrukcji maszyn	K_W05, K_W06, K_W11, K_U01, K_U02, K_U04, K_U09, K_U10, K_U15, K_K01
• 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 łożyskowania - ruchomy wałek, ruchoma obudowa. Łożyska ślizgowe. Definicje, podziały, obliczenia wytrzymałościowe • Sprzęgła. Definicja, podziały, konstrukcja. Obliczanie podstawowych wymiarów sprzęgieł. • Przekładnie mechaniczne: cierne, pasowe, łańcuchowe, zębate. Definicje, obliczanie, konstrukcja. • Projekt I.: Zaprojektować węzeł kratownicy wykorzystując połączenie spawane oraz śrubowe. Schemat i dane indywidualne. Zadania do wykonania: 1) analiza obciążań 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
• Ujęcie historyczne rehabilitacji. Podstawowe pojęcia w niepełnosprawności. Definicje rehabilitacji. • Kinezylogia jako nauka o ruchu człowieka. Układ ruchu człowieka i jego funkcje. Układ ruchu człowieka jako biomechanizm. Następstwa długotrwałego unieruchomienia. • Patologie i dysfunkcje układu ruchu człowieka. Wsparcie inżynierskie w leczeniu i rehabilitacji układu ruchu człowieka. • Urządzenia stosowane w kinezyterapii i fizyoterapii. Rozwiązania konstrukcyjne i materiałowe stosowane w zaopatrzeniu ortopedycznym - aparaty	

ortopedyczne, ortozy, protezy, egzoszkielety. • Diagnostyka - czynnościowe badanie układu ruchu. Urządzenia i systemy do analizy ruchu człowieka. • Sport osób niepełnosprawnych jako forma rehabilitacji - zagadnienia inżynierskie w sporcie osób niepełnosprawnych.	
Praktyka zawodowa (24 tygodnie)	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_K07
• Prawo ochrony zdrowia: wprowadzenie do prawa, źródła prawa, przedmiot regulacji prawa, charakterystyka podmiotów prawa. • Etyka pracy - prawa i obowiązki pracowników • Prawa i obowiązki: pacjenta i personelu medycznego. • Etyczne granice badań naukowych • Elementy prawa administracyjnego: decyzje administracyjne, odwołania, skargi. • Elementy prawa gospodarczego i finansowego w powiązaniu z prowadzeniem działalności leczniczej. • Elementy analizy etycznej • Regulacje prawne dotyczące prowadzenia badań naukowych: eksperyment naukowy, eksperyment medyczny, rola i zadania Komisji Bioetycznej. • Elementy prawa wynalazczego oraz autorskiego. Ochrona własności intelektualnej • Kodeks etyczny w zawodzie fizjoterapeuty oraz innych fachowców pracowników ochrony zdrowia. • Elementy prawa karnego: odpowiedzialność karna pracowników służby zdrowia. • Zmiany w aktach prawnych związanych z opieką zdrowotną i ochroną zdrowia.	
Projekt inżynierski	K_W05, K_W11, K_W14, K_U01, K_U03, K_U05, K_U06, K_U09, K_U10, K_U14, K_U15, K_K01, K_K05, K_K07
• Zapoznanie się z fachową literaturą dotyczącą rozwiązywanego zagadnienia. • Analiza istniejących i podobnych rozwiązań w zakresie opracowywanego problemu. • Planowanie, dobór odpowiednich metod do rozwiązania zagadnienia. • Rozwiązanie zadanego problemu i pisemne opracowanie zagadnienia • Udokumentowanie projektu w formie pisemnej oraz prezentacji. Prezentacja Projektu	
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. • Łącze 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, multiplexery, demultiplexery 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. przerwanie (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_K07
• Naprężenie, 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, wyłaczanie, 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, płaszczyzn 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 oporowe. Zgrzewanie tarciove. • Odlewnictwo. Tworzenie odlewu w formie. Rodzaje technologii odlewniczych. Odlewanie do form piaskowych. Odlewanie kokilowe. • Wyznaczanie przebiegu krzywych umocnienia odkształceniowego metali. Prowadzący: Tomasz Trzepieciński • Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie wykrawania krążków z blach. Prowadzący: Tomasz Trzepieciński • Wyznaczanie podstawowych zależności w procesie gięcia blach (wyznaczanie charakterystyki gięcia i wielkości sprężynowania podczas wyginania pod kątem 90°). Prowadzący: Tomasz Trzepieciński • Kształtowanie wyłoczek cylindrycznych (wyznaczanie optymalnej siły docisku, granicznego współczynnika odkształcenia). Prowadzący: Tomasz Trzepieciński • Spęczanie walców w procesie kucia swobodnego - wyznaczanie energii uderzenia bijaka, prędkości odkształcenia, nacisków jednostkowych, stopnia odkształcenia. Prowadzący: Tomasz Trzepieciński • Analiza procesu walcowania pasków blach. Prowadzący: Tomasz Trzepieciński • Przykłady zastosowania metody elementów skończonych do analizy wybranych procesów przeróbki plastycznej metali. Prowadzący: Tomasz Trzepieciński • Łączenie blach w procesie FSW. Analiza sił zgrzewania oraz wpływu parametrów procesu na jakość złącza. Prowadzący: M. Zwolak / P. Myśliwiec • Łączenia blach w procesie nitowania. Porównanie właściwości mechanicznych złączy nitowych do zgrzein FSW Prowadzący: M. Zwolak / P. Myśliwiec • Struktura geometryczna powierzchni – pomiary chropowatości powierzchni metodą stykową i optyczną. Prowadzący: M. Zwolak / P. Myśliwiec • Obróbka ubytkowa: Toczenie – analiza wpływu parametrów technologicznych procesu na chropowatość obrobionych powierzchni. Prowadzący: M. Zwolak / P. Myśliwiec • Obróbka ubytkowa: Frezowanie – analiza wpływu parametrów technologicznych procesu na wartości sił składowych skrawania. Prowadzący: M. Zwolak / P. Myśliwiec • Obróbka ubytkowa: Frezowanie – analiza wpływu parametrów technologicznych procesu na chropowatość obrobionych powierzchni. Prowadzący: M. Zwolak / P. Myśliwiec • Obróbka elektroerozyjna – analiza wpływu parametrów technologicznych procesu na chropowatość obrobionych powierzchni. Prowadzący: M. Zwolak / P. Myśliwiec	
Wstęp do anatomii człowieka	K_W08, K_U09, K_K01
• Wprowadzenie do anatomii • Kośćciec człowieka • Układ mięśniowy • Wprowadzenie do układu nerwowego • Centralny układ nerwowy • Powłoka wspólna i narządy zmysłów • Układ naczyniowy • Układ pokarmowy i oddechowy • Układ wewnętrzwydzielniczy • Układ wydalniczy i rozrodczy	
Wychowanie fizyczne	K_U09, K_K01
• Zapoznanie z zasadami udziału w zajęciach i warunkami uzyskania 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
• 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, przytupienie, 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_W06, K_U01, K_U03, K_U09, K_U10, K_K01, K_K07
• 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, współczynniki 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 wybočenja. • Charakterystyki geometryczne figur płaskich • Rozciąganie i ściskanie prętów prostych, układy prętów, 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. • Wybočenje pręta.	

Treści programowe w zajęciach wybieranych przez studentów.

Elementy fizyki jądrowej, ochrona radiologiczna	K_W02, K_U01, K_U02, K_U09, K_U12, K_K01, K_K04, K_K05
• Atom • Jądro atomowe, modele jądra atomowego • Synteza i rozszczepienie jądra atomowego, energia jądrowa • Radioaktywność • Oddziaływanie promieniowania gamma z materią, z materia żywną, dawki • Oddziaływanie cząstek elementarnych z materią, z materią żywną • Detekcja promieniowania jądrowego • Zastosowanie promieniowania jądrowego w technice • Zastosowanie promieniowania jądrowego w medycynie	
Fizyka ośrodków ciągłych	K_W01, K_W02, K_U02, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
• Ciecz doskonała. Równanie ciągłości dla cieci. Równanie Eulera. Hydrostatyka. Równanie Bernoulliego. Lepkość cieci. Równanie ruchu lepkiej cieci. • Elektrostatyka ośrodków przewodniczących. Równania Maxwella dla pola elektrycznego w metali. Energia pola elektrostatycznego. • Elektrostatyka izolatorów. Przenikalność elektryczna w izolatorach. Właściwości 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. Właściwości magnetyczne nadprzewodników. Efekt Meissnera. Równania Londonów. Mechanizm nadprzewodnictwa. Prąd nadprzewodnictwa. Nadprzewodnik w polu magnetycznym. • Fale elektromagnetyczne w izolatorach. Równania pola elektromagnetycznego w kryształach. Funkcja dielektryczna. Energia pola elektromagnetycznego.	
Grafika komputerowa	K_W09, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
• 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, wybieranie i informacje zwrotne. • Krzywe i powierzchnie w reprezentacji parametrycznej. • Metody animacji.	
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 implantoprotektyki 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	
Mechanika płynów	K_W02, K_W05, K_U01, K_U03, K_U09, K_K01, K_K05
• Pojęcia podstawowe: lepkość, ciśnienie, temperatura, ściśliwość płynu. Wiskozymetry. Pomiar lepkości cieczy. Kinematyka płynu. Linie prądu i linie wirowe. Zasada zachowania masy. Siły masowe, powierzchniowe, tensor naprężeń. Dynamika płynu doskonałego: zasada zachowania pędu: równanie Bernoulliego. Parcie hydrostatyczne. ciśnienie statyczne i dynamiczne. Pomiar prędkości i ciśnienia. Dyfuzja płynu. Prawa Ficka. • Całkowa postać zasady zachowania pędu. Reakcja hydrodynamiczna. Zastosowania: maszyny przepływowe: pompy i turbiny hydrauliczne. Równanie Eulera maszyny wirnikowej. Charakterystyki. Moc maszyny hydraulicznej. Turbina Peltona. Pompa odśrodkowa, Sprawność pompy. Wyznaczanie charakterystyki pompy. • Ruch płynu rzeczywistego I: uogólniona hipoteza Newtona. Siły działające na opływane ciało: nośna i oporu. Współczynniki sił. Równania Naviera i Stokesa dla przepływu nieściśliwego. Bezwymiarowa postać równań N-S: liczby kryterialne: Reynoldsa, Macha, Eulera, Froude'a, Strouhala. Zasady modelowania w mechanice płynów. Tunele aerodynamiczne. Problematyka badań tunelowych. Metody wizualizacji przepływu. Układ równań opisujący transport masy i pędu w płynach rzeczywistych. Metodologie rozwiązania. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. Przepływ laminarny. Doświadczenie Reynoldsa. Zarys teorii smarowania. • Ruch turbulentny. Opis turbulencji. Reynoldsowsko uśrednione równania Naviera i Stokesa (RANS). Przepływ turbulentny przez przewody. Wykres Nikuradsego. Równanie Bernoulliego dla płynów rzeczywistych. zastosowania. Współczynniki strat. Wykres Nikuradsego - Wpływ chropowatości na straty w przewodach. Współpraca rurociągu z pompą. Wpływ swobodny. Charakterystyka przewodu. Obliczanie przepływów w układach przewodów: rurociągi rozgałęzione. Kawitacja. Przepływ pulsacyjny płynu przez rurociąg. • Ruch płynu rzeczywistego II: Koncepcja warstwy przyściennej. Zjawisko oderwania. Opór tarcia, ciśnieniowy i opór indukowany. Podział brył na opływowe i nieopływowe. Źródła oporu ciał. Współczynniki sił aero/hydrodynamicznych. profile: opis geometrii i charakterystyki. Rozkład ciśnień na walcu kołowym dla różnych liczb Reynoldsa. Wpływ sił na zasięg rzutu piłka oraz długość skoku narciarskiego. • Dekompozycja obszaru przepływu na przepływ potencjalny i warstwę przyściennej. Czynniki wpływające na oderwanie warstwy przyściennej. Przepływy wirowe. Efekt Magnusa. Analiza pulsacyjnego przepływu w rurociągu. Wyznaczanie funkcji opisującej zmiany ciśnienia w pulsacyjnym przepływie • Przepływy ściśliwe. Zasada zachowania masy. Słabe zaburzenia - fale dźwiękowe. Prędkość dźwięku, wzór dla cieczy i gazów. Silne zaburzenia - fale uderzeniowe; definicja, fala skośna, prostopadła i odsunięta. Parametry płynu po przejściu przez falę uderzeniową.	
Metody numeryczne w biomechanice	K_W05, K_W06, K_U03, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wprowadzenie do metod numerycznych. Podstawowe pojęcia. Definicja błędu. Podstawowe zadania metod numerycznych. • Metoda elementów skończonych. Podstawowe pojęcia i zależności. • Klasyfikacja elementów skończonych, macierze sztywności i bezwładności, warunki brzegowe, zastosowanie w modelach anatomicznych • Metody rozwiązywania układów równań, całkowanie numeryczne. • Analiza błędów i zbieżności rozwiązania w metodzie elementów skończonych. • Zastosowanie metody elementów skończonych do rozwiązywania wybranych zagadnień z zakresu inżynierii medycznej. • Zastosowanie metody elementów skończonych do modelowania i symulacji procesów zachodzących w organizmie człowieka. • Wprowadzenie do systemu obliczeniowego MES. Omówienie poszczególnych modułów programu. • Tworzenie modeli geometrycznych i dyskretnych, zadawanie warunków brzegowych, obciążenia, wprowadzanie danych materiałowych. • Prowadzenie obliczeń i analiza oraz interpretacja otrzymanych wyników. • Analiza stanu naprężeń i odkształceń układu prętowego - odniesienie do inżynierii biomedycznej. • Analiza stanu naprężeń i odkształceń układu belkowego - odniesienie do inżynierii biomedycznej. • Analiza stanu naprężeń i odkształceń układu bryłowego - odniesienie do inżynierii biomedycznej. • Analiza wytrzymałościowa pracy kręgu kręgosłupa. • Symulacja przepływu krwi w żyłę • Modelowanie i analiza naprężeń i odkształceń układu kostnego człowieka oraz implantów. • Modelowanie i analiza wytrzymałościowa stawu łokciowego człowieka. • Drgania własne wybranego elementu układu kostnego człowieka • Układy równań liniowych, algebraicznych. Wartości i wektory własne macierzy. Metody przybliżone, przykład, ustalenie tematów indywidualnych zagadnień do rozwiązania. • Analiza układu prętowego, lokalne macierze sztywności, globalne macierze sztywności, warunki brzegowe, przykład, ustalenie tematów indywidualnych zagadnień do rozwiązania. • Analiza układu belkowego, lokalne macierze sztywności, globalna macierz sztywności, warunki brzegowe, przykład, ustalenie tematów indywidualnych zagadnień do rozwiązania.</li> </ul>	K_W03, K_U02, K_U09, K_U12, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	K_W03, K_U02, K_U09, K_U12, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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</li> </ul>	K_W03, K_U02, K_U09, K_U12, K_U19, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 implantoprotezyki 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</li> </ul>	K_U09, K_U10, K_U12, K_U15, K_U17, K_U20, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Terminologia i podstawowe pojęcia w metodach numerycznych. • Elementy metody różnicowej • Podstawowe własności równań różniczkowych cząstkowych • Równania różnicowe dla ośrodków ciągłych. • Układy liniowych równań algebraicznych. • Algebraiczne zagadnienia własne. • Problem N cząstek z działaniem na odległość • Oddziaływanie cząstka-pole • Cząstki w polach samouzgodnionych: atomy i kryształy. • klasyczna dynamika cieczy.</li> </ul>	K_W09, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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.</li> </ul>	K_W02, K_W05, K_W06, K_W08, K_U01, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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, 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. Oceny słuchu pacjenta, w której należy uwzględnić: głębokość i charakter niedosłuchu, zakres dynamiki słuchu zawarty między progiem słyszenia i poziomem dyskomfortu lub bólu, przy bardzo głośnych dźwiękach; poziom najbardziej przyjemnego słyszenia.</li> </ul>	K_W02, K_W05, K_W06, K_W08, K_U01, K_U09, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wiadomości wstępne, cele i zadania biomechaniki, rys historyczny, właściwości mechaniczne struktur tkankowych, podstawowe modele układów biomechanicznych (kości, mięśni, ścięgien) • Systemy CAD/MES wspomagające rozwiązywanie podstawowych zagadnień biomechaniki • Wprowadzenie do metody elementów skończonych • Biomechanika ciała człowieka • Rozwiązania konstrukcyjne wybranych urządzeń biomechanicznych i rehabilitacyjnych • Wprowadzenie do modelowania 3D w systemie CATIA, zapoznanie z interfejsem, wykonywanie szkiców, modelowanie bryłowe, dokumentacja płaska • Modelowanie złoża, zagadnienia definiowania wzajemnych stopni swobody. • Analiza ruchu i obciążenia ciała człowieka z wykorzystaniem dostępnych modułów programu CATIA • Wprowadzenie do analiz MES w systemie ANSYS Workbench, zapoznanie z interfejsem, podstawowe funkcje, komendy, metodyka postępowania. • Analiza statyczna i dynamiczna wybranego układu mechanicznego • Analiza numeryczna z wykorzystaniem zaimportowanych modeli • Obliczanie zagadnienia kontaktowego • Analiza statyczna i dynamiczna struktur błonowych • Modelowanie kinematyki i dynamiki protezy kończyny górnej człowieka • Wyznaczanie środka ciężkości ciała człowieka</li> </ul>	K_W05, K_W06, K_U03, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 przewidzenia 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</li> </ul>	K_W08, K_U09, K_K01

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 medycznej	K_W03, K_W10, K_U01, K_U02, K_U04, K_U09, K_K01, K_K04, K_K05
• 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 elektrodagnostycznych. • 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
• 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
• 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. • Wystawianie zaliczeń.	
Podstawy neurologii	K_W08, K_U09, K_K01
• 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 odruchów 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, start-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.	
Promieniowanie w medycynie, dozymetria	K_W02, K_U01, K_U02, K_U09, K_U12, K_K01, K_K04, K_K05
• Atom • Jądro atomowe • Źródła promieniowania, nuklidy promieniotwórcze, lampy RTG, akceleratory • Oddziaływanie promieniowania gamma z materią • Oddziaływanie cząstek posiadających ładunek elektryczny z materią • Oddziaływanie neutronów z materią • Detekcja promieniowania, dawki • Oddziaływanie promieniowania z materią żywą • Zastosowania medyczne promieniowania jonizującego	
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 szyków, wstawianie żeber, grawerki. Definiowanie materiału i parametrów przedmiotu. • Złożenia – wstawianie części i podłoży, wiązania w złożeniach, symulacja pracy. Rysunek złożeniowy – rzuty, wyrwania, przekroje, odnośniki, lista części. • Złożenia – wstawianie części i podłoży, 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
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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. • Ogólnospitalny 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.</li> </ul>	
Techniki RP	K_W05, K_W11, K_U03, K_U12, K_U16, K_K01, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 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 postprocessingu 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</li> </ul>	
Technologie materiałowe w medycynie	K_W06, K_W11, K_U09, K_U10, K_K01
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nowoczesne technologie stosowane w medycynie • Materiały polimerowe stosowane w medycynie. Polimery biomedyczne. Polimery naturalne. • Przetwórstwo polimerów biomedycznych. • Metale i ich stopy • Materiały ceramiczne. Bioceramika. • Aplikacja druku 3D w wyrobach medycznych. • Materiały kompozytowe stosowane w medycynie • Zastosowanie druku 3D w protetyce i chirurgii kostnej. • Właściwości reologiczne wyrobów medycznych. • Technologia kompozytów polimerowych stosowanych w inżynierii medycznej. • Przetwórstwo materiałów polimerowych do produkcji sprzętu medycznego. • Badanie właściwości polimerów i kompozytów biomedycznych. • Badania struktury materiałów polimerowych stosowanych w medycynie.</li> </ul>	
Technologie materiałowe w technice	K_W06, K_W11, K_U09, K_U10, K_K01, K_K04, K_K05
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Technologie szybkiego prototypowania • Innowacyjne metody przetwórstwa tworzyw sztucznych. • Technologie materiałów funkcjonalnych. • Technologie materiałów o projektowanych właściwościach. • Obróbka materiałowa • Otrzymywanie kompozytów NFC (natural fibre composites) z osnową polilaktydową • Wytwarzanie kompozytów stosowanych w protetyce • Wytwarzanie polimerowych form odlewniczych dla prototypowych modeli • Wytwarzanie ceramicznych form odlewniczych • Odlewanie grawitacyjne i ciśnieniowe • Badanie właściwości mechanicznych kompozytów. • Badanie właściwości strukturalnych materiałów kompozytowych. • Zaliczenie</li> </ul>	

#### 4. Praktyki i staże studenckie

Zgodnie z przedstawionym planem studiów studenci kierunku Inżynieria medyczna zobowiązani są odbyć łącznie sześciomiesięczną praktykę zawodową przewidzianą w planie studiów na semestrze siódmym.

Odbycie praktyki ma na celu poznanie specyfiki pracy inżyniera medycznego 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 pierwszej części praktyka ma na celu zapoznanie się z funkcjonowaniem systemu i placówek ochrony zdrowia w tym szpitali, ośrodków zdrowia, klinik i centrów diagnostycznych by następnie zapewnić jak najlepsze wykorzystanie zdobytych podczas studiów umiejętności praktycznego stosowania zdobytej wiedzy oraz płynnego przejścia do rozpoczęcia pracy zawodowej. 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 stanowią główne cele odbywania praktyki .

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. Praktyka zawodowa na ostatnim semestrze studiów ma za zadanie również umożliwić studentowi realizację inżynierskiej pracy dyplomowej w podmiocie w którym odbywa praktykę. 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 medyczna - p. praktyczny.