

Nazwa wydziału	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Nazwa kierunku	Inżynieria Biomedyczna
Poziom studiów	drugiego stopnia
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Forma studiów	stacjonarne
Język prowadzenia studiów	polski
Dyscypliny naukowe, do których przypisany jest kierunek (udział procentowy) (w przypadku przyporządkowania kierunku studiów do więcej niż 1 dyscypliny, wskazuje się dyscyplinę wiodącą, w ramach której będzie uzyskiwana ponad połowa efektów uczenia się)	Dziedzina nauk inżynieryjno-technicznych - dyscypliny: Inżynieria biomedyczna - 100,00%
W przypadku zawodu, o którym mowa w art. 68 Ustawy, standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia (opis standardów kształcenia (w przypadku zawodów uwzględniających standardy kształcenia, na podstawie których będą prowadzone studia ePW)	Nie dotyczy
Liczba semestrów studiów	4
Tytuł zawodowy nadawany absolwentom	magister inżynier
Kierunkowe efekty uczenia się	patrz tabela z efektami uczenia się
Sposoby weryfikacji i oceny efektów uczenia się osiągniętych przez studenta w trakcie całego cyklu kształcenia (należy uwzględnić również praktyki zawodowe, jeśli praktyka jest przewidziana	<ul style="list-style-type: none"> <li>• egzamin pisemny</li> <li>• egzamin ustny</li> <li>• kolokwium pisemne</li> <li>• kolokwium ustne</li> <li>• test</li> <li>• sprawozdanie/raport pisemny</li> <li>• wykonanie i/lub obrona projektu</li> <li>• prezentacja</li> <li>• praca domowa</li> <li>• ocena aktywności w trakcie zajęć</li> <li>• konsultacje</li> <li>• ocena z pracy dyplomowej</li> <li>• ocena z egzaminu dyplomowego</li> <li>• samoocena</li> </ul>
Łączna liczba godzin zajęć	Informatyka Biomedyczna: 1590

Liczba punktów ECTS konieczna do ukończenia studiów (wraz z obowiązkowymi praktykami)	Informatyka Biomedyczna: 120
Liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich lub innych osób prowadzących zajęcia	Informatyka Biomedyczna: 61 (51%)
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 dziedziny nauk humanistycznych lub nauk społecznych	Informatyka Biomedyczna: 5
Liczba godzin zajęć z wychowania fizycznego na studiach prowadzonych w formie stacjonarnej	Informatyka Biomedyczna: 0
Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć podlegających wyborowi przez studenta (w wymiarze nie mniejszym niż 30% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie)	Informatyka Biomedyczna: 48 (40%)
Dla studiów o profilu praktycznym: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach przedmiotów/zajęć kształtujących umiejętności praktyczne (w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS koniecznych do ukończenia studiów na danym poziomie)	Informatyka Biomedyczna: Nie dotyczy
Dla studiów o profilu ogólnoakademickim: Łączna liczba punktów ECTS, którą student musi uzyskać w ramach zajęć związanych z prowadzoną w Uczelni działalnością naukową w dyscyplinie lub dyscyplinach, do których przyporządkowany jest kierunek studiów (w wymiarze większym niż 50% liczby punktów ECTS wymaganej do ukończenia studiów na danym poziomie), z uwzględnieniem udziału studentów w zajęciach przygotowujących do prowadzenia działalności naukowej lub udziału w tej działalności	Informatyka Biomedyczna: 105 (87%)

Liczba punktów ECTS, jaka może być uzyskana w ramach kształcenia z wykorzystaniem metod i technik kształcenia na odległość: (liczba punktów ECTS nie może być większa niż 50% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów - w przypadku studiów o profilu praktycznym albo 75% liczby punktów ECTS koniecznej do ukończenia studiów - w przypadku studiów o profilu ogólnoakademickim).	36 (30%)
Łączna liczba godzin z matematyki	Informatyka Biomedyczna: 60
Łączna liczba punktów ECTS z matematyki	Informatyka Biomedyczna: 4
Łączna liczba godzin z fizyki	Informatyka Biomedyczna: 0
Łączna liczba punktów ECTS z fizyki	Informatyka Biomedyczna: 0
Łączna liczba godzin z języków obcych	Informatyka Biomedyczna: 30
Łączna liczba punktów ECTS z języków obcych	Informatyka Biomedyczna: 2
Liczba punktów ECTS za pracę dyplomową	Informatyka Biomedyczna: 20
WYMIAR, ZASADY, FORMA PRAKTYK ZAWODOWYCH	Program nie przewiduje praktyk
Opis przedmiotów obieralnych	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Przedmioty obieralne specjalności: w trakcie studiów student musi uzyskać 11 ECTS z grupy przedmiotów obieralnych specjalności. Po 4 ECTS w sem. II i III oraz 3 ECTS w sem. IV. W programie studiów zamieszczono przykładowe przedmioty obieralne, przedmiotem obieralnym może być przedmiot spoza przedstawionej listy.</li> <li>• Przedmioty obieralne: w trakcie studiów student musi zdobyć 6 ECTS z grupy przedmiotów obieralnych. 4 ECTS w III sem. i 2 ECTS w IV sem. W programie studiów zamieszczono przykładowe przedmioty obieralne, przedmiotem obieralnym może być przedmiot spoza przedstawionej listy.</li> <li>• Przedmioty ekonomiczno-społeczne: w trakcie studiów student musi uzyskać 5 ECTS z grupy przedmiotów ekonomiczno-społecznych w czego 3 ECTS w trakcie IV sem. z przedmiotów obieralnych ekonomiczno-społecznych. W programie studiów zamieszczono przykładowe przedmioty obieralne, przedmiotem obieralnym może być przedmiot spoza przedstawionej listy.</li> </ul>

**EFEKTY UCZENIA SIĘ**

(opis zakładanych efektów uczenia się dla kierunków w odniesieniu do charakterystyk drugiego stopnia efektów uczenia się dla kwalifikacji na poziomach 6-8 Polskiej Ramy Kwalifikacji)

Jednostka: Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych

Nazwa kierunku studiów: Inżynieria Biomedyczna

Poziom kształcenia: drugiego stopnia

Profil kształcenia: Ogólnoakademicki

Kod efektu	Opis efektu	Odniesienie do uniwersalnych charakterystyk PRK	Odniesienie do charakterystyk II stopnia PRK
<b>Wiedza</b>			
W01	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach w obszarze aparatury elektromedycznej i/lub informatyki biomedycznej.	P7U_W	I_P7S_WG_O I_P7S_WK
W02	Zna uwarunkowania stosowania urządzeń technicznych i/lub oprogramowania w medycynie i ochronie zdrowia	P7U_W	III_P7S_WG III_P7S_WK I_P7S_WG_O I_P7S_WK
W03	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie systemów elektromedycznych, przetwarzania sygnałów biologicznych i/lub systemów informacyjnych w ochronie zdrowia, przetwarzania cyfrowych obrazów medycznych, bioinformatyki.	P7U_W	III_P7S_WG I_P7S_WG_O
W04	Ma zaawansowaną wiedzę w zakresie modelowania zjawisk i systemów, w tym biologicznych	P7U_W	I_P7S_WG_O
W05	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie prawnych uwarunkowań dot. eksploatacji systemów elektromedycznych i/lub telemedycznych.	P7U_W	III_P7S_WK I_P7S_WK
<b>Umiejętności</b>			
U01	Potrafi dokonać analizy złożonych sygnałów i obrazów w dziedzinie czasu i częstotliwości, stosując odpowiednie metody przetwarzania.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U02	Potrafi wykorzystać różnorodne techniki analizy danych w procesie weryfikacji hipotez badawczych i założeń projektowych	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U03	Potrafi przygotować założenia i zaprojektować system elektromedyczny i/lub system telemedyczny	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UW_O
U04	Umie publicznie prezentować najważniejsze osiągnięcia w obszarze aparatury elektromedycznej i informatyki biomedycznej w sposób zrozumiały dla słuchaczy o różnym przygotowaniu, także w języku angielskim.	P7U_U	I_P7S_UK I_P7S_UO
U05	Rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej i związanej z tym odpowiedzialności za podejmowane decyzje.	P7U_U	III_P7S_UW_O I_P7S_UO I_P7S_UW_O
U06	Rozumie potrzebę ciągłego rozwoju osobistego oraz współpracowników. Potrafi pokierować tym rozwojem	P7U_U	I_P7S_UU
U07	Potrafi kierować pracą zespołu oraz zarządzać projektami.	P7U_U	I_P7S_UO I_P7S_UU
<b>Kompetencje społeczne</b>			
K01	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.	P7U_K	I_P7S_KK

K02	Jest gotów do współpracy z personelem medycznym	P7U_K	I_P7S_KK I_P7S_KO
K03	Jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy, przewodzenia grupie i ponoszenia odpowiedzialności za nią.	P7U_K	I_P7S_KO I_P7S_KR
K04	Jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych, w tym rozwijania dorobku zawodu; podtrzymywanie etosu zawodu; przestrzegania etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad.	P7U_K	I_P7S_KO I_P7S_KR

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-IBIBM-MSP-CPOM
Nazwa przedmiotu	Cyfrowe przetwarzanie obrazów medycznych
Wersja przedmiotu	2026L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	5.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	50
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	55

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

**03. Treści kształcenia**

Laboratorium	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wprowadzenie do MATLAB®</li> <li>2. Arytmetyka i algebra obrazów</li> <li>3. Interpolacja obrazów</li> <li>4. Przekształcenia afiniczne. Transformaty macierzowe</li> <li>5. Histogram</li> <li>6. Filtracja 2D</li> <li>7. Transformacja Fouriera i falkowa</li> <li>8. Segmentacja.</li> </ol>
--------------	--

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Podstawowe pojęcia w przetwarzaniu obrazów</li><li>2. Powstawanie obrazu w ujęciu systemowym</li><li>3. Związki między właściwościami obiektu a parametrami obrazu</li><li>4. Obrazy kolorowe i monochromatyczne</li><li>5. Formaty graficzne (JPEG, GIF, TIFF). DICOM</li><li>6. Rozdzielczość. Częstotliwość przestrzenna. Próbkowanie obrazu</li><li>7. Wprowadzenie do MATLAB®</li><li>8. Arytmetyka i algebra obrazów</li><li>9. Interpolacja obrazów</li><li>10. Przekształcenia afiniczne. Transformaty macierzowe</li><li>11. Histogram (tworzenie, analiza, wyrównywanie, zastosowanie w segmentacji)</li><li>12. Filtracje i transformacje 2D</li><li>13. Transformacja Fouriera i falkowa</li><li>14. Segmentacja</li><li>15. Operacje morfologiczne</li><li>16. Kompresja stratna i bezstratna</li><li>17. Zastosowania przetwarzania obrazów w inżynierii biomedycznej</li></ol>
Projekt	W ramach projektu studenci realizują wybrane zadanie z zakresu cyfrowego przetwarzania obrazów np. samodzielnie dobierają metodę i realizują proces segmentacji dostarczonych obrazowych danych medycznych.

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie powstawania obrazu, metod jego przetwarzania oraz podstaw aparatu matematycznego opisującego te procesy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

#### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi dokonać analizy obrazów w dziedzinie czasu i częstotliwości, stosując odpowiednie metody przetwarzania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01

#### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia zagadnień dotyczących metod przetwarzania obrazów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-IBIBM-MSP-EAME
Nazwa przedmiotu	Elektroniczna aparatura medyczna
Wersja przedmiotu	2026L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	7

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	60.00 h
Laboratorium	30.00 h
Projekt	10.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	7	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	100	4.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	75	3.00
Razem	175	7.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	100
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	100

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	75
---	----

**03. Treści kształcenia**



**Podstawy sygnałów biomedycznych:**

- Sygnały biologiczne: pochodzenie i właściwości.
- Metody i urządzenia do pomiaru i rejestracji.
- Elektrody do odbioru sygnałów bioelektrycznych.
- Przetworniki (sensory) sygnałów biologicznych.
- **Wzmacniacze i przetwarzanie sygnałów:** Wzmacniacze sygnałów bioelektrycznych (pomiarowe, z barierą izolacyjną, z przetwarzaniem).
- Metody eliminacji zakłóceń.
- Tory sygnałowe urządzeń do odbioru sygnałów bioelektrycznych (EKG, EEG itp.) i biomagnetycznych (EMG).
- Magnetometry atomowe.
- **Urządzenia do monitorowania funkcji życiowych:** Urządzenia do inwazyjnych i nieinwazyjnych pomiarów ciśnienia (metoda Penaza).
- Przepływomierze (ultradźwiękowe, laserowe, elektromagnetyczne).
- Kardiotokograf.
- Mierniki przepływu (metody Ficka, rozcieńczenia wskaźnika, impedancyjna).
- Mierniki prężności O<sub>2</sub>, saturacji tlenowej, pulsoksymetry, kapnometry.
- **Urządzenia diagnostyczne i terapeutyczne:** Urządzenia do badania, wspomagania i protezowania słuchu.
- Metody pomiaru ostrości wzroku, ciśnienia śródgałkowego i pola widzenia.
- Urządzenia do elektrografii (ENG, ERG) i badań potencjałów wywołanych.
- Laserowa aparatura diagnostyczna, terapeutyczna, chirurgiczna.
- Diatermia (krótko-, mikrofalowa, ultradźwiękowa).
- Urządzenia kriogeniczne.
- Litotrypter i inne zastosowania fal uderzeniowych.
- **Urządzenia wspomagające funkcje organizmu:** Respiratory, natleniacze, dializatory.
- Pompy (cewnik balonowy wewnątrzaoortalny, sztuczne serce, turbinowe, sztuczne płuco-serce).
- Sztuczne narządy (płuco-serce, nerka, trzustka, wątroba), tkanki i krew.
- Biozgodność, immunologia i hematologia w sztucznych narządach.
- Kardiowertery, stymulatory (mięśni, nerwów, serca), defibrylatory.
- **Bezpieczeństwo i standardy:** Budowa zasilaczy, bariery izolacyjne.
- Normy bezpieczeństwa.
- Kompatybilność elektromagnetyczna urządzeń medycznych.
- Telemetria i systemy „home monitoring”.
- **Aparatura intensywnej terapii:** Podstawowe funkcje ośrodka intensywnej opieki medycznej (OIOM).
- Wymagania stawiane OIOM pod względem aparatury.
- Monitorowanie przyłożkowe i centralne.
- Monitory (EKG, ciśnienia krwi, oddechu, temperatury, objętości serca, saturacji tlenowej, pH i pCO<sub>2</sub> krwi, gazów oddechowych).
- Systemy nadzoru szpitalnego (ogólne i specjalistyczne: kardiologiczny, neurologiczny, okołoporodowy, śródoperacyjny i pooperacyjny).

## Część I

Projekt	Podczas projektu studenci samodzielnie budują układ do rejestracji wybranych sygnałów biologicznych
Laboratorium	<p>Laboratorium obejmuje zestaw ćwiczeń praktycznych, mających na celu zapoznanie studentów z obsługą i zastosowaniem specjalistycznej aparatury medycznej oraz technik diagnostycznych. Ćwiczenia obejmują: Audiometrię (AUD): Badanie słuchu z wykorzystaniem audiometru.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Elektrokardiografię (EKG): Rejestracja i analiza sygnałów elektrycznych serca.</li> <li>Hemodynamikę nieinwazyjną (HEM): Pomiar parametrów hemodynamicznych bez inwazyjnych metod.</li> <li>Układy holterowskie (HOL): Długotrwałe monitorowanie sygnałów EKG.</li> <li>Optyczną tomografię koherencyjną (OCT): Technika obrazowania struktur biologicznych.</li> <li>Reografię impedancyjną (REO): Pomiar zmian impedancji elektrycznej tkanek.</li> <li>Programowanie rozruszników serca (PROG): Obsługa i programowanie rozruszników serca z wykorzystaniem Programatora Medtronic 2090.</li> <li>Stymulatory (STYM): Obsługa i zastosowanie stymulatorów.</li> <li>Wzmacniacz operacyjny (WO): Pomiar i analiza działania wzmacniacza operacyjnego.</li> <li>Zabezpieczenie pacjenta przed porażeniem elektrycznym (ZPP): Procedury i techniki zapewniające bezpieczeństwo elektryczne pacjenta.</li> </ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych osiągnięciach w obszarze wybranych rozwiązań elektronicznej aparatury medycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi przygotować założenia i zaprojektować wybrane układy elektronicznej aparatury medycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Jest gotów do współpracy z personelem medycznym w zakresie praktycznych zastosowań elektronicznej aparatury medycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-IBIBM-MSP-OMED
Nazwa przedmiotu	Techniki obrazowania medycznego
Wersja przedmiotu	2026L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	50	2.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	50

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Powstawanie obrazu w ujęciu systemowym. Związki między właściwościami obiektu a parametrami obrazu. Odpowiedź impulsowa źródła punktowego. Funkcja przenoszenia modulacji.</li><li>2. Obrazy endoskopowe. Obrazowanie warstwowe. Akwizycja danych i metody rekonstrukcji obrazu w tomografii komputerowej. Metody rekonstrukcji obrazu dwu- i trójwymiarowego.</li><li>3. Wykorzystanie izotopów promieniotwórczych do wizualizacji czynności narządów wewnętrznych. Scyntygrafia. Tomografia emisyjna.</li><li>4. Wizualizacja za pomocą promieniowania niejonizującego.</li><li>5. Magnetyczny rezonans jądrowy - fizyczne podstawy obrazowania. Sekwencja sygnałów przy akwizycji typu spin-echo .</li></ol>
Laboratorium	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Radiografia rentgenowska</li><li>2. Gammakamera i scyntygrafia</li><li>3. System ultrasonograficzny</li><li>4. Rentgenowska tomografia komputerowa</li><li>5. Tomografia z wykorzystaniem magnetycznego rezonansu jądrowego</li></ol>

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma szczegółową wiedzę w zakresie tworzenia obrazów: w tomografii rentgenowskiej, magnetycznego rezonansu jądrowego, pozytonowej i pojedynczego fotonu, w scyntygrafii i ultrasonografii
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01

#### Umiejętności

Kod efektu	U01
Opis	Potrafi przeprowadzić pomiar wzorców i ocenić jakość odwzorowania w obrazowaniach scyntygraficznych i radiograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03

#### Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Rozumie skutki zastosowań promieniowania jonizującego i ma świadomość odpowiedzialności za jakość używanego w badaniach medycznych sprzętu. Potrafi pracować w zespole laboratoryjnym
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02, K03, K04

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-IBIBM-MSP-PROBI
Nazwa przedmiotu	Programowanie obiektowe
Wersja przedmiotu	2026L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	65	2.60
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	60	2.40
Razem	125	5.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	65

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	60
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Podstawowe pojęcia: klasa, obiekt, kapsułkowanie, dziedziczenie. Paradygmat projektowania obiektowego. Zasady dostępu w klasie: pola prywatne i publiczne. Kontekst wprowadzany przez klasę.</li> <li>2. Referencja i wskaźnik. Modyfikator const. Zarządzanie pamięcią. Inteligentne wskaźniki</li> <li>3. Konstruktory i destruktory. Konstruktor kopiujący. Statyczne elementy klas.</li> <li>4. Identyfikacja funkcji przez nagłówek. Przeciążanie funkcji. Przeciążanie operatorów.</li> <li>5. Strumieniowe wejście/wyjście. Funkcje i klasy zaprzyjaźnione.</li> <li>6. Dziedziczenie. Dziedziczenie wielokrotne klasy bazowej. Zasady dostępu do pol klasy bazowej. Sposób realizacji dziedziczenia.</li> <li>7. Wirtualne metody, klasy abstrakcyjne i polimorfizm dynamiczny</li> <li>8. Wyjątki: sposób zgłaszania i przechwytywania. Obsługa plików.</li> <li>9. Funkcje anonimowe (lambda). Biblioteka standardowa C++.</li> <li>10. Szablony. Tworzenie i wykorzystywanie szablonów. Standardowa biblioteka klas Szablonowych.</li> <li>11. Wykorzystywanie i tworzenie kontenerów danych.</li> <li>12. Struktury danych oparte na tablicach dynamicznych - stos kolejka,</li> <li>13. Dowiązaniowe struktury danych – listy i drzewa binarne.</li> <li>14. Sposoby balansowania drzew binarnych. Drzewa czerwono-czarne i AVL.</li> </ol>
Projekt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. W ramach projektu pierwszego studenci przygotowują aplikację składającą się z kilku klas z podobiektami dynamicznymi. Aplikacja musi być związana tematycznie z systemami informatyki medycznej, lub bioinformatyki. Klasy muszą posiadać poprawnie działający konstruktor kopiujący i operator przypisania. Należy zademonstrować biegłość w przeciążaniu operatorów i obsłudze statycznych zmiennych i metod.</li> <li>2. W projekcie drugim należy przebudować aplikację z projektu pierwszego, tak aby posiadała sensowną strukturę dziedziczenia. Wymagane jest zademonstrowanie użycia metod wirtualnych i klas abstrakcyjnych. Program musi również demonstrować umiejętność stosowania wyjątków i polimorfizmu dynamicznego w obsłudze plików.</li> <li>3. W ramach projektu trzeciego studenci przygotowują własną implementację drzewa binarnego. Kontener musi być przygotowany z użyciem szablonów, tak by pozwalał na przechowywanie obiektów dowolnego typu. Przygotowany kontener należy wdrożyć w, rozwijanej w ramach dwóch wcześniejszych projektów, aplikacji, dotyczącej systemów informatyki medycznej lub bioinformatyki,</li> </ol>
Laboratorium	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Konstrukcja podstawowych klas. Metody. Konstruktory i destruktory.</li> <li>2. Klasa z operatorami.</li> <li>3. Dziedziczenie. Klasa abstrakcyjna.</li> <li>4. Wzorce. Klasy kontenery.</li> <li>5. Wykorzystanie biblioteki STL i funkcji lambda.</li> </ol>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01

**Część I**

Opis	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie systemów elektromedycznych, przetwarzania sygnałów biologicznych i/ lub systemów informacyjnych w ochronie zdrowia, przetwarzania cyfrowych obrazów medycznych, bioinformatyki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi przygotować założenia i zaprojektować system elektromedyczny i/lub system telemedyczny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-IBIBM-MSP-RAD
Nazwa przedmiotu	Radiologia
Wersja przedmiotu	2026L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	50	2.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	40	1.60
Razem	90	3.60 ( 3.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	50

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	40
---	----

**03. Treści kształcenia**



## Część I

Laboratorium	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Budowa i zasada działania aparatu RTG – tryb radiografii i fluoroskopii.</li> <li>2. Wyznaczanie warstwy półchlonnej, liniowego współczynnika osłabienia.</li> <li>3. Wyznaczanie wybranych parametrów aparatu RTG.</li> <li>4. Badanie rozkładu pól promieniowania rozproszonego w pracowni RTG.</li> <li>5. Badanie wpływu wysokiego napięcia na lampie RTG oraz filtracji na widmo promieniowania X.</li> <li>6. Symulacja generacji oraz transportu promieniowania X z wykorzystaniem środowiska obliczeniowego bazującego na metodzie Monte Carlo.</li> </ol>
Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fizyczne podstawy radiologii.</li> <li>2. Oddziaływanie promieniowania X i <math>\gamma</math> z materią.</li> <li>3. Oddziaływanie cząstek naładowanych z materią.</li> <li>4. Generacja promieniowania X.</li> <li>5. Lampa RTG.</li> <li>6. Budowa i zasada działania aparatu RTG.</li> <li>7. Wybrane techniki radiograficzne.</li> <li>8. Obraz rentgenowski.</li> <li>9. Rentgenowska tomografia komputerowa.</li> <li>10. Podstawy diagnostyki izotopowej.</li> <li>11. Oddziaływanie promieniowania jonizującego na organizmy żywe.</li> <li>12. Podstawy dozymetrii i ochrony radiologicznej.</li> <li>13. Detektory promieniowania jonizującego.</li> </ol>

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Posiada uporządkowaną wiedzę w zakresie aparatury rentgenowskiej; technik obrazowania medycznego; trendów ich rozwoju oraz w zakresie skutków oddziaływania promieniowania jonizującego na organizm i zasad pracy w warunkach narażenia na promieniowanie jonizujące. Zna i rozumie powiązania zjawisk towarzyszących oddziaływaniu promieniowania z materią z rozwiązaniami konstrukcyjnymi aparatury rentgenowskiej oraz zasadę działania detektorów promieniowania jonizującego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W04, W05
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi zastosować podstawowe zasady ochrony radiologicznej przy pracy w pracowni stosującej promieniowanie jonizujące.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05, U06
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Jest świadomy szczególnych uwarunkowań związanych z pracą w kontakcie z pacjentami oraz personelem medycznym i związanej z tym odpowiedzialności oraz szczególnej konieczności zachowania wysokich standardów etycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02, K04

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-IBIBM-MSP-ZMPS
Nazwa przedmiotu	Zaawansowane metody przetwarzania sygnałów
Wersja przedmiotu	2026L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	5

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	5	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	75	3.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	65	2.60
Razem	140	5.60 ( 5.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	75
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	75

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	65
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Ćwiczenia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Obliczanie parametrów sygnałów okresowych i nieokresowych czasu ciągłego.</li> <li>2. Wyznaczanie spłotu i funkcji korelacyjnych metodą graficzną.</li> <li>3. Wyznaczanie rozwinięć w szereg Fouriera sygnałów okresowych czasu ciągłego, wyznaczanie widma amplitudowego i fazowego, wykorzystanie twierdzenie Parsevala.</li> <li>4. Wyznaczanie widma sygnałów nieokresowych i okresowych czasu ciągłego za pomocą przekształcenia Fouriera.</li> <li>5. Wykorzystanie twierdzenia o splocie i twierdzenia Wienera-Chinczyna.</li> <li>6. Obliczanie częstotliwości Nyquista. Wyznaczanie widma sygnałów próbkowanych idealnie i odtwarzanie sygnału z próbek z zastosowaniem filtracji idealnej. Rozwiązywanie schematów blokowych.</li> <li>7. Wyznaczanie odpowiedzi impulsowej i jednostkowej filtru analogowego oraz odpowiedzi na dowolne pobudzenie z wykorzystaniem przekształcenia Fouriera i Laplace'a.</li> <li>8. Wyznaczanie transmitancji systemu. Rysowanie charakterystyk częstotliwościowych filtrów idealnych i rzeczywistych. Wyznaczanie pasma 3-decybelowego.</li> <li>9. Wyznaczanie odpowiedzi impulsowej i jednostkowej filtru cyfrowego oraz odpowiedzi na dowolne pobudzenie z wykorzystaniem przekształcenia DTFT i Z.</li> <li>10. Cyfrowa symulacja układów analogowych z wykorzystaniem metody niezmienności odpowiedzi impulsowej i metody biliniowej.</li> </ol>
Laboratorium	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Analiza i synteza sygnałów czasu ciągłego – obserwacja i porównanie widma sygnałów okresowych i impulsowych, obliczanie mocy sygnałów okresowych w zadanym paśmie częstotliwości, obliczanie współczynnika zawartości harmonicznych, synteza fourierowska (efekt Gibbsa).</li> <li>2. Próbkowanie sygnałów – obserwacja przebiegów czasowych i widma sygnałów próbkowanych dla różnych wartości częstotliwości próbkowania, obserwacja aliasingu częstotliwościowego i efektu stroboskopowego na przykładzie wybranych sygnałów testowych, w tym sygnałów akustycznych.</li> <li>3. Analiza widmowa sygnałów czasu dyskretnego (DFT i FFT) – obserwacja widma amplitudowego i fazowego, weryfikacja eksperymentalna twierdzenia o przesunięciu i równości Parsevala, technika dopełniania zerami, badanie złożoności czasowej algorytmu FFT, ilustracja zjawiska przecieku widma.</li> <li>4. Filtracja cyfrowa - obserwacja przebiegów czasowych i widma sygnałów na wejściu i wyjściu filtrów cyfrowych SOI i NOI n-tego rzędu, obserwacja i porównanie charakterystyk częstotliwościowych filtrów i wyznaczanie pasma 3-decybelowego, wyznaczanie odpowiedzi impulsowej i jednostkowej.</li> <li>5. Analiza i filtracja sygnałów niestacjonarnych – obserwacja przebiegów czasowych i widma sygnałów losowych (w tym sygnałów biomedycznych), wyznaczanie parametrów sygnałów losowych, wyznaczanie funkcji autokorelacji i widma gęstości mocy przebiegu losowego, obserwacja przebiegów czasowych i widma sygnałów zaszumionych na wejściu i wyjściu filtru.</li> </ol>

## Część I

Projekt	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Projektowanie rzeczywistych filtrów cyfrowych różnego typu i przetwarzanie sygnałów biomedycznych (EOG, EKG, EMG, ...).</li> <li>2. Zaawansowane metody czasowo-częstotliwościowe analizy sygnałów niestacjonarnych (spektrogram, skalogram, ...)</li> </ol>
Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wprowadzenie do teorii sygnałów. Klasyfikacja sygnałów. Podstawowe parametry i operacje na sygnałach. Funkcje korelacyjne i splot. Sygnały dystrybucyjne.</li> <li>2. Analiza częstotliwościowa sygnałów okresowych czasu ciągłego - szereg Fouriera.</li> <li>3. Przekształcenie Fouriera w sensie zwykłym i granicznym i jego własności.</li> <li>4. Próbkowanie idealne i chwilowe. Widmo sygnału spróbkowanego. Aliasing i efekt stroboskopowy. Filtracja antyaliasingowa. Widmo sygnału na wyjściu układu próbkująco-pamiętającego. Odtwarzanie sygnału z próbek.</li> <li>5. Przekształcenie Fouriera sygnałów czasu dyskretnego (DTFT) i jego własności.</li> <li>6. Dyskretnie przekształcenie Fouriera (DFT) i jego własności. Algorytm FFT. Przeciek widma i okienkowanie.</li> <li>7. Wprowadzenie do teorii systemów czasu ciągłego i dyskretnego (filtry SOI i NOI). Cechy systemów. Systemy LS i ich równania "wejście-wyjście". Odpowiedź impulsowa i odpowiedź jednostkowa. Schematy blokowe.</li> <li>8. Filtracja analogowa i cyfrowa - idealna i rzeczywista.</li> <li>9. Przekształcenie Fouriera i Laplace'a w filtracji analogowej - transmitancja systemu, zera i bieguny transmitancji, charakterystyki częstotliwościowe.</li> <li>10. Przekształcenie DTFT w filtracji cyfrowej - charakterystyki częstotliwościowe.</li> <li>11. Przekształcenie Z w filtracji cyfrowej - transmitancja systemu, zera i bieguny transmitancji</li> <li>12. Cyfrowa symulacja układów analogowych - metoda niezmienności odpowiedzi impulsowej i metoda biliniowa.</li> <li>13. Sygnały losowe i ich filtracja.</li> </ol>

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student ma wiedzę na temat badania właściwości sygnałów w dziedzinie czasu i częstotliwości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Student ma wiedzę na temat wyznaczania i interpretacji charakterystyk czasowych i częstotliwościowych filtrów analogowych i cyfrowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Student ma podstawową wiedzę na temat przetwarzania A/C i C/A
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
-------------------	-----

**Część I**

Opis	Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury z zakresu teorii sygnałów i systemów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Student potrafi wykorzystać do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Student potrafi zredagować pisemne sprawozdanie z przeprowadzonych badań eksperymentalnych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student umie pracować w zespole laboratoryjnym, organizując w sposób efektywny pracę zespołu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K04
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Student potrafi samodzielnie lub zespołowo przeanalizować postawione przed nim zadanie i zaproponować jego rozwiązanie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K03

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-IBIBM-MSP-PROM
Nazwa przedmiotu	Propedeutyka medycyny
Wersja przedmiotu	2026L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Mechatroniki
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S1-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	15.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	30	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	20	0.80
Razem	50	2.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	30

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	20
---	----

**03. Treści kształcenia**

Ćwiczenia	W czasie ćwiczeń audytoryjnych studenci będą prezentować wybrane działy medycyny koncentrując się na następujących zagadnieniach: historia specjalności, najbardziej rozpowszechnione choroby, stosowane metody diagnostyczne i terapeutyczne ze szczególnym uwzględnieniem urządzeń elektromedycznych
-----------	--

## Część I

Wykład	<p>Wprowadzenie: pojęcie zdrowia i choroby. Człowiek chory. Godność człowieka (pacjenta, lekarza, inżyniera). Organizacja służby zdrowia. Specjalności lekarskie. Problemy etyczne w służbie zdrowia. Uwarunkowania etyczne i prawne związane z transplantacją i inżynierią genetyczną.</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Higiena ogólna i szpitalna, Źródła i drogi infekcji. Dezynfekcja i sterylizacja. Antyseptyka i aseptyka. Uszkodzenia jatrogenne.</li><li>• Diagnostyka: Badania podmiotowe i przedmiotowe (fizyczne i dodatkowe).</li><li>• Leczenie: Metody - przyczynowe, objawowe, substytucyjne, paliatywne. Zapobieganie chorobom. Chirurgia ogólna i specjalistyczna.</li><li>• Medycyna oparta na dowodach medycznych (Evidence based medicine).</li><li>• Regulacje prawne dotyczące urządzeń medycznych. Zagadnienia ryzyka elektrycznego, mechanicznego i radiacyjnego. Systemy kontroli jakości, akredytacja laboratoriów (pracowni).</li><li>• Normy i standardy obowiązujące w inżynierii biomedycznej</li></ul>
--------	---

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
Kod efektu	W01
Opis	Ma wiedzę dotyczącą medycyny niezbędną do projektowania, serwisowania i obsługi urządzeń i oprogramowania medycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
Umiejętności	
Kod efektu	U01
Opis	Rozumie pozatechniczne aspekty i skutki działalności inżynierskiej w obszarze medycyny.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
Kompetencje społeczne	
Kod efektu	K01
Opis	Jest świadomy szczególnych uwarunkowań związanych z pracą w kontakcie z pacjentami oraz personelem medycznym i związanej z tym odpowiedzialności oraz szczególnej konieczności zachowania wysokich standardów etycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02, K04

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-STUP
Nazwa przedmiotu	Przedsiębiorczość startupowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedsiębiorczość )--mgr.-EITI,( Przedmioty ekonomiczno-społeczne )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	20.00 h
Wykład	10.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	30	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	25	1.00
Razem	55	2.20 ( 2.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	30

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	25
---	----

**03. Treści kształcenia**



## Część I

Wykład	<p><b>Wykład:</b> Zdobycie wiedzy na temat specyfiki przedsiębiorczości startupowej oraz w zakresie metodyki zarządzania startupem: Lean Startup</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>W1: Różne formy przedsiębiorczości we współczesnym świecie. Przedsiębiorczość innowacyjna a inne formy przedsiębiorczości. Startupy jako szczególne formy organizacji aktywności przedsiębiorczej;</li> <li>W2: Lean Startup jako metodyka zarządzania startupem i jej składowe: zwinny rozwój produktu (agile development), odkrywanie klienta (customer development) i modelowanie biznesowe; triada: klient-problem-rozwiazanie (CPS);</li> <li>W3: Modelowanie biznesowe na bazie kanwy modelu biznesowego oraz kanwy propozycji wartości wg Osterwaldera; formułowanie hipotez biznesowych;</li> <li>W4: Weryfikowanie hipotez biznesowych w procesie modelowania biznesowego; odkrywanie klienta – zasady projektowania i przeprowadzania wywiadów z interesariuszami projektu; prototypowanie, koncepcja MVP;</li> <li>W5: Zasady prawidłowego „pitchu” projektu, prezentacji pomysłu i pracy nad jego weryfikacją i rozwojem.</li> </ul>
Projekt	<p><b>Projekt:</b> Praca nad realizacją startupu – co najmniej zakończenie etapu Customer Discovery - na projekcie własnym (w grupach):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>P0: Selekcja pomysłów na projekty, elementy debaty;</li> <li>P1: Sformułowanie hipotez biznesowych: CPS i archetypu klienta (persony),</li> <li>P2-P3: Kanwa propozycji wartości i kanwa modelu biznesowego – warsztaty nad projektami w grupach,</li> <li>P4: Zaprojektowanie wywiadów i przeprowadzenie ich,</li> <li>P5: Weryfikacja hipotez biznesowych,</li> <li>P6: Zajęcia mentoringowe</li> <li>P7: Ochrona własności przemysłowej i prawa autorskiego, jak korzystać z zasobów informacji patentowej</li> <li>P8-P9: Prezentacja końcowa projektu (w obecności gości spoza uczelni – inwestorzy, przedsiębiorcy, specjaliści).</li> </ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student zna i rozumie ogólne zasady tworzenia i rozwoju form pisemne, indywidualnej przedsiębiorczości – odnośnie do przedsięwzięć ambitnych i innowacyjnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W05
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie podstawowe zasady ochrony własności przemysłowej i prawa autorskiego, wie jak korzystać z zasobów informacji patentowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01

**Część I**

Opis	Student potrafi identyfikować i interpretować podstawowe zjawiska i procesy społeczne z wykorzystaniem wiedzy z zakresu przedsiębiorczości, ze szczególnym uwzględnieniem kreowania postaw przedsiębiorczych i podejmowania wyzwań związanych z rozwojem przedsiębiorczości
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi komunikować się i prezentować wyniki swojej pracy zróżnicowanemu kręgowi odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student jest gotowy do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-IBxxx-MSP-SIM
Nazwa przedmiotu	Systemy informatyczne w medycynie
Wersja przedmiotu	2021L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informatycznych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI,( Semestr 2 modelowy )- Aparatura medyczna-mgr.-EITI,( Semestr 2 modelowy )- Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Inżynieria biomedyczna-mgr.- EITI,Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 1
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	62	2.48
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	53	2.12
Razem	115	4.60 ( 4.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	2
Razem	62

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	53
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Projekt	<p>Celem projektu jest wykorzystanie wiedzy zdobytej na wykładzie i w trakcie ćwiczeń laboratoryjnych do realizacji fragmentu systemu archiwizacji obrazów medycznych. Projekt jest realizowany w zespołach pięcioosobowych. Zadania projektowe dotyczą importu obrazów DICOM do bazy danych, weryfikacji metadanych obrazów za pomocą schematów XSD, realizacji zarządzania plikami obrazowymi w systemie plików, generacji komunikatów HL7 wyzwalanych zdarzeniami w bazie danych, indeksowania tabeli obrazów za pomocą ikon, itp. W ramach realizacji zadania projektowego przewidziane są spotkania ewaluacyjne mające na celu ocenę postępu prac. Odbiór projektu polega na: prezentacji multimedialnej projektu, omówieniu kodu źródłowego, i przeprowadzeniu eksperymentu demonstrującego działanie opracowanego rozwiązania. Wymagane jest dostarczenie kodu źródłowego z dokumentacją.</p>
Laboratorium	<p>Laboratorium pozwala osiągnąć umiejętności praktyczne i stanowi przygotowanie do projektu. W ramach laboratorium studenci konfiguruje otwartoźródłowy system zarządzania bazą danych. Zapoznają się z obsługą bazy danych z poziomu konsoli z linią poleceń oraz poleceniami języka SQL. Definiują schemat obrazowej bazy danych oparty na hierarchicznym modelu danych standardu DICOM lub referencyjnego modelu informacyjnego standardu HL7. Konfiguruje bibliotekę ODBC. Przeprowadzają testy definiowania danych i manipulacji danymi z poziomu języka C. Dokonują importu obrazowych badań medycznych z wykorzystaniem bibliotek obsługujących standard DICOM.</p>

1. Wprowadzenie w problematykę informatyki medycznej. Definicje podstawowych pojęć informatyki medycznej. Definicja informatyki biomedycznej. Informatyzacja ochrony zdrowia. Medycyna i ochrona zdrowia jako specyficzne pole zastosowań informatyki. Aspekty prawne przetwarzania danych w ochronie zdrowia. Klasyfikacja systemów informatycznych stosowanych w systemie ochrony zdrowia: podział według skali, typu, struktury i poziomu informacji. System informatyczny jako wyrób medyczny. Dedykowane standardy informatyki medycznej. Organizacje i instytucje rozwijające informatykę medyczną.
2. Systemy informatyczne w ochronie zdrowia w Polsce. Status prawny systemów informacji medycznej. Standardy: DICOM, XML i HL7. Systemy informatyczne w Narodowym Funduszu Zdrowia. System zarządzania obiegiem informacji SZOI. Informatyzacja ochrony zdrowia realizowana przez Ministerstwo Zdrowia (CSIOZ). Elektroniczna platforma gromadzenia, analizy i udostępniania zasobów cyfrowych o zdarzeniach medycznych. Elektroniczna dokumentacja medyczna. Planowany rozwój systemów informatycznych w ochronie zdrowia w Polsce. Rejestr podmiotów. Dziedziny systemy teleinformatyczne w ochronie zdrowia.
3. Standard kodowania i transmisji cyfrowych obrazów medycznych DICOM. Rozwój standardu. Obiektowa definicja usług. Para usług – obiekt informacyjny. Operacje sieciowe i dotyczące nośników wymiennych. Obiektowy model świata rzeczywistego. Obiekty informacyjne, jednostki, moduły i atrybuty. Znacznikowy format danych. Zbiór danych. Struktura elementu danych. Składnia transmisji. Domyślne składnie transmisji dla danych nieskompresowanych i skompresowanych. Kodowanie pikseli obrazu. Kodowanie sekwencji obrazów.
4. Warstwowy model komunikacji sieciowej w standardzie DICOM. Protokół warstwy wyższej DICOM dla usług asocjacji. Struktura komunikatów asocjacji. Protokół warstwy aplikacji. Struktura komunikatów usług sieciowych DIMSE. Protokół warstwy wyższej (DUL) i struktura komunikatów. Przykładowe klasy usług i komunikaty sieciowe. Model organizacji plików na nośnikach wymiennych - plik DICOMDIR. Format pliku w standardzie DICOM. Biblioteki do obsługi standardu DICOM.
5. Język XML. Koncepcja znacznikowego metajęzyka. Elementy i atrybuty. Drzewiasta struktura danych. Struktura pliku XM i prologu. Przestrzenie nazw. Instrukcje przetwarzania. Opis i weryfikacja dokumentów XML za pomocą schematów. Struktura schematów XSD. Projektowanie w języku XML: XSLT, XPath, XQuery. Transformacja dokumentów XML. Struktura wzorców XSL. Obiektowy model danych DOM. Drzewiasta struktura klasy kontenera. Własności i metody interfejsu programistycznego.

	<p>6. Zastosowanie XML w standardach informatycznych dotyczących medycyny i ochrony zdrowia. Inicjatywy Europejskiego komitetu normalizacji. Modele informacji. Terminologia i reprezentacja wiedzy. Interoperacyjność i bezpieczeństwo systemów informatycznych. Przykłady zastosowań języka XML w medycznych systemach informatycznych. Wymiana informacji pomiędzy świadczeniodawcami a NFZ. Komunikaty XML. Kolejka oczekujących pacjentów. Implementacja e-Recepty w krajach Unii Europejskiej (Belgia, Polska). Struktura komunikatu przekazywania elektronicznego rekordu pacjenta (EHR). Weryfikacja zgodności e-Recepty za pomocą schematów XSD. Generacja wydruku za pomocą transformacji XSL.</p> <p>7. Standardy HL7. Standard komunikacji informatycznych systemów medycznych HL7 v2 i HL7 v3. Terminologia standardu HL7 v2. Rodzaje komunikatów i typy danych. Struktura komunikatów: segmenty, pola i komponenty. Koncepcja komunikacji w standardzie HL7 w wersji 3. Terminologia i typy danych w obiektowym referencyjnym modelu informacji (HL7 RIM). Struktury wspomagające: scenariusze, zdarzenia, modele interakcji, role aplikacji. Kodowanie komunikatów w języku XML. Referencyjny model informacyjny (RIM). Definicja klas informacji, dziedziczenia i relacji w języku UML.</p> <p>8. Standard HL7 CDA i CCD. Koncepcja elektronicznej karty pacjenta. Pojęcie dokumentu klinicznego. Struktura komunikatu: nagłówek i zawartość komunikatu. Przykładowe komunikaty. Struktura komunikatu z kartą pacjenta. Standard HL7 MIF. Format kodowania modelu informacyjnego RIM. Standard HL7 Arden Syntax. Reprezentacja wiedzy medycznej i wspomaganie decyzji w medycynie. Standard HL7 Development Framework. Formalna metodologia rozwoju standardu. Model obiektowy. Zastosowanie języka UML w opisie danych i interakcji. Standard HL7 CCOW.</p> <p>9. Pojęcie bazy danych. Funkcje i zalety systemów zarządzania bazą danych. Schemat bazy danych. Modele danych. Model związków encji. Relacyjny model danych z algebrą relacji. Relacyjne bazy danych. Język zapytań SQL. Język definicji danych. Język manipulacji danymi. Definiowanie schematu bazy danych. Typy danych i ich dziedziny. Tabele. Relacje. Klucze główne, kandydujące i obce. Dodawanie i kasowanie krotek. Zapytania i warunki zapytań. Sortowanie i funkcje wbudowane. Złączenia. Indeksy tabel. Obsługa transakcji. Widoki.</p> <p>10. Dostęp do bazy danych z poziomu języka programowania. Rozwiązania specyficzne producentów i rozwiązania niezależne. Wbudowany SQL, moduły SQL kompilowane w bazie danych, interfejsy na poziomie wywołań poleceń SQL (CLI). Biblioteka Open Database Connectivity – ODBC. Biblioteka JDBC.</p>
--	---

	<p>11. Systemy archiwizacji diagnostycznych obrazów medycznych. Koncepcja obrazowej bazy danych. Zalety wykorzystania SZBD. Reprezentacja obrazów i metadanych w relacyjnym modelu bazy danych. Metadane w formatach obrazów cyfrowych (EXIF, IPTC). Funkcje systemów bazodanowych do przetwarzania obrazów. Hierarchiczny model świata rzeczywistego w standardzie DICOM. Metadane standardu DICOM. Metody zapisu obrazów medycznych na poziomie fizycznym. Binarne obiekty o dużych rozmiarach (BLOBs) a obrazy medyczne. Indeksowanie obrazów za pomocą ikon (thumbnails). Import i eksport danych z poziomu języka programowania. Wsparcie formatu DICOM w bazach danych. Biblioteka Oracle Multimedia DICOM. Przykładowe obrazowe bazy danych.</p> <p>12. Cyfrowe diagnostyczne obrazy medyczne. Obrazy światła widzialnego i obrazy pseudokolorowane. Charakterystyka obrazów z różnych technik diagnostycznych. Próbkowanie przestrzenne i kwantyzacja. Metadane obrazów w standardzie DICOM. Próbkowanie w funkcji czasu – obrazy wieloklatkowe. Transformacja wartości fizycznych na kolor – pseudokolorowanie. Paleta monochromatyczne odcieni szarości i palety kolorowe. Reprezentacja koloru w przestrzeniach barw (RGB). Mapy bitowe. Opis pseudokolorowania w standardzie DICOM.</p> <p>13. Język UML. Modelowanie oprogramowania. Wykorzystanie języka UML w projektowaniu systemów informatycznych. Składnia języka. Elementy systemu w języku UML. Diagramy strukturalne, behawioralne, interakcji i organizacji modelu. Perspektywy: przypadków użycia, projektowa, procesowa, implementacyjna i wdrożeniowa. Diagramy UML na przykładzie problemu producent-konsument programowania równoległego. Diagramy: pakietów, przypadków użycia, klas, stanów, czynności, synchronizacji wątków.</p>
--	--

Tabela: Efekty uczenia się

## Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna pojęcia i zagadnienia występujące w informatyce medycznej oraz informatyzacji ochrony zdrowia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe systemów informatycznych w ochronie zdrowia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z wytwarzaniem i eksploatacją systemów informatycznych w ochronie zdrowia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W05
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	W pogłębionym stopniu zna wybrane standardy informatyczne stosowane w medycynie i ochronie zdrowia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

## Część I

<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Ma wiedzę ogólną z zakresu projektowania, budowy i integracji systemów informatycznych przechowujących dane medyczne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W06
Opis	Zna zasady budowy systemów archiwizacji diagnostycznych obrazów medycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – bazodanowy system informatyczny przechowujący dane medyczne, a w szczególności dane obrazowe.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U03, U04, U07
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi zrealizować oprogramowanie do przetwarzania danych w systemach archiwizacji danych obrazowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U07
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi wykonać dokumentację projektu informatycznego i zaprezentować projekt różnym odbiorcom.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U04, U07
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Rozumie potrzebę śledzenia rozwoju nowych standardów i technologii, a co za tym idzie konieczności ciągłego samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06

### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, w tym reprezentantami sektora ochrony zdrowia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do realizacji projektu w zespole i ponoszenia odpowiedzialności.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03
<b>Kod efektu</b>	K03
Opis	Jest świadomy uwarunkowań prawnych i społecznych zastosowań informatyki w ochronie zdrowia i związanej z tym odpowiedzialności zawodowej; jest gotów do przestrzegania zasad etyki obowiązujących w medycynie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K04



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	114B-IBxxx-MSP-PSB
Nazwa przedmiotu	Przetwarzanie sygnałów biomedycznych
Wersja przedmiotu	2020L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI,( Semestr 2 modelowy )- Aparatura medyczna-mgr.-EITI,( Semestr 2 modelowy )- Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Inżynieria biomedyczna-mgr.- EITI,Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 1
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h
Projekt	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	65	2.60
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	115	4.60 ( 4.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	65

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

### Laboratorium

- Aplikacje wybranych metod przetwarzania sygnałów:
  1. Uśrednianie
  2. Estymacja widmowej gęstości mocy
  3. Spektrogram
  4. Transformacja Hilberta
  5. Empirical Mode Decomposition (EMD)
  6. Analiza falkowa
  7. Filtracja
- Analiza rzeczywistych i symulowanych sygnałów biomedycznych
- Identyfikacja składowych sygnału i określanie ich parametrów

Wykład	<p><b>Wprowadzenie do przetwarzania sygnałów biomedycznych</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Właściwości wybranych sygnałów biomedycznych</li> <li>• Zakłócenia i szумы w sygnałach biomedycznych</li> <li>• <b>Analiza częstotliwościowa sygnałów</b></li> <li>• Szereg Fouriera i przekształcenie Fouriera w przetwarzaniu sygnałów</li> <li>• Twierdzenie o próbkowaniu</li> <li>• Dyskretnie przekształcenie Fourier</li> <li>• <b>Procesy losowe w analizie sygnałów biomedycznych</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Stacjonarność i ergodyczność</li> </ul> </li> <li>• Twierdzenie Wienera-Chinczyna</li> <li>• Estymacja parametrów procesów losowych (wartość średnia, wariancja, kowariancja, autokowariancja, korelacja, autokorelacja, współczynnik korelacji i autokorelacji, widmowa gęstość mocy)</li> <li>• Uśrednianie</li> <li>• <b>Transformacja Hilberta i jej zastosowania</b> Definicja i właściwości transformacji Hilberta</li> <li>• Sygnał analityczny</li> <li>• Przykłady zastosowań (separacja kierunkowych sygnałów dopplerowskich, detekcja obwiedni, estymacja opóźnienia, wykorzystanie fazy sygnału analitycznego do estymacji opóźnienia)</li> <li>• <b>Filtracja sygnałów</b> Filtry liniowe FIR i IIR</li> <li>• Znaczenie liniowości charakterystyki fazowej</li> <li>• Wyznaczanie pochodnej danych dyskretnych, transformator Hilberta, interpolator, decymator</li> <li>• Banki filtrów i kwadraturowe filtry lustrzane</li> <li>• Filtracja homomorficzna</li> <li>• Filtracja adaptacyjna</li> <li>• Przykłady zastosowań (filtracja sygnałów dopplerowskich wywołanych przez aktywność ruchową płodu, adaptacyjna eliminacja zakłóceń sieciowych, adaptacyjna eliminacja EKG matki, filtracja homomorficzna sygnału mowy)</li> <li>• <b>Analiza czasowo-częstotliwościowa</b> Spektrogram i prezentacje czasowo-częstotliwościowe</li> <li>• Transformacja falkowa</li> <li>• Przykłady zastosowań (sygnał mowy, sygnał EKG, analiza sygnałów dopplerowskich)</li> <li>• <b>Metody analizy widmowej wykorzystujące modele wymiernej funkcji przenoszenia i inne</b> Modele autoregresyjne i estymacja współczynników modelu</li> <li>• Metoda Minimalnej Wariancji</li> <li>• Przykłady zastosowań (analiza sygnału dopplerowskiego)</li> <li>• <b>Metoda EMD</b> Przykłady zastosowań (analiza sygnału dopplerowskiego powodowanego przez ruchy płodu)</li> <li>• <b>Inne zastosowania w przetwarzaniu sygnałów biomedycznych</b> Estymacja opóźnienia w zastosowaniach biomedycznych (analiza zmienności rytmu serca, estymacja rytmu serca płodu, elastografia ultradźwiękowa)</li> <li>• Dekompozycja i rekonstrukcja sygnału (EMD i przekształcenie falkowe)</li> <li>• Detekcja ruchów pseudooddechowych płodu</li> <li>•</li> </ul>
--------	--

## Część I

Projekt	Samodzielne rozwiązanie problemu z zakresu przetwarzania sygnałów biomedycznych, np.: Estymacja parametrów sygnału dopplerowskiego prędkości przepływu krwi <ul style="list-style-type: none"><li>• Estymacja rytmu serca płodu na podstawie sygnału dopplerowskiego</li><li>• Analiza widmowa interwałów RR</li><li>• Filtracja homomorficzna sygnału mowy</li><li>• Detekcja ruchów pseudooddechowych płodu</li><li>• Projekt realizowany w środowisku MATLAB.</li></ul>
---------	--

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna metody analizy sygnałów niestacjonarnych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna uwarunkowania i metody filtracji sygnałów biomedycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna zastosowania i ograniczenia przetwarzania sygnałów biomedycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi uzyskać i zinterpretować reprezentację czasowo-częstotliwościową sygnałów biomedycznych .
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Ma umiejętność identyfikacji struktury nieznanego sygnału.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi pracować w zespole.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Potrafi przygotować dokumentację przeprowadzonych eksperymentów numerycznych oraz przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U07

### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi wykorzystać wiedzę teoretyczną w rozwiązywaniu praktycznych problemów przetwarzania sygnałów biomedycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	1140-00000-MSP-2002
Nazwa przedmiotu	Matematyka dyskretna
Wersja przedmiotu	1900Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Mechatroniki
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI,( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,Przedmioty obowiązkowe dla studiów tutorskich - realizacja sem. zimowym
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h
Ćwiczenia	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	66	2.64
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	34	1.36
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	6
Razem	66

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	34
---	----

**03. Treści kształcenia**

Projekt	<ul style="list-style-type: none"><li>Projekt indywidualny: algorytmy generowania zbiorów. Algorytmy BFS i DFS.</li><li>Projekt grupowy: realizacja wybranych algorytmów grafowych.</li></ul>
---------	---

## Część I

Ćwiczenia	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elementy logiki matematycznej. Dowodzenie. Elementy teorii zbiorów.</li><li>• Elementy kombinatoryki. Wzór Newtona. Podziały liczb i zbiorów.</li><li>• Zasada włączania i wyłączania.</li><li>• Rekurencja. Funkcje tworzące.</li><li>• Wstęp do teorii grafów. Spójność.</li><li>• Cykl Eulera. Cykl Hamiltona.</li><li>• Planarność.</li><li>• Drzewa.</li><li>• Kolorowanie grafów.</li></ul>
Wykład	<ul style="list-style-type: none"><li>• Elementy logiki matematycznej. Teoria zbiorów i algorytmy generowania zbiorów. Indukcja matematyczna.</li><li>• Podstawy kombinatoryki. Prawa zliczania. Generowanie obiektów kombinatorycznych.</li><li>• Współczynnik dwumianowy. Zasada włączania i wyłączania.</li><li>• Rekurencja. Funkcje tworzące.</li><li>• Podstawowe pojęcia teorii grafów. Komputerowa reprezentacja grafów.</li><li>• Grafy Eulera i Hamiltona.</li><li>• Drzewa. Drzewa najkrótszych ścieżek.</li><li>• Algorytmy przeszukiwania grafów.</li><li>• Planarność.</li><li>• Kolorowanie grafów. Algorytmy kolorowania grafów.</li><li>• Skojarzenia.</li><li>• Sieci przepływowe.</li></ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	MD_W01
Opis	Zna podstawy kombinatoryki, w tym podstawowe zasady zliczania zbiorów skończonych, rekurencję i indukcję matematyczną do rozwiązywania problemów o charakterze dyskretnym
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
<b>Kod efektu</b>	MD_W02
Opis	Zna podstawy teorii grafów, w tym metody przeszukiwania grafów oraz optymalizacji dla zadań dyskretnych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	MD_U01
Opis	Umie formułować problemy dotyczące zagadnień matematyki dyskretnej i pozyskiwać potrzebne informacje z różnych dostępnych źródeł
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
<b>Kod efektu</b>	MD_U_02
Opis	Umie implementować algorytmy przeszukiwania grafów oraz optymalizacji dla zadań dyskretnych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	MD_K01
Opis	Potrafi precyzyjnie formułować pytania, służące pogłębieniu własnego zrozumienia zagadnień dotyczących matematyki dyskretnej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

**Część I**

Kod efektu	MD_K02
Opis	Potrafi pracować w zespole
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03

## SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103A-IBIBM-MSP-BST
Nazwa przedmiotu	Biostatystyka
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI, ( Semestr 2 modelowy )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

## Część I

### 01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

### 02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	55	2.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	105	4.20 ( 4.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	55

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

### 03. Treści kształcenia



1. Wprowadzenie do biostatystyki jako nauki: elementy metodologii badań, analiza danych w poznaniu naukowym i obiektywnej ocenie; modelowy opis zdarzeń i zjawisk masowych, informacja vs struktury wiedzy oraz jakość ich oceny.
2. Środowisko danych biomedycznych a metody opisu i odkrywania informacji medycznych: w danych jakościowych i ilościowych, rodzaje i skale zmiennych biomedycznych.
3. Podstawowy opis zmiennych: rozkłady (punkowe i ciągłe), miary charakterystyk statystyk opisowych (centralne, pozycyjne, dyspersji), przedziały ufności dla danych eksperymentalnych, niepewność wyniku a cechy estymacji punktowej i przedziałowej.
4. Schematy losowań prób i schematy badań (obserwacyjnych i eksperymentalnych), reprezentatywność próby, charakterystyka wyników pomiarów sprzętowych w typowych badaniach przesiewowych i diagnostycznych.
5. Statystyki opisowe i badania zależności zmiennych i grup przy użyciu pakietu TIBCO Statistica™ – reguły wyboru narzędzi i zasady sprawdzenia założeń teoretycznych w analizie danych dla różnych typów zmiennych, użycie modelerów pakietu.
6. Weryfikacja hipotez parametrycznych/ nieparametrycznych dla danych eksperymentalnych: testy istotności parametrów (średnia, mediana, frakcja i wariancja), testy niezależności grup i zmiennych oraz zgodności rozkładów.
7. Stosowania testów statystycznych zmiennych jakościowych i ilościowych oraz praktyczna interpretacja wyników - wartość istotności testowej p i interpretacja wyników testów przy porównywaniu grup.
8. Reguły wnioskowanie statystycznego w przypadkach danych biostatystycznych – wybrane testy: t-Studenta, z, u, chi2 (niezależności i zgodności), Kołmogorowa, McNemary, U-ManaWhitneya, Wilcoxona, Kruskala-Wallisa, serii Walda-Wolfowitza.
9. Badanie współzależności i powiązania wielu zmiennych, grup czynnikowych i zmiennych metodami korelacyjnymi i regresji wieloczynnikowej, analiza wariancji: ANOVA i MANOVA oraz nieparametrycznej.
10. Specyfika badania zależności przyczynowo-skutkowych w analizie danych biomedycznych, kryteria przyczynowości Hilla, ocena testu diagnostycznego (czułość, specyficzność, F1), krzywa ROC.
11. Analiza przeżycia - model Kaplana Meiera i hazardu proporcjonalnego Coxa - w ocenie skuteczności leków, czasu życia i przeżycia w zagadnieniach demograficznych, model statystyczny ewolucji epidemii.
12. Zasady prowadzenia eksperymentu naukowego i badania biostatystycznego – metodologia w odniesieniu do badań obserwacyjnych i eksperymentalnych, metody walidacji danych, zagadnienie hipotez naukowych w oparciu o zasady Evidence-Based Medicine (EBM).
13. Miary epidemiologiczne w populacji; metody standaryzacji i ich porównywanie, miary w badaniach eksperymentalnych i obserwacyjnych - estymacja ryzyka i ilorazu szans; statystyczne uwarunkowania jakości tych miar, wpływ interakcji czynników i zmiennych zakłócających z punktu widzenia jakości oceny.

## Część I

	14. Wielośrodkowe badania skriningowe i populacyjne - interpretacja metod zbierania; szeregi czasowe i big data, porównywanie wyników klasyfikacji zmiennych i grup, analiz związków oraz zależności czynnikowe.
Laboratorium	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wprowadzenie do pakietu analizy danych TIBCO Statistica, definicje typów skal pomiarowych, kodowanie, dane odstające i tworzenia reprezentacji graficznej dla miar statystyk opisowych zmiennych jakościowych i ilościowych.</li> <li>2. Analiza eksperymentalnych zmiennych nominalnych i porządkowych – czyszczenie, braki i ważenie, rozkłady, analiza rozpoznawcza i klasyfikacja, korelacyjne miary związku, analiza przyczynowa i diagnostyczna – miary, wskaźniki, tablice korelacyjne.</li> <li>3. Weryfikacja hipotez parametrycznych i nieparametrycznych dla zmiennych jakościowych i ciągłych.</li> <li>4. Analiza wariancji ANOVA i regresji dla zmiennych jakościowych, wieloczynnikowe analizy wariancji MANOVA dla zmiennych ilościowych.</li> <li>5. Test diagnostyczny, krzywa ROC, ocena ryzyka w badaniu epidemicznym, model krzywej przeżycia dla wybranych analiz chorób i leków i modele epidemii.</li> </ol>

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna podstawowe pojęcia, metody oraz techniki biostatystyczne związane z prawidłową analizą różnych danych/wyników medycznych w odniesieniu do praktycznych zagadnień inżynierii biomedycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna podstawowe pojęcia, procesy i sposoby analiz oraz symulacji w odniesieniu do ilościowych i jakościowych danych pochodzących z badań obserwacyjnych (klinicznych, epidemicznych/populacyjnych), a także z procesów diagnozy oraz wyników z medycznych pomiarów wykonanych sprzętowo.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania i aspekty działalności zawodowej związanej z powstawaniem, gromadzeniem i przetwarzaniem danych w strukturze systemu ochrony zdrowia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Zna w pogłębionym stopniu wybrane uwarunkowania metodologii prowadzenia badań obserwacyjnych stosowane w medycynie i ochronie zdrowia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi ocenić jakość zgromadzonych danych, miar powiązań oraz estymowanych parametrów modeli w opisie zjawisk dla próby i populacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U04

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umie skutecznie wykorzystać metody analiz i symulacji statystycznych w odniesieniu do medycznych danych pomiarowych lub pochodzących z badań populacyjnych oraz skutecznie wykorzystać możliwości wybranego pakietu statystycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U05
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi wybrać metody analizy statystycznej dla pojedynczej zmiennej i wielu zmiennych oraz estymować parametry rozkładów i powiązań korzystając z opisu korelacyjnego, regresyjnego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03

**Kompetencje społeczne**

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Umie pracować samodzielnie i zespołowo, przeanalizować postawione przed nim zadanie i zaproponować jego rozwiązania, koncertując się nad wykonaniem zadania analitycznego (symulacyjnego) i przygotowaniem wniosków merytorycznych. Dodatkowo student docenia znaczenie oceny jakości zebranych danych i otrzymanych wyników, stanowiącej o profesjonalizmie w pracy inżyniera i analityka danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do współpracy z personelem medycznym epidemiologicznym i demograficznym w obszarze przygotowania, pozyskania i analizowania danych obserwacyjnych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03, K04

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-IBIBM-MSP-PWUM
Nazwa przedmiotu	Programowanie wbudowane w urządzeniach medycznych
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI, ( Semestr 2 modelowy )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	45	1.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	30	1.20
Razem	75	3.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	45

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	30
---	----

**03. Treści kształcenia**

1. Układy cyfrowe: parametry (poziomy napięcie, margines szumów, czas propagacji, moc pobierana, współczynnik dobroci, obciążalność), typowe rodziny (bipolarne, CMOS), rodzaje wejść (zwykłe, Schmitta) oraz wyjść (przeciwsobne, typu OC/OD, trójstanowe), zasady łączenia układów różnych rodzin.
2. Budowa CPU (układ sterowania, układ wykonawczy, generator sygnału takt.) i sposób działania (pamięć-kody rozkazów i dane, cykl rozkazowy, maszynowy, zegarowy), struktura mikrokontrolera (jednostka centralna, pamięć, układy wej./wyj.), mikrokontrolery o architekturze von Neumanna/Harvard/ zmod. Harvard, otwartej/zamkniętej, mikroprocesory typu RISC i CISC, architektura ARM.
3. Pamięci półprzewodnikowe RAM, EPROM, EEPROM, Flash EPROM w systemach mikroprocesorowych.
4. Przerwania w mikrokontrolerach – jednopoziomowe i wielopoziomowe, z priorytetami i bez priorytetów, metody identyfikacji źródła zgłoszenia (przeglądanie, system łańcuchowy z wektoryzacją, koder priorytetowy), czułość na poziom oraz zbocze wejścia przerywającego.
5. Sprzęganie mikrokontrolera ze światem zewnętrznym "cyfrowym" (urządzeniami zewnętrznymi), metody transmisji (strobowana/z potwierdzeniem, programowa/ster. przerwaniami/ z bezp. dostępem do pamięci, szeregowo/równoległa, synchroniczna/asynchroniczna, symetryczna/asymetryczna).
6. Sprzęganie mikrokontrolera ze światem zewnętrznym „analogowym” – przetworniki A/C i C/A, komparatory analogowe, PWM jako metoda wytwarzania przebiegów analogowych do celów sterowania.
7. Przegląd typowych zastosowań systemów wbudowanych w urządzeniach medycznych (ochronie zdrowia): tomografy CT/MRI, ultrasonografy, defibrylatory, mierniki przepływu powietrza, glukometry, mierniki ciśnienia krwi, monitory pracy serca, pompy infuzyjne. Omówienie podstawowych zasad bezpieczeństwa pacjenta oraz zagadnień niezawodności (w odniesieniu do sprzętu i oprogramowania) systemów wbudowanych w urządzeniach medycznych – np. pompa infuzyjna do podawania glukozy. Omówienie zagadnień efektywności energetycznej systemów wbudowanych w urządzenia medycznych noszonych przez pacjenta.
8. Rodzina mikrokontrolerów Intel MCS-51 (8051) – przykład układu o strukturze otwartej typu CISC; architektura wew., cykle maszynowe, system przerwań, lista rozkazów i tryby adresowania, układy portów we./wyj. podsystem czasowo licznikowy. Podstawy programowania w assemblerze. Wersje 8051 produkowane przez niezależne firmy.

	<p>9. Rodzina mikrokontrolerów ATmega (ATmega32) – przykład układu o strukturze zamkniętej typu RISC. Architektura wew., rejestry: ogólnego przeznaczenia/ robocze/funkcyjne, tryby adresowania, zegar systemowy, układy zerowania, system przerwań, możliwości dołączenia zew. pamięci danych, zintegrowane układy peryferyjne (porty wej./wyj., pamięć EEPROM, układy licznikowe, interfejsy szeregowy), komparator analogowy, przetwornik A/C. Podstawy programowania w assemblerze Programowanie w języku C z wykorzystaniem platformy Arduino lub środowiska Atmel Studio.</p> <p>10. Specyfika programowania w języku C dla mikrokontrolerów. Typowe rozszerzenia standardu ANSI C na przykładzie kompilatora dla mikrokontrolerów AVR.</p> <p>11. Rodzina mikrokontrolerów STM32 – przykład rozbudowanego mikrokontrolera (embedded processor) o architekturze ARM. Architektura wew., rejestry, organizacja pamięci, podstawowe elementy rdzenia, porty GPIO, kontroler przerwań NVIC, zegar czasu rzeczywistego RTC, liczniki uniwersalne (możliwości generowania sygnału PWM), mechanizm DMA, układ przetwornika A/C, interfejsy szeregowy. Programowanie w języku C z wykorzystaniem platformy STM32duino (Arduino for STM32) – STM32-Nucleo lub środowiska Attolic True Studio + STM32CubeMX.</p> <p>12. Narzędzia uruchomieniowe dla systemów mikroprocesorowych – symulator programowy, monitor, symulator układowy, emulator.</p> <p>13. Typowe interfejsy standardowe w mikrokontrolerach – UART (RS232/RS422/RS423/RS485), SPI, I2C, USB.</p> <p>14. Wykorzystanie systemów czasu rzeczywistego w urządzeniach medycznych z mikrokontrolerami. Mikrokontrolery (mikroprocesory) w postaci rdzeni ICore w układach FPGA – NIOS.</p>
--	---

## Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium pozwala osiągnąć praktyczną umiejętność oprogramowania systemu mikrokontrolerowego wbudowanego w urządzenie medyczne (zarówno w assemblerze jak i w języku wysokiego poziomu - języku C). Obejmuje 5 ćwiczeń każde po 3 godz.</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Oprogramowanie systemu mikroprocesorowego z mikrokontrolerem Intel 8051 w assemblerze; uruchomienie stworzonego programu przy pomocy symulatora programowego w trybie pracy krokowej; wymiana informacji z systemem przy pomocy bezp. wejścia (przyciski) i bezp. wyjścia (diody LED); obsługa przerwań zew.</li> <li>2. Oprogramowanie platformy Arduino w języku C - odczyt klawiatury (lub przycisków), wyświetlanie informacji na wyświetlaczu LED (LCD).</li> <li>3. Oprogramowanie platformy Arduino w języku C - wykorzystanie układów licznikowych do pomiaru czasu/ częstotliwości przy użyciu przerwań; wytwarzanie sygnału cyfrowego z zadaniem wypełnienia (PWM) do celów przetwarzania C/A; podstawy użycia wewnętrznego przetwornika A/C do pomiaru napięcia; sprzęgnięcie mikrokontrolera z zew. czujnikiem temperatury przy pomocy interfejsu SPI (opcjonalna komunikacja z komp. PC przy pomocy terminala)</li> <li>4. STM32 – Oprogramowanie platformy STM32duino w języku C: wykorzystanie układów DMA do odbioru i przesyłania danych z interfejsu szeregowego oraz przetwornika A/C</li> <li>5. STM32 – Oprogramowanie platformy STM32duino w języku C: wykorzystanie rozszerzenia w postaci modułu z wyświetlaczem graficznym LCD i ekranem dotykowym</li> </ol>
--------------	--

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma wiedzę nt. parametrów układów cyfrowych różnych rodzin stosowanych w systemach wbudowanych oraz metod ich łączenia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Ma wiedzę nt. architektur mikrokontrolerów; typowych systemów przerwań oraz zintegrowanych układów peryferyjnych w tym interfejsów lokalnych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Ma wiedzę nt. inicjowania mikrokontrolera w pożądanej konfiguracji sprzętowej; zna sposoby konfigurowania popularnych środowisk programistycznych dla mikrokontrolerów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Ma wiedzę nt. aktualnych tendencji rozwojowych mikrokontrolerów w tym wykorzystania oprogramowania typu RTOS realizacji mikrokontrolerów w systemach wbudowanych w układach programowalnych FPGA
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W05

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
-------------------	-----

**Część I**

Opis	Umie skonfigurować mikrokontroler (std. 8051/AVR/ARM) do pracy w założonej konfiguracji sprzętowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U07
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Umie wymieniać informację między mikrokontrolerem a światem zewnętrznym z wykorzystaniem portów wej./wyj. (klawiatura i wyświetlacz); umie wykorzystać standardowe interfejsy szeregowo dostępne w mikrokontrolerze
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U07
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Umie zrealizować pomiar czasu i częstotliwości; umie wytworzyć sygnały analogowe z wykorzystaniem PWM, umie przetwarzać sygnały analogowe przy użyciu przetwornika A/C
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U07
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do realizacji projektu w zespole i ponoszenia współodpowiedzialność
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-IBIBM-MSP-AMDD
Nazwa przedmiotu	Analiza medycznych obrazowych danych dynamicznych
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI, ( Semestr 3 modelowy )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	47	1.88
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	43	1.72
Razem	90	3.60 ( 3.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	2
Razem	47

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	43
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Definicja czterowymiarowej struktury danych obrazowych jako wielowymiarowej macierzy, jej reprezentacja cyfrowa, analityczny opis danych dynamicznych, formaty zapisu stosowane w przetwarzaniu i analizie;</li> <li>2. Analiza i charakteryzowanie przepływu w modelu kompartmentowym, teoria rozcieńczania znacznika, modelowanie układów równań różniczkowych w programie SIMULINK;</li> <li>3. Wprowadzenie do technik tomograficznych, przegląd protokołów skanowania, obszary zastosowań. Podstawy fizyczne wybranych technik tomograficznych oraz charakterystyka środków cieniujących używanych w dynamicznych protokołach skanowania; Podstawowe pojęcia związane z akwizycją danych dynamicznych.</li> <li>4. Wyznaczanie perfuzji narządowej z wykorzystaniem danych tomograficznych;</li> <li>5. Model fizjologiczny efektu BOLD, układ równań modelu 'baloon' zastosowanie wprost do detekcji zmian w mózgu, zastosowanie odwrotne w celu wyznaczania parametrów fizjologicznych.</li> <li>6. Wizualizacja danych.</li> <li>7. Metody oceny jakości obrazów tomograficznych.</li> </ol>
Projekt	<p>Celem projektu jest przekazanie studentom umiejętności wykonywania symulacji numerycznych, implementacji algorytmów i wizualizacji wielowymiarowych danych obrazowych. Studenci realizują zadania w języku C i w języku Matlab, SIMULINK i Phytton.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Modelowanie</li> <li>• Metody prezentacji i przetwarzania obrazów.</li> </ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna pojęcia i zagadnienia występujące w tomografii komputerowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe algorytmów rekonstrukcji obrazów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna zagadnienie problemu odwrotnego i wybrane metody i algorytmy optymalizacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z projektowaniem systemów obrazujących.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W05
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Ma wiedzę ogólną z zakresu podstaw fizycznych, zasady działania i budowy urządzeń tomograficznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W06
Opis	Zna metody prezentacji diagnostycznych obrazów medycznych.

**Część I**

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
---	-----

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm rekonstrukcji obrazów tomograficznych w wybranym języku programowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U04, U07
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi wyznaczyć model numeryczny pomiaru tomograficznego i zrealizować symulację numeryczną projekcji tomograficznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U07
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi wykonać pomiary testowe i zweryfikować jakość obrazów tomograficznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U04, U07

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do realizacji projektu w zespole i ponoszenia współodpowiedzialności.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-PPMGR
Nazwa przedmiotu	Pracownia problemowa magisterska
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Dyplomowanie )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, ( Dyplomowanie )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, ( Dyplomowanie )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	30	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	20	0.80
Razem	50	2.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	30

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	20
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Treści kształcenia	<p>Pracownia problemowa to początek współpracy Dyplomanta i Promotora. W ramach zajęć ustalane są:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>tematyka, zakres i cel pracy dyplomowej,</li> <li>narzędzia i metodologia wykorzystywana w pracy,</li> <li>zasady i formy współpracy Dyplomanta i Promotora.</li> <li>Opracowywany jest harmonogram prac. Dyplomant dokonuje przeglądu literatury i w zależności od specyfiki pracy określa wstępną dokumentację pracy w postaci algorytmów, schematów blokowych, opisów eksperymentów, itp. Efekty pracy przedstawia Promotorowi w postaci raportu. Treści kształcenia Pracowni Problemowej obejmują:</li> </ul> <p>1. Wprowadzenie do pracy dyplomowej</p> <p>Cel i struktura pracy dyplomowej. Wymagania formalne i merytoryczne. Etapy realizacji pracy dyplomowej.</p> <p>1. Metodyka badań naukowych</p> <p>Przegląd literatury i źródeł naukowych. Formułowanie hipotez badawczych. Metody zbierania danych Techniki analizy danych.</p>
--------------------	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student wie jak korzystać z ogólnodostępnych baz literaturowych i patentowych w celu określenia tematyki, zakresu i harmonogramu działań związanych z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Student wie jak opracować plan badawczy i zna sposoby weryfikacji, analizy i interpretacji wyników.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Student zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Student ma uporządkowaną wiedzę z zakresu obejmującego tematykę pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Student potrafi określić kierunki dalszego uczenia się i zrealizować proces samokształcenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Student potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	

## Część I

### Kompetencje społeczne

Kod efektu	K01
Opis	Student potrafi przedstawić i uzasadnić przyjęte założenia i plan działania związany z pisanem pracy magisterskiej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-INISY-MSP-PORR
Nazwa przedmiotu	Programowanie równoległe i rozproszone
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty obieralne )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, ( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Wytwarzanie )-Inteligentne systemy-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	62	2.40
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	117	4.60 ( 4.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	2
Razem	62

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zagadnienia podstawowe: klasyfikacja i architektura komputerów równoległych; procesory wielordzeniowe, dodatkowe jednostki wykonawcze AVX oraz GPU i akceleratory; obliczenia: wektorowe, współbieżne, równoległe, rozproszone, strumieniowe; rodzaje oprogramowania realizującego równoległość, istotne paradygmaty i modele programowania równoległego.</li> <li>2. Miary oceny efektywności obliczeń równoległych (współczynniki przyśpieszenia oraz wydajności, prawa Amdahla i Gustafsona-Barsisa, sprawność i skalowalność).</li> <li>3. Zagadnienia synchronizacji i wymiany informacji w obliczeniach równoległych i rozproszonych, podstawowe mechanizmy: zamek, semafor, monitor, bariera klasyczna i dwuczęściowa, zmienne specyficzne, zmienne i operacje atomowe, zmienne warunków, komunikaty (synchroniczne, asynchroniczne, blokujące, nieblokujące, buforowane, operacje kolektywne, itd.), tablice rozproszone.</li> <li>4. Wektoryzacja obliczeń we współczesnych komputerach opartych na architekturze x64, sposób wykorzystania jednostek wykonawczych AVX. Podstawowe informacje o obliczeniach ogólnego przeznaczenia wykorzystujących karty graficzne (GPGPU), pojęcia strumienia i jądra; najważniejsze cechy środowisk oprogramowania: CUDA, OpenACC, OpenMP od wersji 4.</li> <li>5. Elementy programowania współbieżnego na maszynach z pamięcią wspólną, narzędzia: klasyczne systemu UNIX, programowania wielowątkowego (wątki POSIX, wątki języka C według standardu C23, korutyny, język dyrektyw OpenMP).</li> <li>6. Elementy programowania na maszynach z pamięcią lokalną oraz w sieciach komputerowych, klastrach, gridach, chmurach; narzędzia: środowisko MPI, rodzina narzędzi RPC (w tym dokładniej gRPC).</li> <li>7. Obliczenia w klastrach i gridach, metody szeregowania zadań i alokacji zasobów, systemy zarządzające obciążeniem (PBS/Torque, Slurm), systemy zarządzania klastrami i gridami (Mosix, Unicore), energooszczędne centra obliczeniowe.</li> <li>8. Przetwarzanie Big Data – modele, paradygmat MapReduce, środowiska i platformy (Hadoop, Apache Spark). Modele przetwarzania w chmurze, architektura chmury obliczeniowej, technologie (OpenStack).</li> <li>9. Algorytmy synchroniczne: podstawowe algorytmy algebry liniowej w wersji równoległej, rozwiązywanie układów równań nieliniowych, równoległe metody optymalizacji.</li> <li>10. Algorytmy całkowicie lub częściowo asynchroniczne: założenia, zbieżność, zastosowanie do rozwiązywania dużych układów równań liniowych i nieliniowych, optymalizacji statycznej, routingu, szeregowania linków w wyszukiwarkach.</li> </ol>
--------	--



## Część I

Projekt	<p>Celem projektu jest zdobycie podstawowych praktycznych umiejętności w posługiwaniu się równoległym środowiskiem do obliczeń oraz wykonanie przykładowych obliczeń na maszynach równoległych, wielordzeniowych (także z wykorzystaniem AVX i GPU), jak również w klastrze stacji roboczych. Przewidywane są zadania związane z:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. badaniem algorytmów synchronicznych z wykorzystaniem dyrektyw zrównoleglających kompilatora (OpenMP) oraz mechanizmu wątków (POSIX, C23, Java/Julia/Rust/itd. threads) na maszynie równoległej z pamięcią wspólną;</li> <li>2. badaniem algorytmów rozproszonych w klastrze z wykorzystaniem oprogramowania: MPI, gRPC, Java RMI;</li> <li>3. badaniem efektywności obliczeń hybrydowych - ze zrównolegleniem na wiele rdzeni oraz symdyzacją (AVX, GPU);</li> <li>4. oceną efektywności różnych narzędzi do zrównoleglania programów napisanych w: Javie, C++, C#, , Julii, Pythonie, Rust, Go, itd., uruchamianych na maszynie wielordzeniowej, pracującej pod kontrolą systemu UNIX/Linux/macOS albo w sieci PC pod kontrolą MS Windows;</li> <li>5. oceną różnych platform przetwarzania Big data (Hadoop, Apache Spark, OpenStack, itp.);</li> <li>6. oceną symulacyjną różnych technik alokacji zasobów do zadań.</li> </ol>
---------	--

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student zna i rozumie główne tendencje rozwojowe informatyki technicznej i telekomunikacji w zakresie komputerów równoległych oraz systemów rozproszonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Student zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w równoległych i rozproszonych systemach informatycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Student w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu matematyki, dotyczące algorytmów i obliczeń równoległych i rozproszonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Student w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu projektowania, i integracji rozproszonych systemów informatycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W05

Część I	
Opis	Student w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu programowania równoległego i rozproszonego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, prowadzić debatę dotyczącą programowania równoległego i rozproszonego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Student potrafi kierować pracą zespołu programistów oraz współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych nad aplikacją równoległą i rozproszoną.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Student potrafi planować i realizować uczenie się przez całe życie nowych API do programowania równoległego i rozproszonego a także środowisk klastrowych i chmurowych oraz ukierunkowywać innych w tym zakresie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Student potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę - formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania, także z innych dziedzin, w nieprzewidywalnych warunkach z zakresu systemów równoległych i rozproszonych poprzez: - właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik programowania równoległego i rozproszonego - przystosowanie istniejących lub opracowanie nowych metod i narzędzi programowania równoległego i rozproszonego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Student potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i obliczenia komputerowe z zakresu przetwarzania równoległego i rozproszonego, interpretować uzyskane wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Student potrafi przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich z zakresu systemów oraz obliczeń równoległych i rozproszonych a także przy ich rozwiązywaniu: - wykorzystywać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne - oceniać aspekty ekonomiczne proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05
<b>Kod efektu</b>	U07

## Część I

Opis	Student potrafi przeprowadzić krytyczną analizę sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych z zakresu systemów równoległych i rozproszonych oraz programowania równoległego i rozproszonego i oceniać te rozwiązania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	
<b>Kod efektu</b>	U08
Opis	Student potrafi projektować - zgodnie z zadaną specyfikacją - oraz tworzyć aplikacje równoległe i rozproszone, używając odpowiednio dobranych metod, technik i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03

### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu z zakresu systemów równoległych i rozproszonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Student jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy, przewodzenia grupie twórców systemów oraz aplikacji równoległych i rozproszonych i ponoszenia odpowiedzialności za nią.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03
<b>Kod efektu</b>	K03
Opis	Student jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych w dziedzinie systemów równoległych i rozproszonych, w tym: - rozwijania dorobku zawodu informatyka zajmującego się programowaniem równoległym i rozproszonym - podtrzymywanie etosu zawodu programisty aplikacji równoległych i rozproszonych, - przestrzegania etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad w systemach rozproszonych, w tym w chmurach oraz sieciach społecznych w Internecie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K04

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-IBIBM-MSP-INGE
Nazwa przedmiotu	Inżynieria genetyczna
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	1

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	1	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	17	0.68
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	12	0.48
Razem	29	1.16 ( 1.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	15
Inne godziny kontaktowe	2
Razem	17

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	12
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wstęp do inżynierii genetycznej: definicje podstawowych pojęć, przegląd przykładowych zastosowań inżynierii genetycznej w medycynie, rolnictwie i przemyśle.</li> <li>2. Podstawowe pojęcia z zakresu biologii molekularnej. Budowa oraz właściwości kwasów nukleinowych i białek. Sposób organizacji i przepływu informacji genetycznej: geny, kod genetyczny, transkrypcja, składanie mRNA, translacja, potranslacyjne modyfikacje białek. Budowa genomu.</li> <li>3. Narzędzia i techniki inżynierii genetycznej. Enzymy wykorzystywane w rekombinacji DNA. Podstawowe procedury manipulacji cząstkami DNA: elektroforeza, amplifikacja metodą łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR) oraz klonowanie molekularne. Zastosowania PCR i klonowania w diagnostyce medycynie i produkcji leków. Nowe narzędzia edycji genomu: CRISPR/Cas.</li> <li>4. Współczesne metody sekwencjonowania DNA. Algorytmy składania sekwencji nukleotydowych na podstawie danych pomiarowych.</li> <li>5. Budowa i cykl życia komórek organizmów eukariotycznych. Sygnalizacja komórkowa i jej rola w podtrzymywaniu homeostazy i różnicowaniu komórek. Deregulacja szlaków sygnałowych w chorobach nowotworowych.</li> <li>6. Zastosowania inżynierii genetycznej w medycynie. Rodzaje komórek macierzystych, ich występowanie i potencjalne aplikacje w lecznictwie. Indukowalne komórki macierzyste (iPSC) jako nadzieja medycyny regeneracyjnej. Strategie terapii chorób uwarunkowanych genetycznie. Terapie genowe.</li> <li>7. Organizmy transgeniczne i biologia syntetyczna</li> </ol>
--------	---

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student zna nowoczesne techniki inżynierii genetycznej oraz możliwości ich użycia w biologii molekularnej i medycynie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Student zna medyczne zastosowania urządzeń służących do przeprowadzenia PCR oraz sekwencjonowania DNA
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Student ma wiedzę o algorytmów analizy wyników z technik sekwencjonowania DNA
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

#### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student rozumie znaczenie oraz konsekwencje stosowania technologii genetycznych w medycynie i inżynierii biomedycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Student potrafi użyć algorytmów składania sekwencji nukleotydowych na podstawie danych pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01

#### Kompetencje społeczne

**Część I**

Kod efektu	K01
Opis	Student jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści w zakresie inżynierii genetycznej oraz jej zastosowań w medycynie, a także rolnictwie i przemyśle
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	114A-IBxxx-MSP-TPAIB
Nazwa przedmiotu	Techniczne i prawne aspekty inżynierii biomedycznej
Wersja przedmiotu	2020L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI,Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 1
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	33	1.32
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	25	1.00
Razem	58	2.32 ( 2.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	3
Razem	33

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	25
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

### Treści kształcenia

Przedmiot wprowadza studentów w zagadnienia obowiązujących aktów prawnych, dopuszczenia aparatury medycznej do użytku klinicznego w Polsce, Europie i na świecie. Ponadto, omawiane są zagadnienia bezpieczeństwa elektrycznego, ochrony radiologicznej, bezpieczeństwa przetwarzania danych medycznych, sterylizacji; wyposażenie działów aparatury, zakres obowiązków (różne warianty wymagań). Przedstawiane są również oczekiwane wykształcenie i umiejętności, szkolenie podyplomowe, specjalizacja inżynieria medyczna (w systemie specjalizacji mających zastosowanie w ochronie zdrowia Min. Zdrowia).

1. Zakres współpracy w okresie gwarancyjnym i pogwarancyjnym, naprawy sprzętu medycznego wykonywanego w zakresie własnym i przez podmioty zewnętrzne (problem autoryzacji i dostarczania części zamiennych), szkolenia początkowe i uzupełniające.
2. Identyfikacja urządzeń - baza danych aparatury, komunikacja dział aparatury – użytkownicy aparatury - przyjmowanie zgłoszeń o awarii, zlecanie czynności serwisowych – na zewnątrz i do serwisu wewnętrznego, bieżąca kontrola aparatury, dopuszczania do ponownego użytkowania urządzenia.
3. Procedury kontroli codziennej, przeglądów okresowych zgodnie z zaleceniami producenta, napraw w zakresie własnym i realizowanych przez jednostki zewnętrzne, oceny stanu technicznego urządzeń medycznych, likwidacji lub przekazywania innym jednostkom sprzętu medycznego.
4. Bezpieczeństwo informacji w medycznych systemach informatycznych tworzone w oparciu o: wdrażaną politykę bezpieczeństwa, zarządzanie strukturami organizacyjnymi, przestrzeganie obowiązujących aktów prawnych, przestrzeganie zasad etyki zawodowej, stosowania technik bezpieczeństwa systemów informatycznych m.in. kontrola dostępu, archiwizacja, odtwarzanie po awariach, identyfikacja użytkowników, poufność i uwierzytelnienie informacji oraz bezpieczna komunikacja.
5. Podstawowe aspekty bezpieczeństwa: modele zabezpieczeń, polityka bezpieczeństwa, administrowanie bezpieczeństwem, autoryzacja dostępu do zasobów, przykłady mechanizmów zabezpieczających m.in. protokoły, służby ogniowe, wykrywanie nieupoważnionych użytkowników sieci (standard IDES), hasła, podpis elektroniczny oraz zabezpieczające techniki biometryczne, integracja systemów IT z obecnymi standardami wymiany informacji - HL7, DICOM, PIXCEL, innych.
6. RODO dla przypadków awarii systemów IT, gdzie konieczna jest interwencja zewnętrznych serwisów IT - Umowy RODO, pełnienie funkcji pod-procesora, administrowanie danych pacjentów, w tym danych wrażliwych, umowy powierzenia przetwarzania danych osobowych, rola powołanego przez dany szpital inspektora IODO, oraz kilka innych aspektów.
7. Prowadzenie badań klinicznych w celu zebrania dowodów klinicznych skuteczności i bezpieczeństwa nowych wyrobów medycznych wprowadzanych zgodnie z rozporządzeniem MDR 2017/745.
8. Wprowadzanie systemów zarządzania jakością zgodnie z ISO 13485:2016.

### Tabela: Efekty uczenia się



## Część I

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna zasady wykorzystania aparatury medycznej i/lub oprogramowania medycznego zgodnie z aktami prawnymi obowiązującymi w Polsce i UE.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie regulacji prawnych dot. eksploatacji aparatury medycznej, oprogramowania i organizacji służby zdrowia obowiązujących w Polsce i UE.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi przygotować założenia i zaprojektować system elektromedyczny i/lub system telemedyczny i/lub medyczny system informatyczny zgodnie z obowiązującymi przepisami i przeprowadzić procedurę dopuszczenia go do użytku klinicznego w Polsce i UE.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Rozumie etyczne aspekty działalności w zakresie ochrony zdrowia i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane działania, decyzje i zaniechania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05

### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Czuje się kompetentny do współpracy z personelem medycznym w zakresie technicznego nadzoru, klinicznego zastosowania i zarządzania eksploatacją systemów medycznych w tym także informatycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do pełnienia roli managera lub doradcy ds. gospodarki systemami medycznymi w tym informatycznymi w jednostkach ochrony zdrowia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103D-IBIBM-MSP-TRM
Nazwa przedmiotu	Tomografia rezonansu magnetycznego
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S2-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	45	1.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	43	1.72
Razem	88	3.52 ( 3.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	45

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	43
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<p>Wykład:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Podstawy fizyczne zjawiska jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR). Przebieg i etapy tworzenia obrazu warstwowego, fenomenologiczny opis zjawiska rezonansu magnetycznego. Tomograf Rezonansu Magnetycznego - tworzenie obrazu, przetwarzanie sygnału - idea prac</li><li>• Modelowanie układu spinów w oparciu o układ równań Blocha. Układ równań Blocha, interpretacja stałych czasowych T1, T2, warunki początkowe, wykorzystanie do modelowania układu spinów przy znanej sekwencji obrazującej, modelowanie pobudzenia selektywnego.</li><li>• Obrazowanie techniką MRI. Pole główne, pola gradientowe. Sekwencje pomiarowe. Obrazowanie trójwymiarowe. Technika selektywnego pobudzenia. Algorytmy rekonstrukcji: algorytm rzutu wstecznego, algorytm obrazowania fourierowskiego. Metody szybkiego obrazowania. Przestrzeń k. Podsumowanie podstawowych metod obrazowania, analiza czułości</li><li>• Tomograf rezonansu magnetycznego. Warunki pracy - wymagania dotyczące ekranowania pomieszczenia. Cewki pola głównego - rodzaje, parametry i cechy eksploatacyjne. Zasilacz pola głównego - parametry, przykłady konstrukcyjne. Cewki gradientowe - wymagania, rodzaje, parametry, rozkłady przestrzenne indukcji magnetycznej, porównanie efektywności. Wzmacniacz gradientowy. Cewki nadawczoodbiorcze, cewki powierzchniowe. Wzmacniacz w.cz. Programator sekwencji pomiarowych. Układ akwizycji danych.</li><li>• Specjalne techniki obrazowania. Echo gradientowe, sekwencja FLASH, Technika EPI (Echo-Planar Imaging) odmiany i przegląd wybranych implementacji. Obrazowanie przepływów - angiografia MRI. Obrazowanie przesunięcia chemicznego. Obrazowanie innych pierwiastków</li><li>• Wykorzystanie techniki MR do obrazowania czynnościowego (functional Magnetic Resonance Imaging). Wpływ przenikalności magnetycznej materiałów na sygnał NMR, sygnał Blood Oxygenation Level Dependent (BOLD). Modelowanie i parametryzacja sygnału BOLD, przetwarzanie dynamicznej serii czasowej obrazów. Zastosowanie ogólnego modelu liniowego do detekcji sygnału fMRI. Sposoby prezentacji obrazów czynnościowych.</li><li>• Obrazowanie ukrwienia tkankowego (Perfusion Imaging) Modele przepływów tkankowych. Twierdzenie o średnim czasie przejścia. Obliczenie związku między stężeniem środka cieniującego, a wielkością sygnału MR. Obrazowanie parametryczne.</li><li>• Czynniki zagrożenia w tomografii rezonansu magnetycznego. Wpływ pola elektromagnetycznego i statycznego na organizm ludzki. Normy bezpieczeństwa. Wpływ na inne urządzenia techniczne stosowane w medycynie.</li><li>•</li></ul>
--------	--

## Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium: Program ćwiczeń laboratoryjnych umożliwia praktyczne zapoznanie się z problemami omawianymi na wykładzie, jak również umożliwia nabycie praktycznych umiejętności stosowania technik radiowych i metod cyfrowego przetwarzania obrazów. Przykładowe tematy zajęć laboratoryjnych:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zapoznanie z systemem tomografu NMR/MRI na przykładzie tomografu niskopoleowego G-Scan lub Philips-Marconi oraz konsoli Kea.</li><li>• Układ detekcji tomografu NMR. Badanie odbiornika kwadraturowego tomografu. Projektowanie i wykonanie układu odbiorczego sygnału NMR. Pomiar sygnału NMR za pomocą zaprojektowanego układu.</li><li>• Sekwencja pobudzeniowa Spin-Echo. Programowanie podstawowych parametrów sekwencji. Badanie czasów relaksacji próbek roztworów soli manganowej.</li><li>• Przetwarzanie sekwencji czynnościowej fMRI w środowisku Matlab/SPM12. Procedury przetwarzania obrazów na dostarczonych przykładach. Ekstrakcja cech odpowiedzi BOLD.</li></ul>
--------------	--

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna pojęcia i zagadnienia występujące w tomografii rezonansu magnetycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe algorytmów rekonstrukcji obrazów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna zagadnienie problemu odwrotnego i wybrane metody i algorytmy optymalizacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z projektowaniem systemów obrazujących
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W05
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Zna metody prezentacji diagnostycznych obrazów medycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W06
Opis	Ma wiedzę ogólną z zakresu podstaw fizycznych, zasady działania i budowy urządzeń tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm rekonstrukcji obrazów tomograficznych w wybranym języku programowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U04, U07
<b>Kod efektu</b>	U02

**Część I**

Opis	Potrafi wyznaczyć model numeryczny pomiaru tomograficznego i zrealizować symulację numeryczną projekcji tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U07
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi wykonać pomiary testowe i zweryfikować jakość obrazów tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U04, U07
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-IBxxx-MSP-TELM
Nazwa przedmiotu	Systemy telemedyczne
Wersja przedmiotu	2020Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI, ( Przedmioty techniczne )---EITI,( Semestr 3 modelowy )- Aparatura medyczna-mgr.-EITI,( Semestr 3 modelowy )- Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Inżynieria biomedyczna-mgr.- EITI,(przedmioty obowiązkowe specjalności) Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 2, (przedmioty obowiązkowe kierunku) Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 2
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	60	2.40
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	58	2.32
Razem	118	4.72 ( 4.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	60

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	58
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Wprowadzenie do telematyki medycznej. Wymagania stawiane systemom teleinformatycznym stosowanym w opiece medycznej (przepustowość, cena, niezawodność).</li> <li>2. Podstawy sieci komputerowych, podział sieci, organizacja, model OSI. Technologie sieciowe przewodowe na przykładzie standardu Ethernet. Protokoły modelu OSI (Ethernet, IP, TCP/UDP). Enkapsulacja danych, adresacja, switching, routing. Diagnostyka sieci (ICMP). Aspekty warunkujące wybór (wydajnościowe, niezawodnościowe) protokołu warstwy transportowej w zastosowaniach medycznych.</li> <li>3. Protokoły warstw wyższych, DNS, http, etc. Model klient-serwer, realizacja prostych serwerów i klientów w językach programowania.</li> <li>4. Komunikacja w czasie rzeczywistym. Protokół RTP, standard WebRTC.</li> <li>5. Wybrane standardy bezprzewodowe, ich parametry, sposób działania i ograniczenia (WiFi, Bluetooth Classic + LE, RFID, IRDA, 302.15.4, UWB, LoRa). Możliwe zastosowania w aplikacjach ochrony zdrowia.</li> <li>6. Standardy z rodziny ISO 11073 oraz BLE Health Profile – interoperacyjność urządzeń medycznych, urządzenia z rodziny point-of-care.</li> <li>7. Aspekty prawne związane z bezpieczeństwem danych w systemach teleinformatycznych. Analiza ryzyka bezpieczeństwa systemu, standardy z rodziny ISO 27000.</li> <li>8. Praktyczne aspekty zabezpieczania systemów przed ujawnieniem i utratą informacji – szyfrowanie, kopie zapasowe, autoryzacja, uwierzytelnienie i audyt (AAA). Wybrane techniki, me</li> </ol>
Projekt	W ramach projektów studenci przygotowują rozwiązanie programistyczne zadania związanego z szeroko pojętą tematyką przedmiotu. Przykładowe tematy obejmują tworzenie sieciowych aplikacji internetowych, aplikacji mobilnych systemów gromadzenia danych z czujników IoT typu medyczneg

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna protokoły sieciowe wykorzystywane w sieciach teleinformatycznych na potrzeby systemów ochrony zdrowia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna technologie sprzętowe wykorzystywane w sieciach teleinformatycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna mechanizmy ochrony systemów teleinformatycznych przed ujawnieniem informacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W05
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi samodzielnie zrealizować system transmisji informacji z wykorzystaniem sieci komputerowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi zanalizować aspekty bezpieczeństwa systemu teleinformatycznego i/lub wykorzystać niezbędne mechanizmy jego ochrony.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03, U05
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi zaplanować pracę zespołu programistycznego oraz współdziałać z innymi osobami w ramach projektu.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu z zakresu teleinformatyki w inżynierii biomedycznej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	114A-IBxxx-MSP-ZMO
Nazwa przedmiotu	Zaawansowane techniki przetwarzania obrazowych danych medycznych
Wersja przedmiotu	2020Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Mechatroniki
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI, ( Semestr 3 modelowy )-Aparatura medyczna-mgr.-EITI, ( Semestr 3 modelowy )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, ( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,(przedmioty obowiązkowe specjalności) Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 2,(przedmioty obowiązkowe kierunku) Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 2
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	50	2.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	50

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Laboratorium	<ul style="list-style-type: none"> <li>Filtracja obrazów medycznych</li> <li>Segmentacja struktur tkankowych</li> <li>Iteracyjne metody dopasowania danych obrazowych</li> <li>Estymacja przemieszczeń i odkształceń</li> </ul>
Wykład	<p>Przegląd technik obrazowania medycznego Omówienie podstawowych metod akwizycji danych obrazowych w medycynie</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Wprowadzenie do metod przetwarzania obrazowych danych medycznych</li> <li>Miary jakości obrazów Obiektywne miary jakości</li> <li>Subiektywne metody oceny</li> <li>Transformacja Fouriera (DFT) i filtracja obrazów</li> <li>Poprawa jakości obrazu: Wygładzanie, Usuwanie spekli, Detekcja krawędzi</li> <li>Odtwarzanie obrazów (filtr Wienera)</li> <li>Metody oceny jakości filtracji</li> <li>Segmentacja obrazów medycznych Progowanie: Automatyczne wyznaczanie progu ,Progowanie wielowymiarowe</li> <li>Metody podziału, łączenia oraz podziału i łączenia obszarów</li> <li>Segmentacja metodą wodorodziałów</li> <li>Użycie aktywnych modeli i konturów</li> <li>Metody oceny jakości segmentacji (współczynniki Jaccarda, Sørensen i Dicea)</li> <li>Detekcja kształtów i dopasowanie danych obrazowych</li> <li>Transformacja Hougha</li> <li>Geometryczne dopasowanie obrazowych danych medycznych: Algorytmy analityczne ,Algorytmy iteracyjne</li> <li>Obrazowanie parametryczne Analiza tekstury</li> <li>Wizualizacja danych obrazowych Obrazowanie 3D</li> <li>Wizualizacja tensorowych wielkości fizycznych</li> <li>Metody estymacji prędkości przepływu krwi Omówienie właściwości i ograniczeń</li> <li>Techniki obrazowania prędkości przepływu krwi</li> <li>Obrazowanie CFM, TVI/TDI – zasada działania i zastosowania</li> <li>Elastografia ultradźwiękowa i badanie właściwości mechanicznych tkanek Metody estymacji: Przemieszczeń, Odkształceń, Szybkości odkształcenia</li> <li>Praktyczne zastosowania w diagnostyce medycznej</li> <li>Zaawansowane metody obrazowania ultradźwiękowego</li> <li>Obrazowanie tłumienia fali ultradźwiękowej</li> <li>Obrazowanie z emisją kodowaną</li> <li>Inne specjalistyczne techniki obrazowania</li> </ul>

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe metod przetwarzania obrazowych danych medycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Ma ogólną wiedzę z zakresu pojęć i problematyki przetwarzania cyfrowych obrazowych danych medycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna wybrane metody przetwarzania cyfrowych obrazowych danych medycznych .

**Część I**

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Zna metody filtracji, segmentacji i geometrycznego dopasowania obrazowych danych medycznych oraz ich wizualizacji.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Zna metody estymacji prędkości i przemieszczeń stosowane w badaniach ultradźwiękowych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04

**Umiejętności**

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi dobrać właściwą metodę filtracji, segmentacji i geometrycznego dopasowania i wizualizacji obrazowych danych medycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03, U04
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi zrealizować wybrane metody przetwarzania obrazowych danych medycznych z użyciem dostępnego oprogramowania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U04
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi przygotować dokumentację przeprowadzonych eksperymentów numerycznych oraz przeprowadzić dyskusję uzyskanych wyników.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04, U07
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Potrafi dobrać parametry estymacji przemieszczeń i odkształceń na podstawie danych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U04

**Kompetencje społeczne**

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi współpracować w zespole uwzględniając potrzeby jego członków oraz przestrzegając zasad etyki studenta PW.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K04
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze różnymi kręgami odbiorców, w tym przedstawicielami sektora ochrony zdrowia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K02

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-IBIBM-MSP-UMB
Nazwa przedmiotu	Uczenie maszynowe w bioinformatyce
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	60	2.40
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	110	4.40 ( 4.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	60

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<p>Wykład:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Wprowadzenie do bioinformatyki. Podstawowe cele bioinformatycznej analizy danych w biologii molekularnej i naukach medycznych.</li><li>• Podstawowe pojęcia z zakresu biologii molekularnej. Budowa i właściwości biomolekuł (DNA, RNA i białek). Ekspresja genów. Pojęcia genomu, transkryptomu i proteomu. Zdefiniowanie obszarów badań genomiki, transkryptomiki, proteomiki oraz omówienie ich roli w badaniach podstawowych i medycynie.</li><li>• Wysokowydajne techniki pomiarowe biologii molekularnej (sekwencjonowanie nowej generacji, mikromacierze, ilościowy PCR, spektrometria mas) jako przykładowe źródła danych dla analiz bioinformatycznych. Charakterystyka danych z wielkoskalowych badań biologicznych i omówienie ogólnego schematu ich przetwarzania</li><li>• Metody statystycznego opisu i wizualizacji danych o dużej wymiarowości. Przetwarzanie wstępne danych oraz eliminacja wpływu niebiologicznych źródeł zmienności. Redukcja wymiarowości (na przykładzie PCA) i jej znaczenie dla procesu przygotowania danych wejściowych dla algorytmów analizy statystycznej i uczenia się maszyn.</li><li>• Uczenie się maszyn: definicja i związki z innymi dziedzinami nauki. Rodzaje uczenia się, ze szczególnym uwzględnieniem podziału pod kątem sposobu wykorzystania informacji trenującej: techniki nadzorowane i nienadzorowane, uczenie ze wzmocnieniem. Główne klasy problemów, do rozwiązywania których używa się uczenia maszynowego. Obszary zastosowań metod uczenia się maszyn w bioinformatyce.</li><li>• Zadanie klasyfikacji. Zdefiniowanie problemu i podstawy teoretyczne. Klasyczne metody statystyczne: gaussowskie klasyfikatory Bayesa (QDA, LDA) i ich naiwne wersje (DQDA, DLDA). Metoda K najbliższych sąsiadów (K-NN) jako przykład prostego klasyfikatora wywodzącego się z obszaru uczenia maszynowego.</li><li>• Zaawansowane techniki klasyfikacji. Sieci neuronowe MLP (Multi-Layer Perceptron) – architektura, zasada działania i algorytmy uczenia. Metoda wektorów nośnych (Support Vector Machine, SVM).</li><li>• Rodzaje i właściwości miar jakości klasyfikacji: dokładność, czułość, swoistość i pole pod krzywą ROC. Zdolność do uogólniania i problem nadmiernego dopasowania do zbioru uczącego. Ocena działania klasyfikatorów przy użyciu walidacji krzyżowej. Optymalizacja parametrów klasyfikatorów. Wybór cech maksymalizujących skuteczność klasyfikacji. Wzmacnianie klasyfikatorów.</li><li>• Analiza skupień – grupowanie próbek i cech za pomocą algorytmów klasteryzacji. Miary niepodobieństwa obiektów opisywanych wektorami cech. Prezentacja różnych podejść do grupowania: algorytmy używające pojęcia centroidu (na przykładzie k-means), metody density-based (Jarvisa Patricka i DBSCAN), aglomeracyjna klasteryzacja hierarchiczna. Zastosowanie w analizie skupień samoorganizujących się sieci neuronowych uczonych przez współzawodnictwo</li></ul>
--------	--

## Część I

	<ul style="list-style-type: none"> <li>Problem selekcji cech. Wyznaczanie grup cech (genów lub białek) o charakterystycznych wzorcach ekspresji przy wykorzystaniu metod redukcji wymiarowości i klasteryzacji. Użycie klasycznych i resamplingowych testów istotności do selekcji cech różnicujących grupy badanych próbek (z uwzględnieniem problemu korekcji pod kątem jednoczesnego testowania wielu hipotez).</li> <li>Bioinformatyczne bazy danych i analiza funkcjonalna zbiorów genów i białek. Przegląd ogólnodostępnych repozytoriów bioinformatycznych. Wykorzystanie baz danych podczas interpretacji wyników eksperymentów biologicznych.</li> <li>Podsumowanie i uwagi praktyczne. Jak efektywnie używać wiedzy zdobytej na wykładach w rzeczywistych analizach bioinformatycznych? Jak zamieniać problemy biologiczne lub eksperymentalne na zadania możliwe do rozwiązania metodami uczenia się maszyn? Jak wykorzystać uzyskaną wiedzę poza obszarem bioinformatyki?</li> </ul>
Projekt	<p>Projekt:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Celem projektu jest zdobycie praktycznych umiejętności w zakresie analizy danych pochodzących z badań biologicznych. Tematy zadań dotyczą samodzielnej implementacji jednej z omawianych na wykładzie technik uczenia maszynowego lub eksperymentalnego porównania właściwości różnych algorytmów przy wykorzystaniu gotowych implementacji. Projekt może zostać zrealizowany w dowolnym języku programowania, również przy użyciu środowisk typu R, Octave i Matlab.</li> </ul>

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna używane w bioinformatyce metody analizy statystycznej danych i techniki uczenia się maszyn
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna metody wnioskowania o funkcjach genów i białek na podstawie danych eksperymentalnych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna nowoczesne metody pomiarowe biologii molekularnej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Zna medyczne zastosowania wysokowydajnych technik pomiarowych biologii molekularnej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02

#### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi samodzielnie zrealizować algorytm uczenia maszynowego lub w twórczy sposób wykorzystać gotową implementację takiego algorytmu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
<b>Kod efektu</b>	U02

**Część I**

Opis	Potrafi formułować i testować hipotezy dotyczące własności metod analizy danych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi zaplanować pracę zespołu programistycznego oraz współdziałać z innymi osobami w ramach projektu
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06, U07

**Kompetencje społeczne**

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów z zakresu bioinformatyki
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do kreatywnej pracy w grupie i ponoszenia odpowiedzialności za jej działania w trakcie realizacji projektu programistycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-PDMGR
Nazwa przedmiotu	Pracownia dyplomowa magisterska
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Dyplomowanie )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, ( Dyplomowanie )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI, ( Dyplomowanie )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	6

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	90.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	6	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	100	4.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	150	6.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	90
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	100

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

**03. Treści kształcenia**



## Część I

Treści kształcenia	W ramach Pracownia Dyplomowej Student pod nadzorem Promotora realizuje ustalone wcześniej zadania. W szczególności Dyplomant zapoznaje się z dostępną bazą dydaktyczną, która będzie wykorzystywana w trakcie realizacji pracy (aparatura pomiarowa, systemy komputerowe i pomiarowe, specjalistyczne oprogramowanie, itp.). W razie konieczności określone są brakujące zasoby i ustalany jest sposób i czas uzyskania dostępu do nich. W ramach pracowni Dyplomant stale dokształca się w zakresie odpowiadającym tematyce pracy. Uzyskane rezultaty prac na bieżąco poddawane są analizie i weryfikacji i w razie potrzeby, we współpracy z Promotorem, podejmowane są decyzje o modyfikacji ustalonych wcześniej zadań badawczych. Oceniana jest także zgodność postępów prac z przyjętym harmonogramem. Dyplomant przedstawia Promotorowi wyniki pracy w postaci raportu lub prezentacji.
--------------------	--

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę ogólną obejmującą kluczowe zagadnienia związaną z tematyką dyplomowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych z tematyką pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01

#### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracowywać i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02

#### Kompetencje społeczne

**Część I**

Kod efektu	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać kreatywnie rozwiązując napotkane problemy. Potrafi także działać w zespole oraz umie przedstawić i uzasadnić przyjętą metodologię działań.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K03

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103C-IBIBM-MSP-KWOD
Nazwa przedmiotu	Komputerowe wspomaganie obrazowej diagnostyki medycznej
Wersja przedmiotu	2026L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI,( Semestr 2 modelowy )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Projekt	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	51	2.04
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	49	1.96
Razem	100	4.00
Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:		
Godziny związane z udziałem w zajęciach	45	
Inne godziny kontaktowe	6	
Razem	51	
Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:		
Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	49	

**03. Treści kształcenia**

- Wprowadzenie (2h):** specyfika diagnostyki medycznej – podstawowe definicje, dylematy metodologiczne, paradygmat wzmocnionego poznania, rola systemów obrazowania w medycynie, podstawowa ich charakterystyka, technologiczny kontekst rozwoju współczesnej medycyny, problem ograniczonej skuteczności interpretacji obrazów, problem współpracy inżynierów i lekarzy;
- **Uwarunkowania obrazowej diagnostyki medycznej (8h):** a) ogólna charakterystyka systemów obrazowania, ich ograniczeń, modele diagnozy poszerzane wiedzą kliniczną - wytyczne i ścieżki; b) wsparcie środowiska informatyki medycznej; c) sugestie radiologów/ ekspertów medycznych; d) niejasna rola radiologów i CAD; e) problemy i wyzwania radiografii cyfrowej, kontekst telemedycyny, udoskonalenia jakościowe i ilościowe (dwie energie, kontrastowanie badań, tomosynteza); f) fuzja zobrazowań na przykładzie diagnostyki raka sutka;
  - **Elementy teorii i obróbki obrazów medycznych (6h):** a) schemat wieloelementowej obróbki obrazów, wybrane metody obróbki obrazów, ich modelowanie – statystyczne, lokalnie skalowane, transformacyjne, geometryczne, obiektowe itp.; b) automatyczna detekcja i diagnoza patologii, problem zastępowalności diagnosty, elementy algorytmów, przegląd wykorzystywanych narzędzi i metod - wyznaczanie kształtu obiektów płaskich i przestrzennych (metody aktywnych konturów, renderingu etc.), śledzenie dynamicznych obiektów w seriach obrazów, wirtualne obrazowanie naczyń, wirtualna endoskopia, wyznaczanie obliczeniowych parametrów diagnostycznych; c) metody redukcji błędów – ASPECTS, Stroke Bricks; d) modele
  - **Charakterystyka koncepcji CAD (8h):** a) podstawowe definicje i cele, ogólne schematy systemów wspomaganie decyzji diagnostycznych; b) cztery poziomy wspomaganie; c) formy wspomaganie dostosowane do modeli aktywności ekspertów (DOD, analiza błędów), d) uwarunkowania zastosowań CAD, diagramy kompleksowych rozwiązań inteligentnych, decyzyjny kontekst CAD; e) przegląd realnych schematów i systemów CAD (CBIR, detekcja i diagnoza, integracja funkcjonalna i technologiczna);
  - **Kliniczne modele użytkowe, przykłady zastosowań (6h):** a) eksperymentalna weryfikacja kliniczna narzędzi wspomaganie, b) metody subiektywnej oceny jakości i interpretacja treści, obiektywizacja procesu interpretacji i miar wiarygodności; b) koncepcja uproszczonego przekazu z przykładami; c) przegląd praktycznych realizacji systemów CADD: diagnostyka chorób płuc, przykłady rozwiązań, skryning raka sutka, pilne rozpoznanie udaru mózgu.

## Część I

Projekt	<p>W ramach zadań projektowych studenci opracowują algorytmy i programowe realizacje różnych technik przetwarzania danych stosowanych na różnych etapach procesu wspomagania interpretacji obrazów medycznych. Ponadto przewidywane są prace z zakresu analizy (treściowej, statystycznej) wybranych zagadnień optymalizacyjnych (np. dobór klasyfikatora, modele obrazu stosowane w metodach selekcji cech użytecznych w analizie obrazów danej modalności, sposoby poprawy skuteczności metod aktywnych konturów). Ważnymi zadaniami projektowymi są badania eksperymentalne nad poprawą percepcji struktur obrazowych oraz weryfikacją automatycznych algorytmów wspomagania. Treść zadań projektowych jest stale uaktualniana, przy czym obejmuje przede wszystkim: metody modelowania danych obrazowych, które oszczędnie opisują złożony charakter obrazów medycznych (modele statystyczne, PCA, pola Markowa);</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• techniki falkowej analizy obrazów, schematy dekompozycji, dobór banku filtrów, uzależnienie wyboru bazy od cech sygnału (pakiety falek), konstrukcja baz falkowych dwuwymiarowych (2W) wykorzystujących kierunkowe zależności w sygnale (wedgelets);</li> <li>• realizacja algorytmów poprawy diagnostycznej jakości obrazów i percepcji określonych struktur z testami dotyczącymi oceny ich wiarygodności;</li> <li>• realizacja prostych systemów detekcji drobnych obiektów (np. mikrozwapnień), a także konturów, kształtu i innych cech informacji obrazowej;</li> <li>• testowanie systemów wspomagania diagnozy, ocena ich efektywności za pomocą referencyjnych baz danych oraz testów klinicznych, realizacja prostych algorytmów ekstrakcji cech i klasyfikacji struktur w radiografii;</li> <li>• realizacja metod wyznaczania ciągłych konturów, odtwarzania powierzchni i śledzenia dynamicznych konturów (obiektów o zmiennym kształcie) w dynamicznych i przestrzennych badaniach obrazowych (fMRI, MRI, USG, pCT, CT);</li> <li>• implementacja procedur wspomagania diagnozy w prostych systemach archiwizacji i wymiany cyfrowej informacji obrazowej, indeksowanie informacji obrazowej, opracowanie prostej wyszukiwarki.</li> </ul>
---------	--

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna pojęcia i zagadnienia występujące w informatyce medycznej oraz diagnostyce obrazowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe systemów wspomagania diagnostyki obrazowej w medycynie oraz wspomagania decyzji klinicznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z wytwarzaniem i eksploatacją inteligentnych systemów komputerowych w ochronie zdrowia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W05

**Część I**

<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	W pogłębionym stopniu zna wybrane procedury diagnostyczne i protokoły decyzyjne z wykorzystaniem obrazowych technik diagnostycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Ma wiedzę ogólną z zakresu zasad wspomagania diagnostyki medycznej, projektowania i konstrukcji algorytmów służących poprawie skuteczności podejmowanych decyzji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W06
Opis	Zna zasady budowy systemów wspomagania decyzji diagnostycznych w kilku istotnych zastosowaniach
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

**Umiejętności**

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi zaprojektować – zgodnie z zadaną specyfikacją – bazodanowy system informatyczny przechowujący dane medyczne, a w szczególności dane obrazowe
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U04, U07
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi zrealizować oprogramowanie realizujące przetwarzanie danych w systemach archiwizacji danych obrazowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U07
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi wykonać dokumentację projektu informatycznego i zaprezentować projekt różnym odbiorcom
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U04, U07

**Kompetencje społeczne**

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, w tym reprezentantami sektora ochrony zdrowia
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do realizacji projektu w zespole i ponoszenia współodpowiedzialności
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	1140-IBAME-MSP-2001
Nazwa przedmiotu	Radioterapia
Wersja przedmiotu	2020Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Aparatura Medyczna-mgr.-EITI,( Semestr 2 modelowy )-Aparatura medyczna-mgr.-EITI,(przedmioty obowiązkowe specjalności) Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 2,(przedmioty obowiązkowe kierunku) Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 2
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	50	2.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	50

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Treści kształcenia	Zakres wykładu obejmuje: Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Podstawowe cechy nowotworów. Radiobiologiczne podstawy radioterapii. Techniki teleradioterapii. Urządzenia do teleradioterapii oraz urządzenia pomocnicze. Parametry wysokoenergetycznych wiązek terapeutycznych. Podstawy dozymetrii wysokoenergetycznych wiązek terapeutycznych. Obrazowanie medyczne w planowaniu i realizacji radioterapii. Planowanie leczenia. Brachyterapia. Radioterapia hadronowa. Radioterapia izotopowa. Nowotwory wtórne. Zapewnienie jakości w radioterapii. Zakres zajęć laboratoryjnych obejmuje: Wyznaczanie parametrów wiązki fotonowej w sposób doświadczalny oraz z wykorzystaniem środowiska obliczeniowego bazującego na metodzie Monte Carlo Wstęp do planowania leczenia.
--------------------	--

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W1
Opis	Zna cele i podstawowe zasady: radioterapii; zasadnicze elementy konstrukcji urządzeń do radioterapii oraz urządzeń pomocniczych; techniki napromienienia; wyznaczania parametrów wiązek wysokoenergetycznych oraz zapewnienia jakości w radioterapii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05

#### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U1
Opis	Potrafi: korzystając z obowiązujących przepisów i zaleceń wyznaczyć parametry wiązek wysokoenergetycznych z użyciem zestawów dozymetrycznych oraz z użyciem narzędzi do obliczeń transportu promieniowania; ocenić cechy dobrego planu radioterapeutycznego z użyciem systemu do planowania leczenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U06

#### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K1
Opis	Ma świadomość specyfiki pracy i wynikającej z niej odpowiedzialności w ośrodkach radioterapii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02, K04



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	1140-IBAME-MSP-4001
Nazwa przedmiotu	Bioprzepływy
Wersja przedmiotu	1900Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	Przedmioty obowiązkowe dla studiów tutorskich - realizacja sem. zimowym, Przedmioty obowiązkowe dla studiów tutorskich - realizacja sem. letni
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	35	1.40
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	20	0.40
Razem	55	1.80 ( 2.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	35

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	20
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Treści kształcenia	<p>Równanie ciągłości dla płynów ściśliwych i nieściśliwych, równania statyki, kinematyki i dynamiki płynów (równanie Naviera-Stokesa), równanie Bernoulliego i jego praktyczne wykorzystanie w układzie krążenia, przepływy ustalone i pulsujące cieczy lepkich nieściśliwych w kanałach o przekroju okrągłym i eliptycznym. Objętość wyrzutowa serca, natężenie przepływu krwi, chwilowe i średnie ciśnienie tętnicze w krążeniu dużym i małym, mechanizm powietrzni, podatność naczyń, szybkość rozchodzenia się fali tętna. Płyny niutonowskie i nieniuonowskie: modele reologiczne krwi, wpływ wartości hematokrytu na właściwości krwi. Właściwości hierarchicznej i sieciowej topologii naczyń; drzewa naczyniowe krążenia dużego i małego; zasada minimum wydatkowania energii w systemach biologicznych; fraktalne modele drzew naczyniowych, sieciowa struktura naczyń mikrokrażenia, krążenie oboczne; zespoły podkradania. Wymiary naczyń, pulsacja przepływu, formowanie się profili prędkości, krętość osi naczyń, zmienność pola przekroju poprzecznego naczyń, rozwidlenia i połączenia naczyń, nieniuonowskie właściwości krwi, laminarny bądź turbulentny charakter przepływu, znaczenie oddziaływań hemodynamicznych na lokalizacje zmian miażdżycowych i tętniaków. Zasady formułowania modeli fizycznych i elektrycznych różnych zjawisk przepływowych, bezwymiarowe liczby dynamicznego podobieństwa przepływów biologicznych, analogie mechano-elektryczne. Właściwości biofizyczne ściany naczyniowej, rozchodzenie się fali tętna w drzewie tętniczym, zjawisko odbicia fal i jego konsekwencje, wskaźnik kostkowo-ramienny. Przepływ w układzie żył powierzchownych, głębokich i przeszzywających oraz metody ich badania, rola i budowa zastawek żylnych, mechanizm zapadania się żył, nadciśnienie w obrębie żył, żylaki. Metody opisu przepływu w ośrodku porowatym, prawa filtracji, zjawiska dyfuzji. Hipoteza Monro-Kelliego, rola i podstawowe parametry krążenia płynu mózgowo-rdzeniowego i sposoby ich wyznaczania, modele krążenia PMR.</p>
--------------------	--

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W1
Opis	Posiada wiedzę dotyczącą fizjologicznych i fizycznych uwarunkowań urządzeń technicznych stosowanych w medycynie takich jak m. in. sztuczne zastawki, stenty, urządzenia do monitorowania stanu płodu, urządzenia do testów infuzyjnych, respiratory, urządzenia wspomagających pracę serca itp..
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02
<b>Kod efektu</b>	W2
Opis	Posiada wiedzę dotyczącą wykorzystania medycznych danych obrazowych do celów modelowania przepływów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W3
Opis	Posiada wiedzę dotyczącą podstawowych technik modelowania bioprzepływów jak również najnowszych trendów w tym zakresie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U1

**Część I**

Opis	Bazując na danych klinicznych i eksperymentalnych potrafi posługiwać się zdobytą wiedzą z zakresu fizjologii bioprzepływów w analizie problemów i zagadnień medycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
<b>Kod efektu</b>	U2
Opis	Rozumie rolę inżyniera reprezentującego dyscyplinę inżynierii biomedycznej jako ogniwo łączące środowisko medyczne i techniczne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K1
Opis	Posiada wiedzę z zakresu fizjologii bioprzepływów pozwalającą na dialog z lekarzami – specjalistami.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	1140-IBAME-MSP-2002
Nazwa przedmiotu	Układy i systemy elektromedyczne
Wersja przedmiotu	1900Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Aparatura Medyczna-mgr.-EITI,Przedmioty obowiązkowe dla studiów tutorskich - realizacja sem. zimowym
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	50	2.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	50

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Treści kształcenia	Urządzenia intensywnego nadzoru. Systemy nadzoru szpitalnego ogólnego i systemy specjalistyczne. Układy i systemy do gazometrii. Rozwiązania spektrometrów impedancyjnych i stymulatorów. Odbiornik cyfrowy RF, układy DDS i DDC. Tor sygnałowy stetoskopu elektronicznego, przepływomierza ultradźwiękowego z emisją ciągłą i przepływomierza ultradźwiękowego z emisją impulsową, ultrasonografu, aparatu słuchowego i/lub implantu ślimakowego – schematy blokowe, analiza sygnałowa, przykłady rozwiązań układowych. Laboratorium Stetoskop elektroniczny jako przykład systemu elektromedycznego – parametry sygnałów rejestrowanych, głowica i przewód akustyczny, mikrofon elektretowy, cyfrowe przetwarzanie sygnału, pomiary parametrów użytkowych stetoskopu elektronicznego TMDXMDKDS3254 firmy Texas Instruments.
--------------------	---

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W1
Opis	Zna wybrane układy i podsystemy stosowane w aparaturze elektromedycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
<b>Kod efektu</b>	W2
Opis	Posiada wiedzę nt. rozwiązań układowych przepływomierzy dopplerowskich i ultrasonografów, stymulatorów i spektrometrów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03

#### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U1
Opis	Potrafi przeprowadzić pomiary parametrów systemu elektromedycznego (stetoskopu elektronicznego i jego podsystemów)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02
<b>Kod efektu</b>	U2
Opis	Potrafi zaproponować rozwiązanie toru sygnałowego przepływomierza dopplerowskiego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03

#### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K1
Opis	Jest świadomy znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-INISY-MSP-PORR
Nazwa przedmiotu	Programowanie równoległe i rozproszone
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty obieralne )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, ( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Wytwarzanie )-Inteligentne systemy-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	62	2.40
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	117	4.60 ( 4.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	2
Razem	62

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zagadnienia podstawowe: klasyfikacja i architektura komputerów równoległych; procesory wielordzeniowe, dodatkowe jednostki wykonawcze AVX oraz GPU i akceleratory; obliczenia: wektorowe, współbieżne, równoległe, rozproszone, strumieniowe; rodzaje oprogramowania realizującego równoległość, istotne paradygmaty i modele programowania równoległego.</li> <li>2. Miary oceny efektywności obliczeń równoległych (współczynniki przyśpieszenia oraz wydajności, prawa Amdahla i Gustafsona-Barsisa, sprawność i skalowalność).</li> <li>3. Zagadnienia synchronizacji i wymiany informacji w obliczeniach równoległych i rozproszonych, podstawowe mechanizmy: zamek, semafor, monitor, bariera klasyczna i dwuczęściowa, zmienne specyficzne, zmienne i operacje atomowe, zmienne warunków, komunikaty (synchroniczne, asynchroniczne, blokujące, nieblokujące, buforowane, operacje kolektywne, itd.), tablice rozproszone.</li> <li>4. Wektoryzacja obliczeń we współczesnych komputerach opartych na architekturze x64, sposób wykorzystania jednostek wykonawczych AVX. Podstawowe informacje o obliczeniach ogólnego przeznaczenia wykorzystujących karty graficzne (GPGPU), pojęcia strumienia i jądra; najważniejsze cechy środowisk oprogramowania: CUDA, OpenACC, OpenMP od wersji 4.</li> <li>5. Elementy programowania współbieżnego na maszynach z pamięcią wspólną, narzędzia: klasyczne systemu UNIX, programowania wielowątkowego (wątki POSIX, wątki języka C według standardu C23, korutyny, język dyrektyw OpenMP).</li> <li>6. Elementy programowania na maszynach z pamięcią lokalną oraz w sieciach komputerowych, klastrach, gridach, chmurach; narzędzia: środowisko MPI, rodzina narzędzi RPC (w tym dokładniej gRPC).</li> <li>7. Obliczenia w klastrach i gridach, metody szeregowania zadań i alokacji zasobów, systemy zarządzające obciążeniem (PBS/Torque, Slurm), systemy zarządzania klastrami i gridami (Mosix, Unicore), energooszczędne centra obliczeniowe.</li> <li>8. Przetwarzanie Big Data – modele, paradygmat MapReduce, środowiska i platformy (Hadoop, Apache Spark). Modele przetwarzania w chmurze, architektura chmury obliczeniowej, technologie (OpenStack).</li> <li>9. Algorytmy synchroniczne: podstawowe algorytmy algebry liniowej w wersji równoległej, rozwiązywanie układów równań nieliniowych, równoległe metody optymalizacji.</li> <li>10. Algorytmy całkowicie lub częściowo asynchroniczne: założenia, zbieżność, zastosowanie do rozwiązywania dużych układów równań liniowych i nieliniowych, optymalizacji statycznej, routingu, szeregowania linków w wyszukiwarkach.</li> </ol>
--------	--

## Część I

Projekt	<p>Celem projektu jest zdobycie podstawowych praktycznych umiejętności w posługiwaniu się równoległym środowiskiem do obliczeń oraz wykonanie przykładowych obliczeń na maszynach równoległych, wielordzeniowych (także z wykorzystaniem AVX i GPU), jak również w klastrze stacji roboczych. Przewidywane są zadania związane z:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. badaniem algorytmów synchronicznych z wykorzystaniem dyrektyw zrównoleglających kompilatora (OpenMP) oraz mechanizmu wątków (POSIX, C23, Java/Julia/Rust/itd. threads) na maszynie równoległej z pamięcią wspólną;</li> <li>2. badaniem algorytmów rozproszonych w klastrze z wykorzystaniem oprogramowania: MPI, gRPC, Java RMI;</li> <li>3. badaniem efektywności obliczeń hybrydowych - ze zrównolegleniem na wiele rdzeni oraz symdyzacją (AVX, GPU);</li> <li>4. oceną efektywności różnych narzędzi do zrównoleglania programów napisanych w: Javie, C++, C#, , Julii, Pythonie, Rust, Go, itd., uruchamianych na maszynie wielordzeniowej, pracującej pod kontrolą systemu UNIX/Linux/macOS albo w sieci PC pod kontrolą MS Windows;</li> <li>5. oceną różnych platform przetwarzania Big data (Hadoop, Apache Spark, OpenStack, itp.);</li> <li>6. oceną symulacyjną różnych technik alokacji zasobów do zadań.</li> </ol>
---------	--

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student zna i rozumie główne tendencje rozwojowe informatyki technicznej i telekomunikacji w zakresie komputerów równoległych oraz systemów rozproszonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Student zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w równoległych i rozproszonych systemach informatycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Student w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu matematyki, dotyczące algorytmów i obliczeń równoległych i rozproszonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Student w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu projektowania, i integracji rozproszonych systemów informatycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W05



Część I	
Opis	Student w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu programowania równoległego i rozproszonego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, prowadzić debatę dotyczącą programowania równoległego i rozproszonego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Student potrafi kierować pracą zespołu programistów oraz współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych nad aplikacją równoległą i rozproszoną.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Student potrafi planować i realizować uczenie się przez całe życie nowych API do programowania równoległego i rozproszonego a także środowisk klastrowych i chmurowych oraz ukierunkowywać innych w tym zakresie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Student potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę - formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania, także z innych dziedzin, w nieprzewidywalnych warunkach z zakresu systemów równoległych i rozproszonych poprzez: - właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik programowania równoległego i rozproszonego - przystosowanie istniejących lub opracowanie nowych metod i narzędzi programowania równoległego i rozproszonego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Student potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i obliczenia komputerowe z zakresu przetwarzania równoległego i rozproszonego, interpretować uzyskane wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Student potrafi przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich z zakresu systemów oraz obliczeń równoległych i rozproszonych a także przy ich rozwiązywaniu: - wykorzystywać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne - oceniać aspekty ekonomiczne proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05
<b>Kod efektu</b>	U07

**Część I**

Opis	Student potrafi przeprowadzić krytyczną analizę sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych z zakresu systemów równoległych i rozproszonych oraz programowania równoległego i rozproszonego i oceniać te rozwiązania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	
<b>Kod efektu</b>	U08
Opis	Student potrafi projektować - zgodnie z zadaną specyfikacją - oraz tworzyć aplikacje równoległe i rozproszone, używając odpowiednio dobranych metod, technik i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03

**Kompetencje społeczne**

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu z zakresu systemów równoległych i rozproszonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Student jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy, przewodzenia grupie twórców systemów oraz aplikacji równoległych i rozproszonych i ponoszenia odpowiedzialności za nią.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03
<b>Kod efektu</b>	K03
Opis	Student jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych w dziedzinie systemów równoległych i rozproszonych, w tym: - rozwijania dorobku zawodu informatyka zajmującego się programowaniem równoległym i rozproszonym - podtrzymywanie etosu zawodu programisty aplikacji równoległych i rozproszonych, - przestrzegania etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad w systemach rozproszonych, w tym w chmurach oraz sieciach społecznych w Internecie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K04

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-IBIBM-MSP-INGE
Nazwa przedmiotu	Inżynieria genetyczna
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	1

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	1	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	17	0.68
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	12	0.48
Razem	29	1.16 ( 1.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	15
Inne godziny kontaktowe	2
Razem	17

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	12
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wstęp do inżynierii genetycznej: definicje podstawowych pojęć, przegląd przykładowych zastosowań inżynierii genetycznej w medycynie, rolnictwie i przemyśle.</li><li>2. Podstawowe pojęcia z zakresu biologii molekularnej. Budowa oraz właściwości kwasów nukleinowych i białek. Sposób organizacji i przepływu informacji genetycznej: geny, kod genetyczny, transkrypcja, składanie mRNA, translacja, potranslacyjne modyfikacje białek. Budowa genomu.</li><li>3. Narzędzia i techniki inżynierii genetycznej. Enzymy wykorzystywane w rekombinacji DNA. Podstawowe procedury manipulacji cząstkami DNA: elektroforeza, amplifikacja metodą łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR) oraz klonowanie molekularne. Zastosowania PCR i klonowania w diagnostyce medycynie i produkcji leków. Nowe narzędzia edycji genomu: CRISPR/Cas.</li><li>4. Współczesne metody sekwencjonowania DNA. Algorytmy składania sekwencji nukleotydowych na podstawie danych pomiarowych.</li><li>5. Budowa i cykl życia komórek organizmów eukariotycznych. Sygnalizacja komórkowa i jej rola w podtrzymywaniu homeostazy i różnicowaniu komórek. Deregulacja szlaków sygnałowych w chorobach nowotworowych.</li><li>6. Zastosowania inżynierii genetycznej w medycynie. Rodzaje komórek macierzystych, ich występowanie i potencjalne aplikacje w lecznictwie. Indukowalne komórki macierzyste (iPSC) jako nadzieja medycyny regeneracyjnej. Strategie terapii chorób uwarunkowanych genetycznie. Terapie genowe.</li><li>7. Organizmy transgeniczne i biologia syntetyczna</li></ol>
--------	---

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student zna nowoczesne techniki inżynierii genetycznej oraz możliwości ich użycia w biologii molekularnej i medycynie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Student zna medyczne zastosowania urządzeń służących do przeprowadzenia PCR oraz sekwencjonowania DNA
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Student ma wiedzę o algorytmów analizy wyników z technik sekwencjonowania DNA
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student rozumie znaczenie oraz konsekwencje stosowania technologii genetycznych w medycynie i inżynierii biomedycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Student potrafi użyć algorytmów składania sekwencji nukleotydowych na podstawie danych pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01

### Kompetencje społeczne

**Część I**

Kod efektu	K01
Opis	Student jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści w zakresie inżynierii genetycznej oraz jej zastosowań w medycynie, a także rolnictwie i przemyśle
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	114A-IBxxx-MSP-TPAIB
Nazwa przedmiotu	Techniczne i prawne aspekty inżynierii biomedycznej
Wersja przedmiotu	2020L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI,Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 1
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	33	1.32
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	25	1.00
Razem	58	2.32 ( 2.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	3
Razem	33

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	25
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

### Treści kształcenia

Przedmiot wprowadza studentów w zagadnienia obowiązujących aktów prawnych, dopuszczenia aparatury medycznej do użytku klinicznego w Polsce, Europie i na świecie. Ponadto, omawiane są zagadnienia bezpieczeństwa elektrycznego, ochrony radiologicznej, bezpieczeństwa przetwarzania danych medycznych, sterylizacji; wyposażenie działów aparatury, zakres obowiązków (różne warianty wymagań). Przedstawiane są również oczekiwane wykształcenie i umiejętności, szkolenie podyplomowe, specjalizacja inżynieria medyczna (w systemie specjalizacji mających zastosowanie w ochronie zdrowia Min. Zdrowia).

1. Zakres współpracy w okresie gwarancyjnym i pogwarancyjnym, naprawy sprzętu medycznego wykonywanego w zakresie własnym i przez podmioty zewnętrzne (problem autoryzacji i dostarczania części zamiennych), szkolenia początkowe i uzupełniające.
2. Identyfikacja urządzeń - baza danych aparatury, komunikacja dział aparatury – użytkownicy aparatury - przyjmowanie zgłoszeń o awarii, zlecanie czynności serwisowych – na zewnątrz i do serwisu wewnętrznego, bieżąca kontrola aparatury, dopuszczania do ponownego użytkowania urządzenia.
3. Procedury kontroli codziennej, przeglądów okresowych zgodnie z zaleceniami producenta, napraw w zakresie własnym i realizowanych przez jednostki zewnętrzne, oceny stanu technicznego urządzeń medycznych, likwidacji lub przekazywania innym jednostkom sprzętu medycznego.
4. Bezpieczeństwo informacji w medycznych systemach informatycznych tworzone w oparciu o: wdrażaną politykę bezpieczeństwa, zarządzanie strukturami organizacyjnymi, przestrzeganie obowiązujących aktów prawnych, przestrzeganie zasad etyki zawodowej, stosowania technik bezpieczeństwa systemów informatycznych m.in. kontrola dostępu, archiwizacja, odtwarzanie po awariach, identyfikacja użytkowników, poufność i uwierzytelnienie informacji oraz bezpieczna komunikacja.
5. Podstawowe aspekty bezpieczeństwa: modele zabezpieczeń, polityka bezpieczeństwa, administrowanie bezpieczeństwem, autoryzacja dostępu do zasobów, przykłady mechanizmów zabezpieczających m.in. protokoły, służby ogniowe, wykrywanie nieupoważnionych użytkowników sieci (standard IDES), hasła, podpis elektroniczny oraz zabezpieczające techniki biometryczne, integracja systemów IT z obecnymi standardami wymiany informacji - HL7, DICOM, PIXCEL, innych.
6. RODO dla przypadków awarii systemów IT, gdzie konieczna jest interwencja zewnętrznych serwisów IT - Umowy RODO, pełnienie funkcji pod-procesora, administrowanie danych pacjentów, w tym danych wrażliwych, umowy powierzenia przetwarzania danych osobowych, rola powołanego przez dany szpital inspektora IODO, oraz kilka innych aspektów.
7. Prowadzenie badań klinicznych w celu zebrania dowodów klinicznych skuteczności i bezpieczeństwa nowych wyrobów medycznych wprowadzanych zgodnie z rozporządzeniem MDR 2017/745.
8. Wprowadzanie systemów zarządzania jakością zgodnie z ISO 13485:2016.

### Tabela: Efekty uczenia się

## Część I

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna zasady wykorzystania aparatury medycznej i/lub oprogramowania medycznego zgodnie z aktami prawnymi obowiązującymi w Polsce i UE.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie regulacji prawnych dot. eksploatacji aparatury medycznej, oprogramowania i organizacji służby zdrowia obowiązujących w Polsce i UE.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi przygotować założenia i zaprojektować system elektromedyczny i/lub system telemedyczny i/lub medyczny system informatyczny zgodnie z obowiązującymi przepisami i przeprowadzić procedurę dopuszczenia go do użytku klinicznego w Polsce i UE.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Rozumie etyczne aspekty działalności w zakresie ochrony zdrowia i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane działania, decyzje i zaniechania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05

### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Czuje się kompetentny do współpracy z personelem medycznym w zakresie technicznego nadzoru, klinicznego zastosowania i zarządzania eksploatacją systemów medycznych w tym także informatycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do pełnienia roli managera lub doradcy ds. gospodarki systemami medycznymi w tym informatycznymi w jednostkach ochrony zdrowia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03



**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103D-IBIBM-MSP-TRM
Nazwa przedmiotu	Tomografia rezonansu magnetycznego
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S3-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	45	1.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	43	1.72
Razem	88	3.52 ( 3.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	45

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	43
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<p>Wykład:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Podstawy fizyczne zjawiska jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR). Przebieg i etapy tworzenia obrazu warstwowego, fenomenologiczny opis zjawiska rezonansu magnetycznego. Tomograf Rezonansu Magnetycznego - tworzenie obrazu, przetwarzanie sygnału - idea prac</li><li>• Modelowanie układu spinów w oparciu o układ równań Blocha. Układ równań Blocha, interpretacja stałych czasowych T1, T2, warunki początkowe, wykorzystanie do modelowania układu spinów przy znanej sekwencji obrazującej, modelowanie pobudzenia selektywnego.</li><li>• Obrazowanie techniką MRI. Pole główne, pola gradientowe. Sekwencje pomiarowe. Obrazowanie trójwymiarowe. Technika selektywnego pobudzenia. Algorytmy rekonstrukcji: algorytm rzutu wstecznego, algorytm obrazowania fourierowskiego. Metody szybkiego obrazowania. Przestrzeń k. Podsumowanie podstawowych metod obrazowania, analiza czułości</li><li>• Tomograf rezonansu magnetycznego. Warunki pracy - wymagania dotyczące ekranowania pomieszczenia. Cewki pola głównego - rodzaje, parametry i cechy eksploatacyjne. Zasilacz pola głównego - parametry, przykłady konstrukcyjne. Cewki gradientowe - wymagania, rodzaje, parametry, rozkłady przestrzenne indukcji magnetycznej, porównanie efektywności. Wzmacniacz gradientowy. Cewki nadawczoodbiorcze, cewki powierzchniowe. Wzmacniacz w.cz. Programator sekwencji pomiarowych. Układ akwizycji danych.</li><li>• Specjalne techniki obrazowania. Echo gradientowe, sekwencja FLASH, Technika EPI (Echo-Planar Imaging) odmiany i przegląd wybranych implementacji. Obrazowanie przepływów - angiografia MRI. Obrazowanie przesunięcia chemicznego. Obrazowanie innych pierwiastków</li><li>• Wykorzystanie techniki MR do obrazowania czynnościowego (functional Magnetic Resonance Imaging). Wpływ przenikalności magnetycznej materiałów na sygnał NMR, sygnał Blood Oxygenation Level Dependent (BOLD). Modelowanie i parametryzacja sygnału BOLD, przetwarzanie dynamicznej serii czasowej obrazów. Zastosowanie ogólnego modelu liniowego do detekcji sygnału fMRI. Sposoby prezentacji obrazów czynnościowych.</li><li>• Obrazowanie ukrwienia tkankowego (Perfusion Imaging) Modele przepływów tkankowych. Twierdzenie o średnim czasie przejścia. Obliczenie związku między stężeniem środka cieniującego, a wielkością sygnału MR. Obrazowanie parametryczne.</li><li>• Czynniki zagrożenia w tomografii rezonansu magnetycznego. Wpływ pola elektromagnetycznego i statycznego na organizm ludzki. Normy bezpieczeństwa. Wpływ na inne urządzenia techniczne stosowane w medycynie.</li><li>•</li></ul>
--------	--

## Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium: Program ćwiczeń laboratoryjnych umożliwia praktyczne zapoznanie się z problemami omawianymi na wykładzie, jak również umożliwia nabycie praktycznych umiejętności stosowania technik radiowych i metod cyfrowego przetwarzania obrazów. Przykładowe tematy zajęć laboratoryjnych:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Zapoznanie z systemem tomografu NMR/MRI na przykładzie tomografu niskopoleowego G-Scan lub Philips-Marconi oraz konsoli Kea.</li><li>• Układ detekcji tomografu NMR. Badanie odbiornika kwadraturowego tomografu. Projektowanie i wykonanie układu odbiorczego sygnału NMR. Pomiar sygnału NMR za pomocą zaprojektowanego układu.</li><li>• Sekwencja pobudzeniowa Spin-Echo. Programowanie podstawowych parametrów sekwencji. Badanie czasów relaksacji próbek roztworów soli manganowej.</li><li>• Przetwarzanie sekwencji czynnościowej fMRI w środowisku Matlab/SPM12. Procedury przetwarzania obrazów na dostarczonych przykładach. Ekstrakcja cech odpowiedzi BOLD.</li></ul>
--------------	--

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna pojęcia i zagadnienia występujące w tomografii rezonansu magnetycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe algorytmów rekonstrukcji obrazów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna zagadnienie problemu odwrotnego i wybrane metody i algorytmy optymalizacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z projektowaniem systemów obrazujących
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W05
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Zna metody prezentacji diagnostycznych obrazów medycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W06
Opis	Ma wiedzę ogólną z zakresu podstaw fizycznych, zasady działania i budowy urządzeń tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm rekonstrukcji obrazów tomograficznych w wybranym języku programowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U04, U07
<b>Kod efektu</b>	U02

**Część I**

Opis	Potrafi wyznaczyć model numeryczny pomiaru tomograficznego i zrealizować symulację numeryczną projekcji tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U07
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi wykonać pomiary testowe i zweryfikować jakość obrazów tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U04, U07
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02

## SYLABUS PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	103X-xxxxx-MSP-PDYM
Nazwa przedmiotu	Przygotowanie pracy dyplomowej magisterskiej
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Dyplomowanie )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	20

## Część I

### 01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	150.00 h

### 02. Bilans ECTS

Liczba punktów ECTS	20	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	150	12.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	350	12.00
Razem	500	24.00 ( 20.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	150
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	150

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	350
---	-----

### 03. Treści kształcenia

## Część I

Treści kształcenia	Przygotowanie Pracy Dyplomowej Magisterskiej to najintensywniejsza część procesu dyplomowania. W ramach zajęć w zależności od specyfiki realizowanej pracy wykonywane są zasadnicze działania badawcze z wykorzystaniem przewidzianej bazy dydaktycznej (aparatura pomiarowa, systemy komputerowe i pomiarowe, specjalistyczne oprogramowanie, itp.). Uzyskane rezultaty prac na bieżąco poddawane są analizie i weryfikacji. We współpracy z Promotorem, podejmowane są decyzje o sposobie opisu i wykorzystania uzyskanych wyników w pracy magisterskiej. Oceniana jest zgodność postępów prac z przyjętym harmonogramem. Uzyskane wyniki prac są na bieżąco oceniane przez Promotora. Ich końcowym efektem jest zredagowana praca magisterska przygotowana do przeprowadzenia obrony
--------------------	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Ma podbudowaną teoretycznie szczegółową wiedzę ogólną obejmującą zagadnienia związaną z tematyką dyplomowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Ma rozszerzoną i pogłębioną wiedzę z matematyki w zakresie związanym z wybraną tematyką pracy dyplomowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Zna podstawowe metody, techniki, narzędzia i materiały stosowane przy rozwiązywaniu złożonych zadań inżynierskich związanych z tematyką pracy magisterskiej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W05
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Zna aktualny stan wiedzy i trendy rozwojowe związane z wybraną tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi porozumiewać się przy użyciu różnych technik w środowisku zawodowym oraz w innych środowiskach, także w języku angielskim.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Potrafi pozyskiwać informacje z literatury, baz danych oraz innych właściwie dobranych źródeł, także w języku angielskim; potrafi integrować uzyskane informacje, dokonywać ich interpretacji i krytycznej oceny
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi stawiać hipotezy badawcze i poddawać je weryfikacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym zaawansowane pomiary i symulacje komputerowe oraz opracowywać i interpretować uzyskane wyniki i wyciągać wnioski

**Część I**

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Potrafi wykorzystać metody analityczne, symulacyjne oraz eksperymentalne do formułowania i rozwiązywania zadań inżynierskich i prostych problemów badawczych związanych z tematyką pracy dyplomowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01
<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Potrafi przygotować i przedstawić w języku polskim i języku angielskim prezentację ustną, dotyczącą szczegółowych zagadnień z zakresu kierunku studiowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi myśleć i działać kreatywnie rozwiązując napotkane problemy. Potrafi także działać w zespole oraz umie przedstawić i uzasadnić przyjętą metodologię działań
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K03, K04

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103X-xxxxx-MSP-EDYM
Nazwa przedmiotu	Redakcja i edycja pracy dyplomowej magisterskiej
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Dyplomowanie )--mgr.-EITI,( Edycja pracy dyplomowej )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	0

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	0
---------------------	---

**03. Treści kształcenia**

Treści kształcenia	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Sformułowanie problemu (tematu) pracy i określenie celu pracy (opis zawierający przegląd piśmiennictwa z przedmiotowego zakresu, dyskusje z promotorem, uwzględnienie dyskusji seminaryjnych;</li><li>2. dobór literatury (bazy bibliograficzne: IEEE Xplore, Scopus, WoS);</li><li>3. analiza problemu i synteza rozwiązania, konceptualizacja i operacjonalizacja problemu (na podstawie dyskusji z promotorem i dyskusji seminaryjnych przeprowadzonych w ramach pracowni problemowych i seminariów);</li><li>4. przygotowanie konspektu pracy;</li><li>5. przygotowanie kolejnych rozdziałów pracy (dyskusje z promotorem w ramach PDYM i PDMGR, dyskusje seminaryjne na SDM1 i SDM2);</li><li>6. korekty merytoryczne i językowe;</li><li>7. Złożenie pracy w sekretariacie dydaktycznym instytutu dyplomującego.</li></ol>
--------------------	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

## Wiedza

Kod efektu	W01
Opis	Ma uporządkowaną, pogłębioną i rozszerzoną wiedzę ogólną, obejmującą współczesną terminologię, teorie i metodologię z zakresu nauk technicznych i dyscyplin naukowych, właściwych dla studiowanego kierunku pozwalające na tworzenie profesjonalnych opisów technicznych, prac badawczych, i eksperymentów



**Część I**

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03, W04
---	---------------

## Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
-------------------	-----

Opis	Potrafi wyszukiwać, analizować, oceniać, selekcjonować i integrować informację z różnych źródeł oraz formułować na tej podstawie krytyczne sądy.
------	--

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	
---	--

<b>Kod efektu</b>	U02
-------------------	-----

Opis	Posiada pogłębione umiejętności badawcze obejmujące analizę prac innych autorów, syntezę różnych metod projektowych, teoretycznych, i konstruowanie narzędzi badawczych, opracowanie i prezentację wyników, pozwalające na rozwiązywanie złożonych problemów w zakresie dziedzin nauki i dyscyplin naukowych AEEiTK oraz ITT.
------	---

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02, U03
---	---------------

<b>Kod efektu</b>	U03
-------------------	-----

Opis	Posiada pogłębioną umiejętność przygotowania różnych prac pisemnych w języku polskim oraz języku angielskim w dyscyplinach AEEiTK oraz ITT.
------	---

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
---	-----

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
-------------------	-----

Opis	Absolwent jest gotów do uzasadniania własnych poglądów w pracy magisterskiej i innych formach komunikacji
------	---

Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
---	-----

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-EMDS2
Nazwa przedmiotu	Master Diploma Seminar 2
Wersja przedmiotu	2024Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Dyplomowanie )--mgr.-EITI,( Semestr 4 modelowy )-Systemy elektroniczne i wbudowane-mgr.-EITI
Status przedmiotu	Obowiązkowy
Język prowadzenia zajęć	angielski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Seminarium	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	40	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	20	0.80
Razem	60	2.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	40

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	20
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Treści kształcenia	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Lecture on "why and how to write a master's thesis and presentation" and writing perfect technical and scientific texts.</li> <li>2. How to prepare summaries for master's theses; advancing teamwork (with the entire dean's group) on substantive, logical, and grammatical editing of master theses.</li> <li>3. How do you prepare a presentation to defend the thesis? Working together (with the entire dean's group) under the supervision of the coordinator on the editing - substantive, logical, grammatical, and visual.</li> <li>4. Developing own conference publication for a "mock" conference, meeting all the formalities of a "real" publication (p2p reviews, placing materials on the publisher's server, etc.).</li> <li>5. How to prepare reviews? Review of three conference papers under the supervision of the seminar coordinator.</li> <li>6. Discussion on the publications mentioned earlier and their reviews.</li> </ol>
--------------------	--

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Students know how to conduct an experiment that is correct from the point of view of scientific research methodology.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Students know and understand the basics of scientific research methodology in electronics-related disciplines.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Students are able to use selected theories, methods, and tools in the practice of designing and implementing research.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Students are able to conduct research in order to prepare a master's thesis.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Students are able to prepare a short technical document or scientific report in English.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Students can formulate research hypotheses and verify them.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02

### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	The graduates are ready to justify their views in a master's thesis and other forms of communication.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01, K04

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-xxxxx-MSP-DPZ
Nazwa przedmiotu	Doskonała praca zespołowa
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty ekonomiczno-społeczne )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	40	1.20
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	45	1.80
Razem	85	3.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	40

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	45
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Treści kształcenia	<b>Treść ćwiczeń</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Co to jest "team building"? Znaczenie i korzyści pracy zespołowej.</li><li>2. Proces budowania zespołu - umiejętności pracy zespołowej, tworzenie "ducha" zespołu.</li><li>3. Cykl życia zespołu.</li><li>4. Cele zespołowe - wyznaczanie i osiąganie; cele zespołowe, a cele i oczekiwania członków zespołu.</li><li>5. Rozwijanie i doskonalenie zaangażowania i motywacji członków zespołu.</li><li>6. Normy zespołowe - funkcje, źródła, normatywny wpływ grupowy.</li><li>7. Techniki integracyjne.</li><li>8. Role grupowe - interpersonalne i zadaniowe.</li><li>9. Konstrukttywne i destruktywne zachowania członków zespołu.</li><li>10. Rozwiązywanie i pokonywanie problemów.</li><li>11. Metody zwiększania efektywności pracy zespołowej.</li><li>12. Mechanizm grupowe podejmowanie decyzji - szanse i pułapki.</li><li>13. Jak kierować zespołem - coaching.</li><li>14. Komunikowanie w zespole.</li></ol>
--------------------	--

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie proces budowania zespołu i pracy zespołowej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	

#### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Skutecznie komunikuje się w zespole i działalność zespołu z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04

#### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi w sposób kreatywny pracować w zespole i rozwiązywać zagadnienia związane z obszarem pracy zespołowej.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Ma świadomość jak istotna jest skuteczna komunikacja z otoczeniem.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103A-xxxxx-MSP-SPOPT
Nazwa przedmiotu	Społeczne oblicza przemian technologicznych
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty ekonomiczno-społeczne )--mgr.-EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Ćwiczenia	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	40	1.60
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	35	1.40
Razem	75	3.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	10
Razem	40

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	35
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Treści kształcenia	<b>Treść ćwiczeń</b> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Technika jako składnik cywilizacji i kultury.</li><li>2. Od schematu po innowację (1). Funkcja schematów w postrzeganiu świata i kształtowaniu ludzkich postaw.</li><li>3. Od schematu po innowację (2). Innowacja - odstępstwo od reguły czy kreacja ?</li><li>4. Psychologia wynalazku. Od lęku po uzależnienie (1). Lęk przed "nowym".</li><li>5. Psychologia wynalazku. Od lęku po uzależnienie (2). Uzależnienie od internetu.</li><li>6. Społeczne życie przedmiotów - owoców nowych technologii.</li><li>7. Komunikacja społeczna i jej znaczenie dla rozwoju społeczeństwa informacyjnego.</li><li>8. Nowoczesne techniki komunikacji (internet).</li><li>9. Wpływ internetu na procesy tworzenia się społeczności wirtualnych i więzi społecznych.</li><li>10. Czy żyjemy w epoce "cyberkultury"?</li><li>11. Społeczeństwo informacyjne a teoria demokracji.</li><li>12. Społeczeństwo informacyjne a globalizacja.</li><li>13. Społeczeństwo informacyjne na co dzień. Wpływ techniki na styl życia.</li><li>14. Czy potrzebny jest e-savoir-vivre ? Nowe technologie a ludzkie maniery.</li><li>15. Podsumowanie zajęć.</li></ol>
--------------------	---

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna i rozumie wpływ techniki i technologii, działalności inżynierskiej na społeczeństwo.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05

#### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Ma świadomość roli społecznej absolwenta uczelni technicznej, rozumie potrzebę komunikacji i propagowania informacji społeczeństwu, we współczesny sposób.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K04

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	1140-IBAME-MSP-2001
Nazwa przedmiotu	Radioterapia
Wersja przedmiotu	2020Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Aparatura Medyczna-mgr.-EITI,( Semestr 2 modelowy )-Aparatura medyczna-mgr.-EITI,(przedmioty obowiązkowe specjalności) Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 2,(przedmioty obowiązkowe kierunku) Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 2
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	50	2.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	50

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

**03. Treści kształcenia**



## Część I

Treści kształcenia	Zakres wykładu obejmuje: Oddziaływanie promieniowania jonizującego z materią. Podstawowe cechy nowotworów. Radiobiologiczne podstawy radioterapii. Techniki teleradioterapii. Urządzenia do teleradioterapii oraz urządzenia pomocnicze. Parametry wysokoenergetycznych wiązek terapeutycznych. Podstawy dozymetrii wysokoenergetycznych wiązek terapeutycznych. Obrazowanie medyczne w planowaniu i realizacji radioterapii. Planowanie leczenia. Brachyterapia. Radioterapia hadronowa. Radioterapia izotopowa. Nowotwory wtórne. Zapewnienie jakości w radioterapii. Zakres zajęć laboratoryjnych obejmuje: Wyznaczanie parametrów wiązki fotonowej w sposób doświadczalny oraz z wykorzystaniem środowiska obliczeniowego bazującego na metodzie Monte Carlo Wstęp do planowania leczenia.
--------------------	--

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W1
Opis	Zna cele i podstawowe zasady: radioterapii; zasadnicze elementy konstrukcji urządzeń do radioterapii oraz urządzeń pomocniczych; techniki napromienienia; wyznaczania parametrów wiązek wysokoenergetycznych oraz zapewnienia jakości w radioterapii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02, W03, W05

#### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U1
Opis	Potrafi: korzystając z obowiązujących przepisów i zaleceń wyznaczyć parametry wiązek wysokoenergetycznych z użyciem zestawów dozymetrycznych oraz z użyciem narzędzi do obliczeń transportu promieniowania; ocenić cechy dobrego planu radioterapeutycznego z użyciem systemu do planowania leczenia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05, U06

#### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K1
Opis	Ma świadomość specyfiki pracy i wynikającej z niej odpowiedzialności w ośrodkach radioterapii.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02, K04

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	1140-IBAME-MSP-4001
Nazwa przedmiotu	Bioprzepływy
Wersja przedmiotu	1900Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	Przedmioty obowiązkowe dla studiów tutorskich - realizacja sem. zimowym, Przedmioty obowiązkowe dla studiów tutorskich - realizacja sem. letni
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	35	1.40
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	20	0.40
Razem	55	1.80 ( 2.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	35

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	20
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Treści kształcenia	<p>Równanie ciągłości dla płynów ściśliwych i nieściśliwych, równania statyki, kinematyki i dynamiki płynów (równanie Naviera-Stokesa), równanie Bernoulliego i jego praktyczne wykorzystanie w układzie krążenia, przepływy ustalone i pulsujące cieczy lepkich nieściśliwych w kanałach o przekroju okrągłym i eliptycznym. Objętość wyrzutowa serca, natężenie przepływu krwi, chwilowe i średnie ciśnienie tętnicze w krążeniu dużym i małym, mechanizm powietrzni, podatność naczyń, szybkość rozchodzenia się fali tętna. Płyny niutonowskie i nieniuonowskie: modele reologiczne krwi, wpływ wartości hematokrytu na właściwości krwi. Właściwości hierarchicznej i sieciowej topologii naczyń; drzewa naczyniowe krążenia dużego i małego; zasada minimum wydatkowania energii w systemach biologicznych; fraktalne modele drzew naczyniowych, sieciowa struktura naczyń mikrokrażenia, krążenie oboczne; zespoły podkradania. Wymiary naczyń, pulsacja przepływu, formowanie się profili prędkości, krętość osi naczyń, zmienność pola przekroju poprzecznego naczyń, rozwidlenia i połączenia naczyń, nieniuonowskie właściwości krwi, laminarny bądź turbulentny charakter przepływu, znaczenie oddziaływań hemodynamicznych na lokalizacje zmian miażdżycowych i tętniaków. Zasady formułowania modeli fizycznych i elektrycznych różnych zjawisk przepływowych, bezwymiarowe liczby dynamicznego podobieństwa przepływów biologicznych, analogie mechano-elektryczne. Właściwości biofizyczne ściany naczyniowej, rozchodzenie się fali tętna w drzewie tętniczym, zjawisko odbicia fal i jego konsekwencje, wskaźnik kostkowo-ramienny. Przepływ w układzie żył powierzchownych, głębokich i przeszzywających oraz metody ich badania, rola i budowa zastawek żylnych, mechanizm zapadania się żył, nadciśnienie w obrębie żył, żylaki. Metody opisu przepływu w ośrodku porowatym, prawa filtracji, zjawiska dyfuzji. Hipoteza Monro-Kelliego, rola i podstawowe parametry krążenia płynu mózgowo-rdzeniowego i sposoby ich wyznaczania, modele krążenia PMR.</p>
--------------------	--

### Tabela: Efekty uczenia się

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W1
Opis	Posiada wiedzę dotyczącą fizjologicznych i fizycznych uwarunkowań urządzeń technicznych stosowanych w medycynie takich jak m. in. sztuczne zastawki, stenty, urządzenia do monitorowania stanu płodu, urządzenia do testów infuzyjnych, respiratory, urządzenia wspomagających pracę serca itp..
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W02
<b>Kod efektu</b>	W2
Opis	Posiada wiedzę dotyczącą wykorzystania medycznych danych obrazowych do celów modelowania przepływów.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W3
Opis	Posiada wiedzę dotyczącą podstawowych technik modelowania bioprzepływów jak również najnowszych trendów w tym zakresie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W04
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U1

**Część I**

Opis	Bazując na danych klinicznych i eksperymentalnych potrafi posługiwać się zdobytą wiedzą z zakresu fizjologii bioprzepływów w analizie problemów i zagadnień medycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
<b>Kod efektu</b>	U2
Opis	Rozumie rolę inżyniera reprezentującego dyscyplinę inżynierii biomedycznej jako ogniwo łączące środowisko medyczne i techniczne.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05

## Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K1
Opis	Posiada wiedzę z zakresu fizjologii bioprzepływów pozwalającą na dialog z lekarzami – specjalistami.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	1140-IBAME-MSP-2002
Nazwa przedmiotu	Układy i systemy elektromedyczne
Wersja przedmiotu	1900Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obowiązkowe )-Aparatura Medyczna-mgr.-EITI,Przedmioty obowiązkowe dla studiów tutejszych - realizacja sem. zimowym
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	50	2.00
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	50	2.00
Razem	100	4.00

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	5
Razem	50

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	50
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Treści kształcenia	Urządzenia intensywnego nadzoru. Systemy nadzoru szpitalnego ogólnego i systemy specjalistyczne. Układy i systemy do gazometrii. Rozwiązania spektrometrów impedancyjnych i stymulatorów. Odbiornik cyfrowy RF, układy DDS i DDC. Tor sygnałowy stetoskopu elektronicznego, przepływomierza ultradźwiękowego z emisją ciągłą i przepływomierza ultradźwiękowego z emisją impulsową, ultrasonografu, aparatu słuchowego i/lub implantu ślimakowego – schematy blokowe, analiza sygnałowa, przykłady rozwiązań układowych. Laboratorium Stetoskop elektroniczny jako przykład systemu elektromedycznego – parametry sygnałów rejestrowanych, głowica i przewód akustyczny, mikrofon elektretowy, cyfrowe przetwarzanie sygnału, pomiary parametrów użytkowych stetoskopu elektronicznego TMDXMDKDS3254 firmy Texas Instruments.
--------------------	---

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W1
Opis	Zna wybrane układy i podsystemy stosowane w aparaturze elektromedycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03
<b>Kod efektu</b>	W2
Opis	Posiada wiedzę nt. rozwiązań układowych przepływomierzy dopplerowskich i ultrasonografów, stymulatorów i spektrometrów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01, W03

#### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U1
Opis	Potrafi przeprowadzić pomiary parametrów systemu elektromedycznego (stetoskopu elektronicznego i jego podsystemów)
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01, U02
<b>Kod efektu</b>	U2
Opis	Potrafi zaproponować rozwiązanie toru sygnałowego przepływomierza dopplerowskiego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03

#### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K1
Opis	Jest świadomy znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-INISY-MSP-PORR
Nazwa przedmiotu	Programowanie równoległe i rozproszone
Wersja przedmiotu	2022Z
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty obieralne )-Cyberbezpieczeństwo-mgr.-EITI, ( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Wytwarzanie )-Inteligentne systemy-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	4

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Projekt	30.00 h
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	4	
Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu	Godziny	ECTS
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	62	2.40
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	55	2.20
Razem	117	4.60 ( 4.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	60
Inne godziny kontaktowe	2
Razem	62

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	55
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Zagadnienia podstawowe: klasyfikacja i architektura komputerów równoległych; procesory wielordzeniowe, dodatkowe jednostki wykonawcze AVX oraz GPU i akceleratory; obliczenia: wektorowe, współbieżne, równoległe, rozproszone, strumieniowe; rodzaje oprogramowania realizującego równoległość, istotne paradygmaty i modele programowania równoległego.</li> <li>2. Miary oceny efektywności obliczeń równoległych (współczynniki przyśpieszenia oraz wydajności, prawa Amdahla i Gustafsona-Barsisa, sprawność i skalowalność).</li> <li>3. Zagadnienia synchronizacji i wymiany informacji w obliczeniach równoległych i rozproszonych, podstawowe mechanizmy: zamek, semafor, monitor, bariera klasyczna i dwuczęściowa, zmienne specyficzne, zmienne i operacje atomowe, zmienne warunków, komunikaty (synchroniczne, asynchroniczne, blokujące, nieblokujące, buforowane, operacje kolektywne, itd.), tablice rozproszone.</li> <li>4. Wektoryzacja obliczeń we współczesnych komputerach opartych na architekturze x64, sposób wykorzystania jednostek wykonawczych AVX. Podstawowe informacje o obliczeniach ogólnego przeznaczenia wykorzystujących karty graficzne (GPGPU), pojęcia strumienia i jądra; najważniejsze cechy środowisk oprogramowania: CUDA, OpenACC, OpenMP od wersji 4.</li> <li>5. Elementy programowania współbieżnego na maszynach z pamięcią wspólną, narzędzia: klasyczne systemu UNIX, programowania wielowątkowego (wątki POSIX, wątki języka C według standardu C23, korutyny, język dyrektyw OpenMP).</li> <li>6. Elementy programowania na maszynach z pamięcią lokalną oraz w sieciach komputerowych, klastrach, gridach, chmurach; narzędzia: środowisko MPI, rodzina narzędzi RPC (w tym dokładniej gRPC).</li> <li>7. Obliczenia w klastrach i gridach, metody szeregowania zadań i alokacji zasobów, systemy zarządzające obciążeniem (PBS/Torque, Slurm), systemy zarządzania klastrami i gridami (Mosix, Unicore), energooszczędne centra obliczeniowe.</li> <li>8. Przetwarzanie Big Data – modele, paradygmat MapReduce, środowiska i platformy (Hadoop, Apache Spark). Modele przetwarzania w chmurze, architektura chmury obliczeniowej, technologie (OpenStack).</li> <li>9. Algorytmy synchroniczne: podstawowe algorytmy algebry liniowej w wersji równoległej, rozwiązywanie układów równań nieliniowych, równoległe metody optymalizacji.</li> <li>10. Algorytmy całkowicie lub częściowo asynchroniczne: założenia, zbieżność, zastosowanie do rozwiązywania dużych układów równań liniowych i nieliniowych, optymalizacji statycznej, routingu, szeregowania linków w wyszukiwarkach.</li> </ol>
--------	--



## Część I

Projekt	<p>Celem projektu jest zdobycie podstawowych praktycznych umiejętności w posługiwaniu się równoległym środowiskiem do obliczeń oraz wykonanie przykładowych obliczeń na maszynach równoległych, wielordzeniowych (także z wykorzystaniem AVX i GPU), jak również w klastrze stacji roboczych. Przewidywane są zadania związane z:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. badaniem algorytmów synchronicznych z wykorzystaniem dyrektyw zrównoleglających kompilatora (OpenMP) oraz mechanizmu wątków (POSIX, C23, Java/Julia/Rust/itd. threads) na maszynie równoległej z pamięcią wspólną;</li> <li>2. badaniem algorytmów rozproszonych w klastrze z wykorzystaniem oprogramowania: MPI, gRPC, Java RMI;</li> <li>3. badaniem efektywności obliczeń hybrydowych - ze zrównolegleniem na wiele rdzeni oraz symdyzacją (AVX, GPU);</li> <li>4. oceną efektywności różnych narzędzi do zrównoleglania programów napisanych w: Javie, C++, C#, , Julii, Pythonie, Rust, Go, itd., uruchamianych na maszynie wielordzeniowej, pracującej pod kontrolą systemu UNIX/Linux/macOS albo w sieci PC pod kontrolą MS Windows;</li> <li>5. oceną różnych platform przetwarzania Big data (Hadoop, Apache Spark, OpenStack, itp.);</li> <li>6. oceną symulacyjną różnych technik alokacji zasobów do zadań.</li> </ol>
---------	--

**Tabela: Efekty uczenia się**

Wiedza	
<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student zna i rozumie główne tendencje rozwojowe informatyki technicznej i telekomunikacji w zakresie komputerów równoległych oraz systemów rozproszonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Student zna i rozumie podstawowe procesy zachodzące w równoległych i rozproszonych systemach informatycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Student w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu matematyki, dotyczące algorytmów i obliczeń równoległych i rozproszonych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W04
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Student w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę ogólną z zakresu projektowania, i integracji rozproszonych systemów informatycznych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W05

Część I	
Opis	Student w pogłębionym stopniu zna i rozumie wybrane fakty, obiekty i zjawiska oraz dotyczące ich metody i teorie wyjaśniające złożone zależności między nimi, stanowiące zaawansowaną wiedzę z zakresu programowania równoległego i rozproszonego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
Umiejętności	
<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców, prowadzić debatę dotyczącą programowania równoległego i rozproszonego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U04
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Student potrafi kierować pracą zespołu programistów oraz współdziałać z innymi osobami w ramach prac zespołowych nad aplikacją równoległą i rozproszoną.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U07
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Student potrafi planować i realizować uczenie się przez całe życie nowych API do programowania równoległego i rozproszonego a także środowisk klastrowych i chmurowych oraz ukierunkowywać innych w tym zakresie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U06
<b>Kod efektu</b>	U04
Opis	Student potrafi wykorzystać posiadaną wiedzę - formułować i rozwiązywać złożone i nietypowe problemy oraz innowacyjnie wykonywać zadania, także z innych dziedzin, w nieprzewidywalnych warunkach z zakresu systemów równoległych i rozproszonych poprzez: - właściwy dobór źródeł i informacji z nich pochodzących, dokonywanie oceny, krytycznej analizy, syntezy, twórczej interpretacji i prezentacji tych informacji - dobór oraz stosowanie właściwych metod i narzędzi, w tym zaawansowanych technik programowania równoległego i rozproszonego - przystosowanie istniejących lub opracowanie nowych metod i narzędzi programowania równoległego i rozproszonego.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	
<b>Kod efektu</b>	U05
Opis	Student potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i obliczenia komputerowe z zakresu przetwarzania równoległego i rozproszonego, interpretować uzyskane wyniki.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02
<b>Kod efektu</b>	U06
Opis	Student potrafi przy identyfikacji i formułowaniu specyfikacji zadań inżynierskich z zakresu systemów oraz obliczeń równoległych i rozproszonych a także przy ich rozwiązywaniu: - wykorzystywać metody analityczne, symulacyjne i eksperymentalne - dostrzegać ich aspekty systemowe i pozatechniczne, w tym aspekty etyczne - oceniać aspekty ekonomiczne proponowanych rozwiązań i podejmowanych działań inżynierskich.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U05
<b>Kod efektu</b>	U07

**Część I**

Opis	Student potrafi przeprowadzić krytyczną analizę sposobu funkcjonowania istniejących rozwiązań technicznych z zakresu systemów równoległych i rozproszonych oraz programowania równoległego i rozproszonego i oceniać te rozwiązania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	
<b>Kod efektu</b>	U08
Opis	Student potrafi projektować - zgodnie z zadaną specyfikacją - oraz tworzyć aplikacje równoległe i rozproszone, używając odpowiednio dobranych metod, technik i narzędzi.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03

**Kompetencje społeczne**

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Student jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści oraz do uznawania znaczenia wiedzy w rozwiązywaniu problemów poznawczych i praktycznych oraz zasięgania opinii ekspertów w przypadku trudności z samodzielnym rozwiązaniem problemu z zakresu systemów równoległych i rozproszonych.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Student jest gotów do myślenia i działania w sposób przedsiębiorczy, przewodzenia grupie twórców systemów oraz aplikacji równoległych i rozproszonych i ponoszenia odpowiedzialności za nią.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03
<b>Kod efektu</b>	K03
Opis	Student jest gotów do odpowiedzialnego pełnienia ról zawodowych, z uwzględnieniem zmieniających się potrzeb społecznych w dziedzinie systemów równoległych i rozproszonych, w tym: - rozwijania dorobku zawodu informatyka zajmującego się programowaniem równoległym i rozproszonym - podtrzymywanie etosu zawodu programisty aplikacji równoległych i rozproszonych, - przestrzegania etyki zawodowej oraz działania na rzecz przestrzegania tych zasad w systemach rozproszonych, w tym w chmurach oraz sieciach społecznych w Internecie.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K04

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103B-IBIBM-MSP-INGE
Nazwa przedmiotu	Inżynieria genetyczna
Wersja przedmiotu	2024L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	1

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	1	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	17	0.68
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	12	0.48
Razem	29	1.16 ( 1.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	15
Inne godziny kontaktowe	2
Razem	17

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	12
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

Wykład	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Wstęp do inżynierii genetycznej: definicje podstawowych pojęć, przegląd przykładowych zastosowań inżynierii genetycznej w medycynie, rolnictwie i przemyśle.</li><li>2. Podstawowe pojęcia z zakresu biologii molekularnej. Budowa oraz właściwości kwasów nukleinowych i białek. Sposób organizacji i przepływu informacji genetycznej: geny, kod genetyczny, transkrypcja, składanie mRNA, translacja, potranslacyjne modyfikacje białek. Budowa genomu.</li><li>3. Narzędzia i techniki inżynierii genetycznej. Enzymy wykorzystywane w rekombinacji DNA. Podstawowe procedury manipulacji cząstkami DNA: elektroforeza, amplifikacja metodą łańcuchowej reakcji polimerazy (PCR) oraz klonowanie molekularne. Zastosowania PCR i klonowania w diagnostyce medycynie i produkcji leków. Nowe narzędzia edycji genomu: CRISPR/Cas.</li><li>4. Współczesne metody sekwencjonowania DNA. Algorytmy składania sekwencji nukleotydowych na podstawie danych pomiarowych.</li><li>5. Budowa i cykl życia komórek organizmów eukariotycznych. Sygnalizacja komórkowa i jej rola w podtrzymywaniu homeostazy i różnicowaniu komórek. Deregulacja szlaków sygnałowych w chorobach nowotworowych.</li><li>6. Zastosowania inżynierii genetycznej w medycynie. Rodzaje komórek macierzystych, ich występowanie i potencjalne aplikacje w lecznictwie. Indukowalne komórki macierzyste (iPSC) jako nadzieja medycyny regeneracyjnej. Strategie terapii chorób uwarunkowanych genetycznie. Terapie genowe.</li><li>7. Organizmy transgeniczne i biologia syntetyczna</li></ol>
--------	---

### Tabela: Efekty uczenia się

#### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Student zna nowoczesne techniki inżynierii genetycznej oraz możliwości ich użycia w biologii molekularnej i medycynie
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Student zna medyczne zastosowania urządzeń służących do przeprowadzenia PCR oraz sekwencjonowania DNA
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	Student ma wiedzę o algorytmów analizy wyników z technik sekwencjonowania DNA
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

#### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Student rozumie znaczenie oraz konsekwencje stosowania technologii genetycznych w medycynie i inżynierii biomedycznej
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Student potrafi użyć algorytmów składania sekwencji nukleotydowych na podstawie danych pomiarowych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U01

#### Kompetencje społeczne

**Część I**

Kod efektu	K01
Opis	Student jest gotów do krytycznej oceny posiadanej wiedzy i odbieranych treści w zakresie inżynierii genetycznej oraz jej zastosowań w medycynie, a także rolnictwie i przemyśle
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K01

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	114A-IBxxx-MSP-TPAIB
Nazwa przedmiotu	Techniczne i prawne aspekty inżynierii biomedycznej
Wersja przedmiotu	2020L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Instytut Metrologii i Inżynierii Biomedycznej
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI,Inżynieria Biomedyczna, studia stacjonarne II stopnia - sem. 1
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	2

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	2	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	33	1.32
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	25	1.00
Razem	58	2.32 ( 2.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	30
Inne godziny kontaktowe	3
Razem	33

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	25
---	----

**03. Treści kształcenia**

## Część I

### Treści kształcenia

Przedmiot wprowadza studentów w zagadnienia obowiązujących aktów prawnych, dopuszczenia aparatury medycznej do użytku klinicznego w Polsce, Europie i na świecie. Ponadto, omawiane są zagadnienia bezpieczeństwa elektrycznego, ochrony radiologicznej, bezpieczeństwa przetwarzania danych medycznych, sterylizacji; wyposażenie działów aparatury, zakres obowiązków (różne warianty wymagań). Przedstawiane są również oczekiwane wykształcenie i umiejętności, szkolenie podyplomowe, specjalizacja inżynieria medyczna (w systemie specjalizacji mających zastosowanie w ochronie zdrowia Min. Zdrowia).

1. Zakres współpracy w okresie gwarancyjnym i pogwarancyjnym, naprawy sprzętu medycznego wykonywanego w zakresie własnym i przez podmioty zewnętrzne (problem autoryzacji i dostarczania części zamiennych), szkolenia początkowe i uzupełniające.
2. Identyfikacja urządzeń - baza danych aparatury, komunikacja dział aparatury – użytkownicy aparatury - przyjmowanie zgłoszeń o awarii, zlecanie czynności serwisowych – na zewnątrz i do serwisu wewnętrznego, bieżąca kontrola aparatury, dopuszczania do ponownego użytkowania urządzenia.
3. Procedury kontroli codziennej, przeglądów okresowych zgodnie z zaleceniami producenta, napraw w zakresie własnym i realizowanych przez jednostki zewnętrzne, oceny stanu technicznego urządzeń medycznych, likwidacji lub przekazywania innym jednostkom sprzętu medycznego.
4. Bezpieczeństwo informacji w medycznych systemach informatycznych tworzone w oparciu o: wdrażaną politykę bezpieczeństwa, zarządzanie strukturami organizacyjnymi, przestrzeganie obowiązujących aktów prawnych, przestrzeganie zasad etyki zawodowej, stosowania technik bezpieczeństwa systemów informatycznych m.in. kontrola dostępu, archiwizacja, odtwarzanie po awariach, identyfikacja użytkowników, poufność i uwierzytelnienie informacji oraz bezpieczna komunikacja.
5. Podstawowe aspekty bezpieczeństwa: modele zabezpieczeń, polityka bezpieczeństwa, administrowanie bezpieczeństwem, autoryzacja dostępu do zasobów, przykłady mechanizmów zabezpieczających m.in. protokoły, służby ogniowe, wykrywanie nieupoważnionych użytkowników sieci (standard IDES), hasła, podpis elektroniczny oraz zabezpieczające techniki biometryczne, integracja systemów IT z obecnymi standardami wymiany informacji - HL7, DICOM, PIXCEL, innych.
6. RODO dla przypadków awarii systemów IT, gdzie konieczna jest interwencja zewnętrznych serwisów IT - Umowy RODO, pełnienie funkcji pod-procesora, administrowanie danych pacjentów, w tym danych wrażliwych, umowy powierzenia przetwarzania danych osobowych, rola powołanego przez dany szpital inspektora IODO, oraz kilka innych aspektów.
7. Prowadzenie badań klinicznych w celu zebrania dowodów klinicznych skuteczności i bezpieczeństwa nowych wyrobów medycznych wprowadzanych zgodnie z rozporządzeniem MDR 2017/745.
8. Wprowadzanie systemów zarządzania jakością zgodnie z ISO 13485:2016.

### Tabela: Efekty uczenia się



## Część I

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna zasady wykorzystania aparatury medycznej i/lub oprogramowania medycznego zgodnie z aktami prawnymi obowiązującymi w Polsce i UE.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Ma uporządkowaną wiedzę w zakresie regulacji prawnych dot. eksploatacji aparatury medycznej, oprogramowania i organizacji służby zdrowia obowiązujących w Polsce i UE.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W05

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi przygotować założenia i zaprojektować system elektromedyczny i/lub system telemedyczny i/lub medyczny system informatyczny zgodnie z obowiązującymi przepisami i przeprowadzić procedurę dopuszczenia go do użytku klinicznego w Polsce i UE.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U03
<b>Kod efektu</b>	U02
Opis	Rozumie etyczne aspekty działalności w zakresie ochrony zdrowia i związaną z tym odpowiedzialność za podejmowane działania, decyzje i zaniechania.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U05

### Kompetencje społeczne

<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Czuje się kompetentny do współpracy z personelem medycznym w zakresie technicznego nadzoru, klinicznego zastosowania i zarządzania eksploatacją systemów medycznych w tym także informatycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02
<b>Kod efektu</b>	K02
Opis	Jest gotów do pełnienia roli managera lub doradcy ds. gospodarki systemami medycznymi w tym informatycznymi w jednostkach ochrony zdrowia.
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K03

**SYLABUS PRZEDMIOTU**

Kod przedmiotu	103D-IBIBM-MSP-TRM
Nazwa przedmiotu	Tomografia rezonansu magnetycznego
Wersja przedmiotu	2023L
Poziom kształcenia	drugiego stopnia
Forma i tryb prowadzenia studiów	stacjonarne
Profil studiów	Ogólnoakademicki
Kierunek studiów	Inżynieria Biomedyczna
Specjalność	Informatyka Biomedyczna
Jednostka prowadząca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Jednostka realizująca	Wydział Elektroniki i Technik Informacyjnych
Blok przedmiotów	nd
Grupy przedmiotów	( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Elektronika i informatyka w medycynie-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Informatyka biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane obieralne )-Inżynieria biomedyczna-mgr.-EITI,( Przedmioty zaawansowane techniczne )--mgr.-EITI,( Przedmioty techniczne )---EITI
Status przedmiotu	Wybieralny
Język prowadzenia zajęć	polski
Kod etapu studiów	IBIBM-S4-MSP-103C
Liczba punktów ECTS	3

**Część I****01. Efekty uczenia się i sposób prowadzenia zajęć**

Efekty uczenia się	patrz tabela "Efekty uczenia się"
Formy zajęć i ich wymiar w semestrze	
Wykład	30.00 h
Laboratorium	15.00 h

**02. Bilans ECTS**

Liczba punktów ECTS	3	
<b>Rozliczenie godzinowo - punktowe przedmiotu</b>	<b>Godziny</b>	<b>ECTS</b>
Liczba godzin i ECTS pracy studenta:		
Godziny i ECTS za zajęcia związane z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich	45	1.80
Godziny i ECTS związane z pracą własną studenta	43	1.72
Razem	88	3.52 ( 3.00)

Liczba godzin związanych z bezpośrednim udziałem nauczycieli akademickich:

Godziny związane z udziałem w zajęciach	45
Inne godziny kontaktowe	0
Razem	45

Liczba godzin związanych z pracą własną studenta:

Godziny przeznaczone na pracę własną studenta	43
---	----

**03. Treści kształcenia**

Wykład	<p>Wykład:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Podstawy fizyczne zjawiska jądrowego rezonansu magnetycznego (NMR). Przebieg i etapy tworzenia obrazu warstwowego, fenomenologiczny opis zjawiska rezonansu magnetycznego. Tomograf Rezonansu Magnetycznego - tworzenie obrazu, przetwarzanie sygnału - idea prac</li> <li>• Modelowanie układu spinów w oparciu o układ równań Blocha. Układ równań Blocha, interpretacja stałych czasowych T1, T2, warunki początkowe, wykorzystanie do modelowania układu spinów przy znanej sekwencji obrazującej, modelowanie pobudzenia selektywnego.</li> <li>• Obrazowanie techniką MRI. Pole główne, pola gradientowe. Sekwencje pomiarowe. Obrazowanie trójwymiarowe. Technika selektywnego pobudzenia. Algorytmy rekonstrukcji: algorytm rzutu wstecznego, algorytm obrazowania fourierowskiego. Metody szybkiego obrazowania. Przestrzeń k. Podsumowanie podstawowych metod obrazowania, analiza czułości</li> <li>• Tomograf rezonansu magnetycznego. Warunki pracy - wymagania dotyczące ekranowania pomieszczenia. Cewki pola głównego - rodzaje, parametry i cechy eksploatacyjne. Zasilacz pola głównego - parametry, przykłady konstrukcyjne. Cewki gradientowe - wymagania, rodzaje, parametry, rozkłady przestrzenne indukcji magnetycznej, porównanie efektywności. Wzmacniacz gradientowy. Cewki nadawczoodbiorcze, cewki powierzchniowe. Wzmacniacz w.cz. Programator sekwencji pomiarowych. Układ akwizycji danych.</li> <li>• Specjalne techniki obrazowania. Echo gradientowe, sekwencja FLASH, Technika EPI (Echo-Planar Imaging) odmiany i przegląd wybranych implementacji. Obrazowanie przepływów - angiografia MRI. Obrazowanie przesunięcia chemicznego. Obrazowanie innych pierwiastków</li> <li>• Wykorzystanie techniki MR do obrazowania czynnościowego (functional Magnetic Resonance Imaging). Wpływ przenikalności magnetycznej materiałów na sygnał NMR, sygnał Blood Oxygenation Level Dependent (BOLD). Modelowanie i parametryzacja sygnału BOLD, przetwarzanie dynamicznej serii czasowej obrazów. Zastosowanie ogólnego modelu liniowego do detekcji sygnału fMRI. Sposoby prezentacji obrazów czynnościowych.</li> <li>• Obrazowanie ukrwienia tkankowego (Perfusion Imaging) Modele przepływów tkankowych. Twierdzenie o średnim czasie przejścia. Obliczenie związku między stężeniem środka cieniującego, a wielkością sygnału MR. Obrazowanie parametryczne.</li> <li>• Czynniki zagrożenia w tomografii rezonansu magnetycznego. Wpływ pola elektromagnetycznego i statycznego na organizm ludzki. Normy bezpieczeństwa. Wpływ na inne urządzenia techniczne stosowane w medycynie.</li> </ul>
--------	---

## Część I

Laboratorium	<p>Laboratorium: Program ćwiczeń laboratoryjnych umożliwia praktyczne zapoznanie się z problemami omawianymi na wykładzie, jak również umożliwia nabycie praktycznych umiejętności stosowania technik radiowych i metod cyfrowego przetwarzania obrazów. Przykładowe tematy zajęć laboratoryjnych:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Zapoznanie z systemem tomografu NMR/MRI na przykładzie tomografu niskopoleowego G-Scan lub Philips-Marconi oraz konsoli Kea.</li> <li>• Układ detekcji tomografu NMR. Badanie odbiornika kwadraturowego tomografu. Projektowanie i wykonanie układu odbiorczego sygnału NMR. Pomiar sygnału NMR za pomocą zaprojektowanego układu.</li> <li>• Sekwencja pobudzeniowa Spin-Echo. Programowanie podstawowych parametrów sekwencji. Badanie czasów relaksacji próbek roztworów soli manganowej.</li> <li>• Przetwarzanie sekwencji czynnościowej fMRI w środowisku Matlab/SPM12. Procedury przetwarzania obrazów na dostarczonych przykładach. Ekstrakcja cech odpowiedzi BOLD.</li> </ul>
--------------	---

**Tabela: Efekty uczenia się**

### Wiedza

<b>Kod efektu</b>	W01
Opis	Zna pojęcia i zagadnienia występujące w tomografii rezonansu magnetycznego
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W03
<b>Kod efektu</b>	W02
Opis	Zna i rozumie główne tendencje rozwojowe algorytmów rekonstrukcji obrazów
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W01
<b>Kod efektu</b>	W03
Opis	W pogłębionym stopniu zna zagadnienie problemu odwrotnego i wybrane metody i algorytmy optymalizacji
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03, W04
<b>Kod efektu</b>	W04
Opis	Zna i rozumie prawne i społeczne uwarunkowania działalności zawodowej związanej z projektowaniem systemów obrazujących
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W02, W05
<b>Kod efektu</b>	W05
Opis	Zna metody prezentacji diagnostycznych obrazów medycznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03
<b>Kod efektu</b>	W06
Opis	Ma wiedzę ogólną z zakresu podstaw fizycznych, zasady działania i budowy urządzeń tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	W03

### Umiejętności

<b>Kod efektu</b>	U01
Opis	Potrafi zaprojektować i zaimplementować algorytm rekonstrukcji obrazów tomograficznych w wybranym języku programowania
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U04, U07
<b>Kod efektu</b>	U02

**Część I**

Opis	Potrafi wyznaczyć model numeryczny pomiaru tomograficznego i zrealizować symulację numeryczną projekcji tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U03, U07
<b>Kod efektu</b>	U03
Opis	Potrafi wykonać pomiary testowe i zweryfikować jakość obrazów tomograficznych
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	U02, U04, U07
Kompetencje społeczne	
<b>Kod efektu</b>	K01
Opis	Potrafi komunikować się na tematy specjalistyczne ze zróżnicowanymi kręgami odbiorców
Powiązane kierunkowe efekty uczenia się	K02