

PROGRAM STUDIÓW

Fizyka

Wydział Fizyki Uniwersytetu w Białymstoku

praktyczny

fizyka medyczna

stacjonarne

studia drugiego stopnia

4

120

Nazwa kierunku

Nazwa jednostki prowadzącej studia

Profil studiów

specjalność

Forma studiów

Poziom kształcenia

Liczba semestrów

Łączna liczba punktów ECTS

Objaśnienia oznaczeń:

W = zajęcia wykładowe

L= zajęcia w zespole laboratoryjnym

C= zajęcia w grupie ćwiczeniowej

K= zajęcia w grupie konwersatoryjnej

S= zajęcia w grupie seminaryjnej

Program studiów składa się pięciu modułów kształcenia:

WYBRANE PROBLEMY FIZYKI, METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE, FIZYKA W PRAKTYCE MEDYCZNEJ, KSZTAŁCENIE OGÓLNE, PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA.

Zawartość modułu WYBRANE PROBLEMY FIZYKI oraz modułu METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE została merytorycznie skorelowana z modułem FIZYKA W PRAKTYCE MEDYCZNEJ.

Moduły WYBRANE PROBLEMY FIZYKI i FIZYKA W PRAKTYCE MEDYCZNEJ zostały opracowane we współpracy z Zakładem Radioterapii BIAŁOSTOCKIEGO CENTRUM ONKOLOGII. Efekty i treści kształcenia wychodzą naprzeciw potrzebom i wymaganiom w zakresie kwalifikacji absolwenta kierunku fizyka realizującego zadania objęte działalnością BCO oraz spełniają znaczną część wymagań stawianych przez Ministerstwo Zdrowia w zakresie kwalifikacji dla nielekarskiej specjalizacji medycznej FIZYKA MEDYCZNEGO. Przebieg procesu kształcenia w zakresie poszczególnych modułów objętych programem kształcenia dokumentowany jest przy pomocy narzędzi określonych w Regulaminie Studiów Uniwersytetu w Białymstoku oraz w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej (KO₂GS)¹.

¹ Wzór Karty Oceny Opisowej Grupy Studenckiej = KO₂GS jest załącznikiem do bieżącego dokumentu. KO₂GS jest wewnętrznym dokumentem Wydziału Fizyki, który odzwierciedla przebieg procesu kształcenia oraz dostarcza istotnych danych do analiz prowadzonych w ramach Wydziałowego Systemu Zapewnienia Jakości Kształcenia.

SCHEMAT PROGRAMU KSZTAŁCENIA

MODUŁ WYBRANE PROBLEMY FIZYKI

sem.1 10 ECTS	Podstawy fizyki fazy skondensowanej
---------------------	-------------------------------------

sem.1 9 ECTS	Podstawy fizyki jądrowej
-----------------	--------------------------

sem.2 7 ECTS	Specjalistyczna pracownia fizyczna
-----------------	------------------------------------

sem.2 7 ECTS	Magnetyczne metody rezonansowe
-----------------	--------------------------------

sem.2 7 ECTS	Fizyka wiązek jonizujących
-----------------	----------------------------

sem.3 8 ECTS	Specjalistyczna pracownia fizyczna
-----------------	------------------------------------

sem.3 2 ECTS	Metody neutronowe
-----------------	-------------------

MODUŁ FIZYKA W PRAKTYCE MEDYCZNEJ

sem.3 8 ECTS	Wybrane techniki i procedury radioterapii oraz medycyny nuklearnej
-----------------	--

sem.4 6 ECTS	Ochrona radiologiczna w praktyce medycznej
-----------------	--

MODUŁ KSZTAŁCENIE OGÓLNE

sem.1 4 ECTS	Lektorat języka angielskiego
-----------------	------------------------------

sem.4 2 ECTS	Podstawy przedsiębiorczości
-----------------	-----------------------------

sem.4 2 ECTS	Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej
-----------------	--

MODUŁ METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE

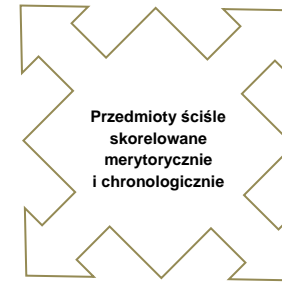
sem.1 5 ECTS	Rachunek transformat
-----------------	----------------------

sem.1 2 ECTS	Wstęp do teorii procesów stochastycznych
-----------------	--

sem.2 4 ECTS	Analiza sygnałów i obrazowanie
-----------------	--------------------------------

sem.2 4 ECTS	Specjalistyczne metody komputerowe
-----------------	------------------------------------

sem.3 4 ECTS	Komputerowe techniki pomiarowe
-----------------	--------------------------------



MODUŁ PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA

sem.2 2 ECTS	Proseminarium
-----------------	---------------

sem.3 3 ECTS	Seminarium dyplomowe
-----------------	----------------------

sem.3 7 ECTS	Pracownia dyplomowa
-----------------	---------------------

sem.4 13 ECTS	Pracownia dyplomowa
------------------	---------------------

sem.4 4 ECTS	Seminarium „Współczesna fizyka medyczna”
-----------------	--

Punkty ECTS w semestrze	sem.1	Sem.2	Sem.3	Sem.4
		30	31	32

MODUŁ WYBRANE PROBLEMY FIZYKI

Przedmioty wchodzące w skład modułu **WYBRANE PROBLEMY FIZYKI** realizowane są w ramach następujących form zajęć:

1. wykład prowadzony wymiarze W godzin w semestrze,
2. ćwiczenia rachunkowe w wymiarze C godzin w semestrze,
3. zajęcia laboratoryjne w wymiarze L godzin w semestrze obejmujące serię zadań eksperymentalnych do wykonania w zespołach 2-3 osobowych.

Weryfikacja założonych efektów kształcenia:

1. ocena wiedzy i umiejętności studenta w zakresie przygotowania rozwiązań zadań i problemów objętych ćwiczeniami rachunkowymi,
2. ocena aktywności studenta podczas zajęć ćwiczeniowych/konwersatoryjnych obejmująca umiejętność zadawania pytań dotyczących problemu, znajomość terminologii, rozumienia pojęć oraz umiejętność prezentacji rozwiązania (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
3. ocena przygotowania studenta do zadań laboratoryjnych (sprawdzian wejściowy – dokumentowany w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
4. ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadania laboratoryjnego oraz ocena umiejętności kierowania zespołem laboratoryjnym (dokumentowane w sprawozdaniu z zadania laboratoryjnego i w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej)
5. ocena wiedzy i umiejętności studenta na egzaminie pisemnym i ustnym o charakterze problemowym: studenci przygotowują pisemne rozwiązania zadanych odpowiednio wcześniej problemów i/lub zadań korzystając z dowolnych zasobów wiedzy, egzamin ustny odbywa się na forum grupy studenckiej i polega na publicznym przedstawieniu przygotowanych rozwiązań w obecności grupy oraz egzaminującego (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej).

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta na osiągnięcie efektów założonych w kształceniu z przedmiotu bloku **WYBRANE PROBLEMY FIZYKI**.

Zajęcia z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:

uczestnictwo w zajęciach wykładowych	W godzin
udział w zajęciach ćwiczeniowych/konwersatoryjnych	C godzin
udział w zajęciach laboratoryjnych	L godzin
instruktaż w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz organizacji pracy w laboratorium	1 godzina

Nakład samodzielnej pracy studenta

przygotowanie do zajęć ćwiczeniowych	C godzin
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych	L godzin
opracowanie wyników doświadczenia, przygotowanie opracowania w formie pisemnej	2L godzin
udział w konsultacjach przedmiotowych (zakłada się, że student uczestniczy w konsultacjach przedmiotowych trzy razy w semestrze)	3 godziny
przygotowanie do egzaminu końcowego z przedmiotu i udział w egzaminie	(12 +3) godzin

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie wyników kształcenia z przedmiotu modułu **WYBRANE PROBLEMY FIZYKI** wynosi:

$W + 2C + 1 + 4L + 3 + (12+3)E$ godzin, gdzie E przyjmuje wartość 1 jeśli przedmiot kończy się egzaminem lub, w przeciwnym razie, wartość 0, co odpowiada **$[(W + 2C + 4L + 4 + 15E)/25]$** punktom ECTS, gdzie [-] oznacza zaokrąglenie do liczb całkowitych, przy tym $[1,5] = 1$

Przedmioty modułu WYBRANE PROBLEMY FIZYKI								
Nazwa przedmiotu, wymiar i forma zajęć				semestr	Syntetyczny opis treści i metod kształcenia, zalecenia dotyczące przebiegu kształcenia	Kierunkowe efekty kształcenia dla przedmiotów modułu	ECTS	
	W	C	L					
Podstawy fizyki fazy skondensowanej	45	30	30	1	Mikroskopowa struktura materii skondensowanej ze szczegółowym omówieniem metod badań strukturalnych wykorzystujących zjawiska falowe, w tym z wykorzystaniem promieniowania jonizującego. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe oraz zajęcia laboratoryjne obejmujące serię eksperymentów z zakresu badań strukturalnych oraz zjawisk transportu ładunku elektrycznego w materii.	K_W02, K_W03, K_W05, K_W06, K_W07, K_W20, K_U03, K_U04, K_U05, K_U16	10	
Podstawy fizyki jądrowej	30		45	1	Fizyka procesów jądrowych, rozpady promieniotwórcze – rodziny promieniotwórcze, reakcje jądrowe, naturalne i sztuczne źródła promieniowania jonizującego, oddziaływanie z materią. Izotopy stosowane w praktyce medycznej. Metody detekcji i dozymetrii promieniowania. Wykład uzupełniony o zajęcia laboratoryjne obejmujące serię pomiarów i obliczeń w laboratorium komputerowym.	K_W02, K_W03, K_W08, K_W09, K_W20, K_U06, K_U07, K_U08, K_U16	9	
Magnetyczne metody rezonansowe	30		30	2	Fizyczne podstawy wybranych zjawisk rezonansu magnetycznego, w tym magnetycznego rezonansu jądrowego (NMR), zastosowania zjawiska w badaniach naukowych i diagnostyce medycznej. Detekcja i przetwarzanie sygnałów NMR, obrazowanie rezonansowe i interpretacja obrazów. Wykład uzupełniony jest o zajęcia laboratoryjne w laboratorium komputerowym i doświadczalnym obejmujące ćwiczenia symulacyjne i zadania eksperymentalne.	K_W02, K_W03, K_W11, K_W12, K_U12, K_U13, K_U14, K_U16	7	
Fizyka wiązek jonizujących	30		30	2	Generowanie wiązek promieniowania jonizującego - elektromagnetycznego i korpuskularnego, sterowanie wiązkami, oddziaływanie wiązek z materią, w tym z materią biologiczną. Wykład uzupełniony jest o zajęcia laboratoryjne/pokazowe obejmujące pomiary parametrów wiązek jonizujących, badanie zjawisk pochłaniania i rozpraszania wiązek przez materię.	K_W02, K_W03, K_W13, K_W14, K_W17, K_U09, K_U11,	7	
Metody neutronowe*	15	15		3	MNM	Fizyczne podstawy terapii neutronowej, Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe dotyczące obliczania parametrów dawek promieniowania.	K_W02, K_W16, K_U10, K_U11,	2
					MNP	Rozpraszanie neutronów, neutronografia, echo spinowe. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia rachunkowe obejmujące czasy emisji wiązek, głębokość penetracji.		
Specjalistyczna pracownia fizyczna**			90	2/3	ZFCS	Seria zadań eksperymentalnych o średnim stopniu złożoności z zakresu technik dyfrakcyjnych, promieniowania jonizującego i metod transportowych. Zadania realizowane są w zespołach 2-3 osobowych ze zmianą koordynatora eksperymentu.	K_W03, K_W06, K_W07, K_U04, K_U16	7/8 razem 15
					ZFM	Seria zadań eksperymentalnych o średnim stopniu złożoności z zakresu spektroskopii optycznej, metod promieniowania laserowego, rezonansu ferromagnetycznego i akustyki ze ścisłym odniesieniem do medycznych technik diagnostycznych i terapeutycznych. Zadania realizowane są w zespołach 2-3 osobowych ze zmianą koordynatora eksperymentu.		

*Przedmiot **Metody neutronowe** realizowany jest w następujących opcjach – do wyboru przez studentów:

1) **Metody neutronowe w medycynie MNM**

2) **Metody neutronowe w naukach przyrodniczych MNP**

Przedmiot **Specjalistyczna pracownia fizyczna realizowany jest w drugim i trzecim semestrze w następujących opcjach – do wyboru przez studentów:

1) **Pracownia technik z użyciem promieniowania jonizującego i metod transportowych w Zakładzie Fizyki Ciała Stałego (ZFCS),**

2) **Pracownia technik z użyciem promieniowania niejonizującego w Zakładzie Fizyki Magnetyków (ZFM)**

SUMARYCZNE EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA MODUŁU WYBRANE PROBLEMY FIZYKI

ECTS: 50

Student:	Odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia	Weryfikacja i dokumentacja efektów kształcenia
1. rozumie i stosuje w problemach badawczych i praktycznych koncepcje teoretyczne oraz formalizm wybranych działów fizyki: fizyki ciała stałego, fizyki jądrowej, fizyki wiązek jonizujących i magnetycznych zjawisk rezonansowych	K_W02 K_W05 K_W06 K_W08 K_W11 K_W12 K_W13 K_U05	Weryfikacja efektów: egzaminacje pisemne i ustne w połączeniu z zaliczeniem zajęć laboratoryjnych i /lub ćwiczeń rachunkowych, Dokumentacja efektów: protokół egzaminacyjny i zaliczeniowy uzupełniony o KO ₂ GS
2. zna sposoby eksperymentalnej weryfikacji koncepcji teoretycznych w zakresie wybranych działów fizyki, zna budowę i zasady działania odpowiednich układów eksperymentalnych służących do ich weryfikacji oraz budowę i zasady działania aparatury pomiarowej do wybranych zastosowań praktycznych, ze szczególnym uwzględnieniem praktyki w ramach ochrony zdrowia	K_W02 K_W03 K_W04 K_W07 K_W09 K_W12 K_W14	Weryfikacja efektów: ocenie ciągłe przez prowadzącego zajęcia Dokumentacja efektów: sprawozdanie ze zrealizowanych zadań laboratoryjnych, protokół zaliczeniowy, KO ₂ GS
3. planuje i wykonuje eksperyment badawczy lub pomiar z zakresu wybranych działów fizyki wykorzystując zdobytą wiedzę teoretyczną, przedstawia jego wyniki w postaci zwięzłego opracowania o charakterze naukowym lub raportu	K_U03 K_U04 K_U08 K_U12 K_U14	Weryfikacja efektów: ocenie ciągłe przez prowadzącego zajęcia, Dokumentacja efektów: sprawozdanie ze zrealizowanych zadań laboratoryjnych, rozprawa o charakterze badawczym z wybranych zadań eksperymentalnych lub raport z pomiarów , protokół zaliczeniowy, KO ₂ GS
4. analizuje problemy z zakresu wybranych działów fizyki, znajduje i przedstawia ich rozwiązania oraz przy wykorzystaniu poznanych narzędzi matematyki i informatyki, wykonuje analizy ilościowe i wyciąga wnioski jakościowe, wykonuje obliczenia o znaczeniu praktycznym, w tym obliczenia z bezpośrednim odniesieniem do zastosowań w ochronie zdrowia	K_U05 K_U06 K_U07 K_U09 K_U10 K_U11 K_U13	Weryfikacja efektów: ocenie ciągłe przez prowadzącego zajęcia, Dokumentacja efektów: protokół zaliczeniowy, KO ₂ GS
5. wykorzystuje ze zrozumieniem i krytycznie zasoby fachowej literatury i zasobów Internetu w odniesieniu do wybranych problemów fizyki	K_U16	Weryfikacja efektów: ocenie ciągłe przez prowadzącego zajęcia, Dokumentacja efektów: KO ₂ GS
6. pracuje w zespole laboratoryjnym, przyjmując, między innymi rolę kierowniczą, przyjmuje odpowiedzialność za realizowane zadanie zespołowe , stosuje zasady uczciwości intelektualnej w działaniach własnych i innych osób, rozumie potrzebę dzielenia się wiedzą	K_K02 K_K03 K_K04	Weryfikacja efektów: ocenie ciągłe przez prowadzącego zajęcia, Dokumentacja efektów: KO ₂ GS

MODUŁ FIZYKA W PRAKTYCE MEDYCZNEJ

Przedmioty wchodzące w skład modułu **FIZYKA W PRAKTYCE MEDYCZNEJ** realizowane są w ramach następujących form zajęć:

1. wykład prowadzony wymiarze W godzin w semestrze,
2. zajęcia seminaryjne w wymiarze S godzin w semestrze,
3. zajęcia praktyczne/pokazowe w laboratoriach Białostockiego Centrum Onkologii w wymiarze LP godzin w semestrze

Weryfikacja założonych efektów kształcenia:

1. ocena wiedzy i umiejętności studenta w zakresie przygotowania rozwiązań zadań i problemów objętych ćwiczeniami obliczeniowymi,
2. ocena aktywności studenta podczas zajęć seminaryjnych obejmująca umiejętność zadawania pytań dotyczących problemu, znajomość terminologii, rozumienia pojęć oraz umiejętność prezentacji rozwiązania (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
3. ocena przygotowania studenta do zadań laboratoryjnych (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
4. ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadania praktycznego oraz ocena umiejętności kierowania zespołem laboratoryjnym (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej)
5. ocena wystąpienia seminaryjnego pod względem treści i formy (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
6. ocena wiedzy i umiejętności studenta na egzaminie o charakterze testowym i egzaminie ustnym.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta na osiągnięcie efektów założonych w kształceniu z przedmiotu modułu **FIZYKA W PRAKTYCE MEDYCZNEJ**.

Zajęcia z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:

uczestnictwo w zajęciach wykładowych	W godzin
udział w zajęciach seminaryjnych	S godzin
udział w zajęciach laboratoryjnych	LP godzin
instruktaż w zakresie bezpieczeństwa i higieny pracy oraz organizacji pracy w laboratorium BCO,	2 godziny

Nakład samodzielnej pracy studenta

przygotowanie wystąpienia seminaryjnego (raz w semestrze)	20 godzin
przygotowanie do zajęć seminaryjnych	S godzin
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych i wykonanie zadań obliczeniowych	LP godzin
udział w konsultacjach przedmiotowych (zakłada się, że przeciętny student uczestniczy w konsultacjach przedmiotowych trzy razy w semestrze)	3 godziny
przygotowanie do egzaminu końcowego z przedmiotu i udział w egzaminie	(10 +2) godzin

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie wyników kształcenia z przedmiotu modułu **FIZYKA W PRAKTYCE MEDYCZNEJ** wynosi: **W + (2S+20)+ 2 + 2LP +3 + (10+2)** godzin, co odpowiada **[(W + 2S +2LP + 37)/25] punktom ECTS**, gdzie [-] oznacza zaokrąglenie do liczb całkowitych, przy tym dla celów obliczeniowych przyjmuje się: [1,5] = 1

Przedmioty modułu FIZYKA W PRAKTYCE MEDYCZNEJ

Nazwa przedmiotu, wymiar i forma zajęć				semestr	Syntetyczny opis treści i metod kształcenia, zalecenia dotyczące przebiegu kształcenia	Kierunkowe efekty kształcenia dla przedmiotów modułu	ECTS
Wybrane techniki i procedury radioterapii oraz diagnostyki nuklearnej				3	Teleradioterapia, brachyterapia i diagnostyka nuklearna – urządzenia, procedury i planowanie. Przedmiot realizowany jest w formie wykładu uzupełnionego o zajęcia seminaryjne i laboratoryjne. Zajęcia seminaryjne i laboratoryjne prowadzone są przez personel BCO w pracowniach BCO. Studenci zapoznają się z aparaturą medyczną i współuczestniczą w wybranych procedurach, wykonują obliczenia z wykorzystaniem rzeczywistych danych z urządzeń medycznych.	K_W15, K_W16, K_W17, K_W20, K_W18, K_U18, K_U19, K_U20, K_U21, K_U25, K_U26, K_K01	8
Ochrona radiologiczna w praktyce medycznej				4	Czynniki narażenia personelu medycznego i pacjenta. Procedury ochrony radiologicznej, testy bezpieczeństwa i sprawności urządzeń. Przedmiot realizowany jest w formie wykładu uzupełnionego o zajęcia seminaryjne oraz laboratoryjne w pracowniach BCO. Studenci wykonują praktyczne obliczenia i testy związane z ochroną radiologiczną.	K_U22, K_U23, K_U24, K_U25, K_U26, K_K01	6

Przedmiot **Ochrona radiologiczna w praktyce medycznej** przygotowuje studenta do państwowego egzaminu kwalifikacyjnego: **Ochrona Radiologiczna Pacjenta**

SUMARYCZNE EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA MODUŁU FIZYKA W PRAKTYCE MEDYCZNEJ

ECTS: 14

Student:	Odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia	Weryfikacja i dokumentacja efektów kształcenia
1. zna budowę oraz zasady działania współczesnych urządzeń diagnostyki i terapii onkologicznej, ma świadomość szybkiego postępu naukowego i technologicznego w tym zakresie	K_W15, K_W16, K_W17, K_W20	Weryfikacja efektów: egzaminacje pisemne i ustne, zaliczenie zajęć seminaryjnych i laboratoryjnych, Dokumentacja efektów: protokół egzaminacyjny rozszerzony o KO ₂ GS
2. komunikuje się z personelem medycznym, podejmuje merytoryczną dyskusję związaną z zagadnieniami fizyki medycznej	K_U17	Weryfikacja efektów: ocena ciągła w trakcie zajęć seminaryjnych Dokumentacja efektów: protokół zaliczeniowy, KO ₂ GS
3. wykonuje wybrane obliczenia w ramach procedur radioterapii i diagnostyki nuklearnej, ze zrozumieniem korzysta z wybranych elementów systemów planowania radioterapii	K_W18, K_U18, K_U19, K_U20, K_U21	Weryfikacja efektów: wyniki testów sprawdzających, ocena ciągła przez prowadzącego zajęcia laboratoryjne, Dokumentacja efektów: protokół zaliczeniowy, KO ₂ GS
4. ocenia jakościowo i ilościowo narażenia pacjenta i personelu medycznego w otoczeniu źródeł promieniowania, wylicza parametry bezpieczeństwa, tworzy instrukcje i procedury z zakresu fizyki medycznej i ochrony radiologicznej	K_U22, K_U23, K_U24,	Weryfikacja efektów: wyniki testów sprawdzających, ocena ciągła przez prowadzącego zajęcia laboratoryjne, Dokumentacja efektów: protokół zaliczeniowy, KO ₂ GS
5. wykorzystuje ze zrozumieniem i krytycznie zasoby literatury i Internetu w odniesieniu do problemów z zakresu fizyki medycznej, zna i stara się śledzić źródła bieżących informacji o postępach fizyki medycznej	K_U25, K_U26	Weryfikacja efektów: ocena ciągła przez prowadzącego zajęcia seminaryjne, Dokumentacja efektów: KO ₂ GS

MODUŁ METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE

Przedmioty wchodzące w skład modułu **METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE** realizowane są w ramach następujących form zajęć:

1. wykład prowadzony wymiarze W godzin w semestrze,
2. zajęcia ćwiczeniowe w wymiarze C godzin w semestrze,
3. zajęcia laboratoryjne w pracowni komputerowej lub eksperymentalnej w wymiarze L godzin w semestrze

Weryfikacja założonych efektów kształcenia:

1. ocena wiedzy i umiejętności studenta w zakresie przygotowania rozwiązań zadań i problemów objętych ćwiczeniami rachunkowymi,
2. ocena aktywności studenta podczas zajęć seminaryjnych obejmująca umiejętność zadawania pytań dotyczących problemu, znajomość terminologii, rozumienia pojęć oraz umiejętność prezentacji rozwiązania (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
3. ocena przygotowania studenta do zadań laboratoryjnych (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
4. ocena wiedzy i umiejętności związanych z realizacją zadania praktycznego oraz ocena umiejętności kierowania zespołem laboratoryjnym (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej)
5. ocena wystąpienia seminaryjnego pod względem treści i formy (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
7. ocena wiedzy i umiejętności studenta na egzaminie pisemnym i ustnym.

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta na osiągnięcie efektów założonych w kształceniu z przedmiotu modułu **METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE**.

Zajęcia z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:

uczestnictwo w zajęciach wykładowych	W godzin
udział w zajęciach konwersatoryjnych	C godzin
udział w zajęciach laboratoryjnych	L godzin

Nakład samodzielnej pracy studenta

przygotowanie do zajęć konwersatoryjnych	C godzin
przygotowanie do zajęć laboratoryjnych i wykonanie ćwiczeń obliczeniowych	L godzin
udział w konsultacjach przedmiotowych (zakłada się, że przeciętny student uczestniczy w konsultacjach przedmiotowych trzy razy w semestrze)	3 godziny
przygotowanie do egzaminu końcowego z przedmiotu i udział w egzaminie	(10 +2) godzin

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie wyników kształcenia z przedmiotu modułu **METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE** wynosi:

$W + 2C + 2L + 3 + (10+2)E$ godzin, gdzie E przyjmuje wartość 1 jeśli przedmiot kończy się egzaminem lub, w przeciwnym razie, wartość 0, co odpowiada **$[(W + 2C + 2L + 3 + 12E) / 25]$ punktom ECTS**, gdzie [-] oznacza zaokrąglenie do liczb całkowitych, przy tym dla celów obliczeniowych przyjmuje się: $[1,5] = 1$

Przedmioty modułu METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE							
Nazwa modułu/przedmiotu, wymiar i forma zajęć				semestr	Syntetyczny opis treści i metod kształcenia, zalecenia dotyczące przebiegu kształcenia	Kierunkowe efekty kształcenia dla przedmiotów modułu	ECTS
	W	C	L				
Rachunek transformat	30	30	15	1	Metody analizy funkcjonalnej, transformaty Fouriera i ich uogólnienia. Transformaty Radona – matematyczne podstawy tomografii. Wykład uzupełniony jest o ćwiczenia praktyczne o charakterze problemowym i odpowiednio skorelowane zajęcia w laboratorium komputerowym z wykorzystaniem środowiska obliczeń symbolicznych.	K_W21, K_W22, K_U27, K_U28	5
Wstęp do teorii procesów stochastycznych	15		15	1	Wprowadzenie do statystycznej analizy funkcji losowych i szeregów czasowych reprezentujących zjawiska losowe powszechnie występujące w różnych dziedzinach wiedzy i działalności praktycznej człowieka. Zajęcia laboratoryjne obejmują serię zadań praktycznych przy wykorzystaniu narzędzi komputerowych.	K_W21, K_W22, K_U27, K_U28	2
Analiza sygnałów i obrazowanie	30		30	2	Fizyczne podstawy analizy sygnałów i obrazowania. Techniki rejestracji i przetwarzania. Zajęcia laboratoryjne obejmują serię zadań praktycznych do wykonania przy pomocy narzędzi komputerowych.	K_W23, K_W24, K_W25, K_U28, K_U29	4
Komputerowe techniki pomiarowe	30		30	3	Zasady działania stanowisk pomiarowych, czujniki, specjalistyczne czujniki medyczne, skomputeryzowane stanowiska diagnostyczno-lecznicze. Zajęcia laboratoryjne obejmują serię doświadczeń w skomputeryzowanym środowisku pomiarowym	K_W03, K_W04, K_W19, K_U28, K_U29, K_U30	4
Specjalistyczne metody komputerowe*			45	2	Scilab	K_U28, K_U29, K_U30	4
				JAVA	Środowiska programistyczne przetwarzania sygnałów i obliczeń numerycznych. Przedmiot realizowany jest w formie zajęć laboratoryjnych w pracowni komputerowej. Studenci wykonują zadania z zakresu komputerowej analizy i przetwarzania sygnałów, ze szczególnym uwzględnieniem zastosowań z zakresu fizyki medycznej		

*Moduł Specjalistyczne metody komputerowe realizowany jest w następujących opcjach – do wyboru przez studenta:

- 1) Komputerowe narzędzia przetwarzania sygnałów (Scilab),
- 2) Java w cyfrowej analizie obrazów (JAVA)

SUMARYCZNE EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA MODUŁU METODY MATEMATYCZNE I KOMPUTEROWE

ECTS: 19

Student:	Odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia	Weryfikacja i dokumentacja efektów kształcenia
1. stosuje wybrane, zaawansowane metody matematyczne do zagadnień fizyki i fizyki medycznej, rozwiązuje wybrane problemy przy wykorzystaniu komputerowych narzędzi obliczeniowych w tym narzędzi do obliczeń symbolicznych	K_W21 K_W22 K_U27 K_U28	Weryfikacja efektów: egzaminy pisemne i ustne w połączeniu z zaliczeniem zajęć ćwiczeniowych i laboratoryjnych, Dokumentacja efektów: protokół egzaminacyjny, KO ₂ GS
2. stosuje w praktyce wybrane metody obrazowania, przetwarzania i analizy sygnałów ze zrozumieniem aspektów fizycznych i technicznych, zna metody obrazowania w medycynie	K_W23 K_W24 K_W25 K_U29 K_U30	Weryfikacja efektów: ocenie ciągłe w trakcie zajęć laboratoryjnych Dokumentacja efektów: protokół egzaminacyjny lub zaliczeniowy, KO ₂ GS
3. korzysta z komputerowych narzędzi przetwarzania i analizy sygnałów	K_U29 K_U30	Weryfikacja efektów: wyniki testów sprawdzających, ocenianie ciągłe przez prowadzącego zajęcia laboratoryjne, Dokumentacja efektów: protokół zaliczeniowy, KO ₂ GS
4. wykorzystuje ze zrozumieniem i krytycznie zasoby literatury i Internetu w odniesieniu do problemów z zakresu matematycznych i komputerowych metod fizyki i fizyki medycznej	K_U28	Weryfikacja efektów: ocenie ciągłe przez prowadzącego zajęcia seminaryjne, Dokumentacja efektów: KO ₂ GS

MODUŁ KSZTAŁCENIE OGÓLNE

Przedmioty wchodzące w skład modułu **KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO** realizowane są w ramach następujących form zajęć:

1. wykład prowadzony wymiarze **W** godzin w semestrze,
2. zajęcia seminaryjne w wymiarze **S** godzin w semestrze,
3. zajęcia w ramach lektoratu językowego w wymiarze **LJ** godzin w semestrze

Weryfikacja założonych efektów kształcenia:

1. ocena znajomości języka angielskiego według kryteriów przyjętych dla poziomu B2+
2. ocena wystąpień seminaryjnych pod względem treści i formy (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta na osiągnięcie efektów założonych w kształceniu z przedmiotu modułu **KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO**.

Zajęcia z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:

udział w zajęciach seminaryjnych	S godzin
udział w zajęciach wykładowych	W godzin
udział w zajęciach z języka angielskiego	LJ godzin

Nakład samodzielnej pracy studenta

praca własna w ramach utrwalania znajomości języka angielskiego	LJ godzin
przygotowanie wystąpienia seminaryjnego	10 godzin
przygotowanie do egzaminu lub zaliczenia przedmiotu	5 godzin

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie efektów założonych dla zajęć wykładowo seminaryjnych wynosi:

W + S + 15, co odpowiada **[(W+S+15)/25]** punktom ECTS, gdzie [-] oznacza zaokrąglenie do liczb całkowitych, przy tym dla celów obliczeniowych przyjmuje się: [1,5] = 1

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie efektów kształcenia założonych dla zajęć w ramach lektoratu języka angielskiego wynosi **2LJ** godzin co odpowiada **[2LJ/25]** punktom ECTS, gdzie [-] oznacza zaokrąglenie do liczb całkowitych, przy tym dla celów obliczeniowych przyjmuje się: [1,5] = 1

Przedmioty modułu KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO

Nazwa przedmiotu, wymiar i forma zajęć				semestr	Syntetyczny opis treści i metod kształcenia, zalecenia dotyczące przebiegu kształcenia	Kierunkowe efekty kształcenia dla przedmiotów modułu	ECTS
Lektorat języka angielskiego				1	Student uczestniczy w kształceniu językowym na poziomie B2+	K_U16, K_U25, K_U32	4
Podstawy przedsiębiorczości				4	Zasady przedsiębiorczości, w tym przedsiębiorczości indywidualnej. Komercjalizacja wyników badań naukowych. W ramach zajęć seminaryjnych studenci referują wybrane problemy szczegółowe.	K_W28, K_K03	2
Prawne aspekty działalności naukowej i zawodowej				4	Prawo w działalności naukowo-dydaktycznej, ochrona własności przemysłowej, prawo patentowe. W ramach zajęć seminaryjnych studenci referują wybrane problemy szczegółowe.	K_W26, K_W27, K_K01,	2

SUMARYCZNE EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA MODUŁU KSZTAŁCENIA OGÓLNEGO

ECTS: 8

Student:	Odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia	Weryfikacja i dokumentacja efektów kształcenia
1. student zna i stosuje zasady przedsiębiorczości i przedsiębiorczości indywidualnej. Zna otoczenie prawne działalności naukowo-dydaktycznej i zawodowej.	K_W28, K_K03, K_W26, K_W27 K_K01,	Weryfikacja efektów: Ocena z egzaminu i zaliczenia, ocenianie ciągłe w trakcie zajęć seminaryjnych Dokumentacja efektów: Protokoły egzaminacyjne i zaliczeniowe, KO ₂ GS
2. student posługuje się językiem angielskim na poziomie B2+	K_U16, K_U25, K_U32	Weryfikacja efektów: ocenie ciągłe w trakcie zajęć Dokumentacja efektów: Protokoły egzaminacyjne

MODUŁ PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA

Przedmioty wchodzące w skład modułu **PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA** realizowane są w ramach następujących form zajęć:

1. zajęcia seminaryjne w wymiarze S godzin w semestrze,
2. konsultacje indywidualne w wymiarze PD godzin w semestrze.

Weryfikacja założonych efektów kształcenia:

1. ocena aktywności studenta podczas zajęć seminaryjnych obejmująca umiejętność zadawania pytań dotyczących problemu, znajomość terminologii, rozumienia pojęć oraz umiejętność prezentacji, ocena znajomości fachowego języka angielskiego (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),
2. ocena postępów w przygotowywaniu pracy dyplomowej, warunkiem zaliczenia przedmiotu Pracownia Dyplomowa jest wykonanie zadań określonych przez promotora – merytoryczne opracowanie części/całości pracy dyplomowej (dokumentowane w protokole zaliczeniowym i sprawozdaniu studenta zaakceptowanym i podpisanym przez promotora)
3. ocena wystąpienia seminaryjnego pod względem treści i formy (dokumentowane w Karcie Oceny Opisowej Grupy Studenckiej),

Bilans nakładu pracy przeciętnego studenta na osiągnięcie efektów założonych w kształceniu z przedmiotu modułu **PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA**.

Zajęcia z bezpośrednim udziałem nauczyciela akademickiego:

udział w zajęciach seminaryjnych	S godzin
konsultacje w ramach pracowni dyplomowej zakłada się, że student odbywa w 3 i 4 semestrze 20 i odpowiednio 25 godzin konsultacji	45 godzin

Nakład samodzielnej pracy studenta

praca własna w ramach pracowni dyplomowej: zakłada się, że student poświęca na przygotowanie pracy magisterskiej 12 godzin tygodniowo w semestrze 3 i 20 godzin w semestrze 4, wliczając w to czas konsultacji	180 godzin w semestrze 3, 300 godzin w semestrze 4
przygotowanie dwóch godzinnych wystąpień seminaryjnych (w języku angielskim)	2x20 (30) godzin

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie efektów założonych dla zajęć seminaryjnych (zajęć seminaryjnych w języku angielskim) odpowiada **3 (4)** punktom **ECTS**.

Łączny nakład pracy studenta na osiągnięcie efektów kształcenia założonych dla zajęć w ramach pracowni dyplomowej odpowiada **7** punktom **ECTS** w semestrze 3 i odpowiednio **13** punktom **ECTS** w semestrze 4.

Przedmioty modułu PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA

Nazwa przedmiotu, wymiar i forma zajęć				semestr	Syntetyczny opis treści i metod kształcenia, zalecenia dotyczące przebiegu kształcenia	Kierunkowe efekty kształcenia dla przedmiotów modułu	ECTS
Proseminarium				2	Student, co najmniej raz w semestrze, wygłasza popularny referat na temat wybrany z puli przygotowanej przez prowadzącego zajęcia przy wykorzystaniu wskazanych źródeł. Uczestniczy w dyskusji.	K_U01, K_U16, K_U31	2
Pracownia dyplomowa				3/4	Student samodzielnie wykonuje zadania doświadczalne lub teoretyczne pod kierunkiem i nadzorem promotora. Przygotowuje rozprawę o charakterze opracowania badawczego zgodnie z metodologią dyscypliny. Korzysta ze źródeł angielskojęzycznych.	K_W26, K_U02, K_U16, K_U32,	7/13
Seminarium dyplomowe				3	Student, co najmniej dwukrotnie w semestrze, referuje w sposób popularny, zagadnienia związane z tematyką własnej pracy dyplomowej. Bierze udział w dyskusji seminaryjnej.	K_W26, K_U01, K_U02, K_U16	3
Seminarium „Współczesna fizyka medyczna” (w języku angielskim)				4	Student, co najmniej dwukrotnie w semestrze, referuje wybrane przez siebie zagadnienie ze współczesnej fizyki medycznej. Wystąpienie opiera o angielskojęzyczne źródła literatury i/lub Internetu. Podejmuje merytoryczną dyskusję w języku angielskim.	K_U01, K_U16, K_U26, K_U32,	4

SUMARYCZNE EFEKTY KSZTAŁCENIA DLA MODUŁU PODSUMOWANIE KSZTAŁCENIA

ECTS: 29

Student:	Odniesienie do kierunkowych efektów kształcenia	Weryfikacja i dokumentacja efektów kształcenia
3. student stosuje metodologię dyscypliny w samodzielnej pracy doświadczalnej lub teoretycznej. Przedstawia wyniki w postaci wystąpień i rozprawy, dyskutuje o wynikach pracy. Przestrzega zasad etyki w badaniach naukowych.	K_W26, K_U01, K_U02, K_U16, K_U32,	Weryfikacja efektów: Ocenianie ciągle w trakcie zajęć w pracowni dyplomowej i zajęć seminaryjnych Dokumentacja efektów: Protokoły zaliczeniowe, KO ₂ GS
4. dociera do źródeł najnowszej wiedzy o osiągnięciach fizyki medycznej. Publicznie przedstawia osiągnięcia w języku polskim i angielskim. Podejmuje merytoryczną dyskusję.	K_U01, K_U16 K_U26, K_U32,	Weryfikacja efektów: oceny ciągle w trakcie zajęć seminaryjnych Dokumentacja efektów: Protokoły zaliczeniowe, KO ₂ GS

WSKAŹNIKI ILOŚCIOWE DLA PROGRAMU KSZTAŁCENIA

1. Łączna liczba pkt. ECTS z zajęć przy bezpośrednim udziale nauczycieli akademickich i studentów: 120
2. Łączna liczba pkt. ECTS w ramach zajęć z zakresu nauk podstawowych z obszaru nauk ścisłych: 112
3. Łączna liczba pkt. ECTS w ramach zajęć o charakterze praktycznym: 96,4
4. Procentowy udział punktów z zajęć do wyboru przez studenta: 33,3%
5. Minimalna liczba pkt. ECTS za moduły / przedmioty na innym kierunku: 0
6. Warunki ukończenia studiów: uzyskanie 120 punktów ECTS (absolutorium), zdanie egzaminu magisterskiego